



Assessment of the structural factor and seismic vulnerability in houses construction located on slope near the banks of the Mariño river from Abancay city

Valoración del factor estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño en la ciudad de Abancay

Guanuchi-Orellana Lucy Marisol ¹, Carrasco-Taco Edward Kleiber ² y Vasquez-Ramirez Abbon Alex ³

<https://orcid.org/0000-0002-1727-7386>¹, <https://orcid.org/0000-0001-8695-024X>² y <https://orcid.org/0000-0001-7299-5367>³

¹ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – Iguanuchi@unamba.edu.pe

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú – ingedward@gmail.com

³ Universidad Tecnológica de los Andes, Perú – alex_abbon@hotmail.com

(Recepción: 17/03/2023 - Aceptación 23/06/2023)

Abstract. Results were obtained by means of vulnerability index parameters (Iv), observation and survey sheets, photographs of the different houses in estimation towards a precise analysis that can give answers and solutions to prevent future loss of human lives, currently this research is framed in the evaluation of the state of vulnerability that can worry the 44 houses in study located in the Circunvalación avenue, on the right margin in the slope on the shore of the Mariño river in the city of Abancay. The assessment of the structural factor and seismic vulnerability consisted of gathering relevant information, using the instruments mentioned above, quantifying the measurements, characteristics, situational status and level of seismic vulnerability of the houses, obtaining the results through mathematical calculations. A direct relationship was found between the structural factor and its seismic vulnerability for which the level of seismic vulnerability shows that a total of 0 % of houses have a low vulnerability, likewise a total of 46 % of houses have medium-low vulnerability, also a total of 36 % of houses have medium-high vulnerability and 18 % of houses have a high seismic vulnerability that requires immediate intervention.

Key words: Structural factor, vulnerability index, Mariño river, informal housing.

Resumen. Se logro resultados mediante parámetros del índice de vulnerabilidad (Iv), fichas de observación y de encuestas, fotografías de las distintas viviendas en estimación hacia un análisis preciso que pueda dar respuestas y soluciones para impedir futuras pérdidas de vidas humanas, actualmente esta investigación se enmarco en la valoración del estado de vulnerabilidad que pueda inquietar a las 44 viviendas en estudio ubicadas en la avenida Circunvalación, al margen derecho en el talud a orilla del río Mariño en la ciudad de Abancay. La valoración del factor estructural y la vulnerabilidad sísmica consistió en recopilar información relevante, mediante el uso de los instrumentos antemencionados, cuantificando las medidas, características, estado situacional y nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas, obteniendo los resultados mediante los cálculos matemáticos. Se encontró una relación directa entre el factor estructural y su vulnerabilidad sísmica para lo cual el nivel de vulnerabilidad sísmica se desprende que un total del 0 % de viviendas tienen una baja vulnerabilidad, de igual forma de un total del 46 % de viviendas tiene mediana vulnerabilidad-baja, también de un total del 36 % de viviendas tienen mediana vulnerabilidad alta y un 18 % de viviendas tiene una alta vulnerabilidad sísmica que requiere de una intervención inmediata.

Palabras Clave: Factor estructural, índice de vulnerabilidad, río Mariño, viviendas informales.

1 Introducción

Las viviendas en valoración hacen referencia de que, en la ciudad de Abancay se encuentran viviendas que no cuentan con una conveniente supervisión técnica y el correcto cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones [1], donde “establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico



acorde con los principios señalados en la Norma E-030". Esto involucra que una vivienda puede sufrir daños durante un evento sísmico, su diseño estructural, tamaño, calidad de materiales y lugar de ubicación acordes al lugar de valoración. Porque la fisiografía del terreno y las escasas áreas ocupacionales, sumando el desconocimiento del riesgo de construir en este sector, los pobladores construyeron sus viviendas sin considerar la topografía, orografía, estudios de suelos, diseño estructural, calidad de materiales, tamaño y ubicación de las viviendas que juegan un papel muy importante pudiendo así evitar el riesgo de deslizamiento, asentamiento en las construcciones de viviendas. La investigación se enmarca en la valoración y obtener información del grado de nivel de vulnerabilidad sísmica de las 44 viviendas en valoración, mediante el uso de parámetros estructurales determinados por Benedetti & Petrini [2], y así de este modo disminuir los daños materiales y posibles pérdidas de seres vivos, que los sismos puedan ocasionar debido al estado situacional en la que se encuentre una vivienda.

Se manifiesta el objetivo general en la valoración del diseño estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño, desde su ubicación a su tamaño, como la relación entre la calidad estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción. Igualmente se elaboró cuatro objetivos específicos los cuales deben, identificar la relación entre el diseño estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño. Relacionar entre el tamaño y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño. Encontrar la calidad estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño, Determinar la valoración de la ubicación y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño. De los cuales se formuló si existe una valoración directa entre el factor estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño.

La vulnerabilidad estructural por efectos de sismos es indispensable los estudios sobre riesgos sísmicos, para la mitigación de desastres por terremotos ya que se enfoca en el daño que una estructura puede sufrir ante un suceso sísmico dado esto por medio del análisis del índice de vulnerabilidad y la tipología estructural [4], tenemos en consideración las siguientes zonas de peligro:

- **Zona de peligro geodinámico.** -El riesgo potencial de que ocurran desastres naturales en Abancay es grande; oscila entre un 60 % de probabilidad, sobre todo en cuanto a desastres generados por aluviones y sismos fuertes [3].
- **Zona de peligro alto.** - Se considera especialmente la parte norte, intermedia entre la ciudad y el Cerro Ampay. Los peligros de reactivación del deslizamiento en Ccocha-Pumaranra, a una crecida de aguas de la quebrada Sahuanay-Chinchichaca y posibles desbordes de las lagunas, corrimiento de suelos en la parte alta de FONAVI [3].
- **Zona de peligro medio.** - Comprende quebrada Sahuanay-Chinchichaca, franja intermedia entre Tamburco y comunidades San Antonio, Querapata, margen izquierda río Colcaque y Mariño, Aymas [3].
- **Zona de peligro bajo.** -Son zonas moderadas a baja pendiente, con suelos calichosos que tienen buena capacidad portante a las viviendas, con suelos granulares [3].

La exploración logro analizar el grado de dependencia de cada factor estructural y relacionarlo con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las 44 viviendas y así mejorar la seguridad y calidad de vida de los seres vivos en favor de los eventuales movimientos sísmicos mitigados en el talud que tiene inclinaciones de 31 a 45 % a orilla del margen derecho del río Mariño [3].

2 Método

La investigación corresponde al enfoque cuantitativo, mediante el cual se utilizó la recolección de datos para la aplicación de los conocimientos teóricos sobre los factores estructurales y la vulnerabilidad sísmica a problemas concretos e identificables que nos permitió explicar y comprender la realidad del estudio. Se puede probar hipótesis, teorías con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento [5]. El nivel de investigación del presente estudio es correlacional, en el cual indica la búsqueda de describir la relación que existe entre la variable independiente que es factores estructurales, y la variable dependiente el cual es la vulnerabilidad sísmica. "Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular" [5]. "La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas" [5]. El diseño de investigación es no experimental transeccional, lo cual se radica en la acogida de datos, para recolectar la información se acudió a fuentes de campo y documentales, se utilizó la información primaria y secundaria, y nos llevó a obtener el tipo de información requerida para la investigación, es decir se realizó estudios donde no se modificó las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

La población. - estuvo compuesta de viviendas construidas en el margen derecho a orilla del río Mariño, por tal motivo la valoración de viviendas fue de acuerdo al área de límites con el río Mariño y la avenida Circunvalación haciendo un total de 105 viviendas a valoración, el cual fue el 0.17 % por ciento del total de 61,980.00 viviendas, según datos del censo de viviendas del 2017 [6]. De igual manera la multiplicación de la densidad de población en los alrededores del río Mariño en talud con viviendas construidas.

Muestra
Dónde:
M = muestra
r = relación

O_x = factor estructural
 O_y = vulnerabilidad sísmica.

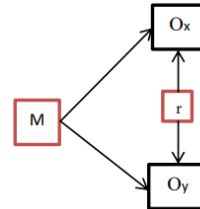


Tabla 1. Viviendas particulares, según área urbana y rural y tipo de vivienda, 2017 - Abancay.

N° Orden	Área urbana y rural/tipo de vivienda	Total	Área	
			Urbana	Rural
1	Casa independiente	168,495	54,115	114,380
2	Departamento en edificio	1,715	1,708	7
3	Vivienda en quinta	600	585	15
4	Vivienda en casa de vecindad	5,441	5,276	165
5	Choza o cabaña	4,739	0	4,739
6	Vivienda improvisada	289	249	40
7	Local no dest. para habit. humana	95	47	48
8	Otro tipo	0	0	0
	TOTAL	181,374	61,980	119,394

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017. [6]

Tamaño y cálculo de la muestra. - Para obtener la muestra representativa de la población de estudio se usó la siguiente formula:

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

Dónde:

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| n.- | Tamaño de la muestra | Z.- | Constante que depende del nivel de confianza que asignemos |
| p.- | Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p = q = 0.5$, que es la iniciativa más positiva. | q.- | Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1 - p$ |
| | | N.- | Tamaño de la población |
| | | E.- | Error muestral deseado. |

Siendo los valores de los coeficientes en la fórmula los siguientes:

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| N.- | Cantidad de viviendas determinadas, 105 | Z.- | Nivel de confianza 95 % debido a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del estimador, $Z = 1.96$ |
| p.- | Este valor se obtiene suponiendo que el 80 % de las viviendas analizadas fueron construidas sobre terrenos con pendientes pronunciadas, $p = 0.8$ | E.- | Valor íntegro a que la metodología es subjetiva y depende del criterio del estimador, $E = 0.05$ % |
| | | q.- | Se obtiene de $1 - p$, que es el 20 %, $q = 0.2$ |
| | | n.- | Cantidad de viviendas que es necesario valorar, $n = 74$ |

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.8 \cdot 0.2 \cdot 105}{0.05^2 (105-1) + 1.96^2 \cdot 0.8 \cdot 0.2} = 73.7877 \cong 74$$

Según el tamaño de muestra estuvo representado por 74 viviendas. Como [7], se realizó un ajuste $\frac{n}{N}$ =

$\frac{74}{105} = 0.70$ de muestra cumpliéndose que $n/N > E$, por lo tanto, Tuvimos que 0.70 es mayor que 0.05 en tal sentido se ajustó la muestra de acuerdo a la siguiente formula:

$$N_0 = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} \quad (2)$$

Dónde:

N_0 - Muestra ajustada;

n - Muestra inicial tamaño

N - Población

$$N_0 = \frac{74}{1 + \frac{74-1}{105}} = 43.65169 \cong 44$$

Entonces la muestra es 44 viviendas a los que encuestaremos [7].

El procedimiento fue una revisión preliminar del cuestionario, ficha de observación y ficha de reporte, para posteriormente no tener ninguna dificultad en adquirir los datos in-situ en campo. Posterior a la revisión in situ y estar conforme con la misma, se procedió a la obtención de datos in-situ, interactuando y valorando las 44 viviendas a encuestar, según las normas establecidas en el RNE [8] aplicadas para el Perú. Logrado los datos se empleó el programa Excel, EasyFit 5.5 y SPSS STATISTICS 22. Para el análisis respectivo de los resultados de la investigación, esta nos permitió analizar y representar los datos por medio de tablas, gráficos. Los gráficos se realizaron por cada variable y dimensión y así mismo para la correlación se consideró de acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación. También en la ficha de reporte se desarrolló la valorización de los parámetros analizado los cuales son: Organización y calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre los muros, elementos no estructurales, y por último el estado de conservación. La verificación de la hipótesis se efectuó mediante un análisis descriptivo de los resultados, los cuales fueron obtenidos utilizando el aplicativo de EasyFit 5.5 Las conclusiones se formularon tomando en cuenta los objetivos planteados y los resultados obtenidos.

El análisis estadístico se realizó de forma computarizada utilizando los programas Microsoft Excel, Microsoft Word, Documento de Texto de los cuales la exposición de los resultados fue a través de gráficos y tablas. Los gráficos muestran la relación matemática entre conjuntos de datos. Las tablas son un grupo grandioso de métodos para presentar información. Se tomó para comprobar la relación entre el factor estructural y la vulnerabilidad sísmica con el método de BENEDETTI & PETRINI [2] el cual considera once parámetros analizados. luego de obtenido los resultados del índice de vulnerabilidad (I_v), se evalúa cual es la relación que pueda existir entre la variable independiente que es el factor estructural y la variable dependiente que es la vulnerabilidad sísmica, utilizando un promedio matemático mediante la cual nos ayudó a verificar si las hipótesis cumplieron lo establecido o no. Cabe señalar que si el índice de vulnerabilidad (I_v), es mayor la vivienda se considera con alta vulnerabilidad, y si esta tiende a disminuir gradualmente se considera con baja vulnerabilidad. Esta información fue de vital importancia para la elaboración de un diagnóstico situacional de las viviendas para lo cual nos ayude a evitar futuras pérdidas humanas por no cumplir los lineamientos básicos de una construcción, y así evitar que las viviendas se encuentren en un estado de intervención inmediata y requerir de un soporte técnico por parte de un profesional ingeniero civil o arquitecto colegiado y acreditado.

- a) **Sujetos:** relacionados a la población de la investigación y a la forma en la que se define la muestra.
- b) **Técnicas e instrumentos:** correspondientes al conjunto de mecanismos, medios o recursos para recolectar la información que permite acercarse a los hechos investigados.
- c) **Procedimiento:** detalla la información acerca de cómo se desarrolló la investigación.

3 Resultados

Realizada la investigación, se obtuvieron datos relevantes para el análisis y valoración de la información en gabinete, los cuales se lograron a través de fichas de encuesta, observación y reporte, con la finalidad de poder conocer la realidad que presenta las viviendas autoconstruidas ubicadas al margen derecho del río Mariño, para posteriormente llegar a una conclusión y ver el grado del índice de vulnerabilidad sísmica que afectara indistintamente a cada una de las viviendas en valoración dependiendo generalmente del tipo de factor estructural. Resultados de los datos generales de la encuesta y ficha de observación, se obtuvieron los siguientes indicadores: Área total del terreno construido, cantidad de pisos, tiempo de vida de la edificación, asesoramiento técnico, análisis de vulnerabilidad sísmica, organización y calidad del sistema resistente, resistencia convencional, zonificación sísmica, factor de zona sísmica, categoría del edificio y factor de uso, factor de ampliación sísmica, factor de suelo, coeficiente de reducción sísmica, posición del edificio y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta y en elevación, separación máxima entre los muros, elementos no estructurales, estado de conservación, contrastación de hipótesis, índice y nivel de vulnerabilidad, relación entre los factores estructurales y el índice de vulnerabilidad sísmica, diseño y calidad estructural, tiempo de vida de la

vivienda versus índice de vulnerabilidad, y otros., se comparte 4 figuras como sustento del resumen del análisis de la investigación.

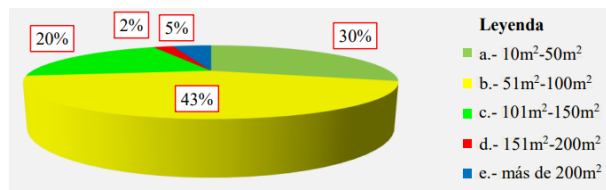


Fig.1. Área total del terreno construido

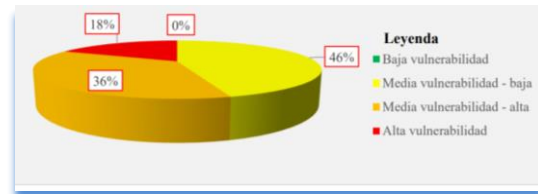


Fig.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica

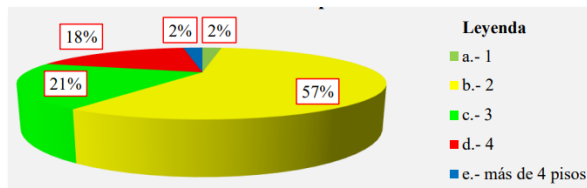


Fig.3. Cantidad de pisos en las viviendas construidas

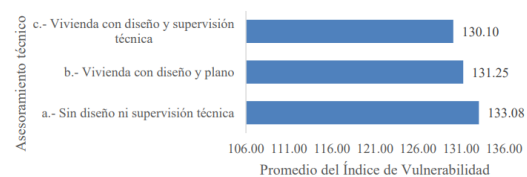


Fig.4. Diseño estructural vs Índice de vulnerabilidad

4 Discusiones y conclusiones

Según los resultados obtenidos mediante los parámetros del índice de vulnerabilidad sísmica empleado por el método de Benedetti & Petrini en relación al factor estructural de cada unidad de viviendas en valoración, según los resultados mencionados en la figura (nivel de vulnerabilidad sísmica), que el 0 % del total de las viviendas en valoración tienen una baja vulnerabilidad por no obtener valores que se encuentran dentro de 0 - 52.5 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica. Así mismo se puede desprender que un 46 % del total de viviendas en valoración tienen una mediana vulnerabilidad – baja, por obtener valores dentro de 52.5 - 125 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica. De igual forma podemos indicar que un 36% del total de viviendas en valoración tienen una mediana vulnerabilidad – alta, por obtener valores dentro de 125 – 162.5 nivel de índice de vulnerabilidad, sísmica, y por último podemos mencionar que el 18% del total de viviendas en valoración tienen una alta vulnerabilidad sísmica, por obtener valores dentro de 162.5 – 337.5 nivel de índice de vulnerabilidad sísmica. Respecto a la relación entre el diseño estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en valoración existe un grado de relación vulnerable alcanzando un índice de vulnerabilidad $I_v = 133.08$, lo que indica es que obtiene una media vulnerabilidad alta el cual requiere de una intervención necesaria mediante una supervisión técnica por parte de un profesional. En base a los resultados cada vez que una vivienda tenga diseño o supervisión técnica su índice de vulnerabilidad (I_v) tendera a disminuir paulatinamente a diferencia de aquellas viviendas que no cuenten con diseño y supervisión técnica. Según [4], quien concluyo en su tesis indicando que si existe una relación significativa entre el diseño estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica ya que se tiene un aumento del 10.45% en el índice de vulnerabilidad (I_v) cuando las viviendas no presentan diseño estructural o no han sido supervisadas durante su construcción. Respecto a la relación que existe entre la calidad estructural y el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en valoración existe un grado de relación, según la figura en la cual se aprecia que una vivienda con menor tiempo de vida es más vulnerable alcanzando un índice de vulnerabilidad $I_v = 134.78$ lo que indica es que obtiene una media vulnerabilidad alta, esto se debe a que las viviendas con más años de posesión de terreno están ubicadas en zonas llanas más alejadas de los bordes de talud, pero en cambio las viviendas con menos años de posesión son aquellas que por falta de espacios disponibles en zonas llanas estas se ubican muy cerca de los taludes que se ubican al margen del río Mariño y por eso llegan hacer más vulnerables frente a un posible evento sísmico. Frente a esto también podemos reiterar que la calidad de los materiales de construcción si tiene una relación directa con el nivel de vulnerabilidad sísmica De igual forma se aprecian valores índice de vulnerabilidad (I_v) altos a partir de la vivienda número 31 debido a que estas últimas estructuras son todas construidas en la parte más alta de la zona de análisis recibiendo calificaciones de C o D en los parámetros que se refieren a la ubicación como posición del edificio y cimentación y que la mayoría de estas viviendas están incorrectamente estructuradas, no hay presencia de columnetas de amarre en los muros y tienen un estado de conservación mediocre.

Se concluye que existe una relación directa entre el diseño estructural y la vulnerabilidad sísmica según los resultados obtenidos, de los cuales podemos concluir que las viviendas en valoración se encuentran menos vulnerables a razón de que estos cuentan con un diseño y supervisión técnica, alcanzando un promedio de 130.10 del índice de vulnerabilidad

(Iv), y así mismo se tiene que una vivienda es mucho más vulnerable cuando no se cuenta con diseño ni supervisión técnica aumentando en un promedio de 133.08 del índice de vulnerabilidad. Describe una relación directa entre el tamaño y la vulnerabilidad sísmica según los resultados obtenidos de los indicadores tales como el área del terreno y la cantidad de pisos, de los cuales podemos concluir según el área total del terreno, las viviendas en valoración que tengan áreas entre 10 m² y 50 m² vienen hacer menos vulnerables alcanzando un promedio de 116.44 del índice de vulnerabilidad, y aquellas viviendas que se encuentran con áreas mayores a 200 m², son mucho más vulnerables alcanzando un promedio de 172.50 del índice de vulnerabilidad. También según la relación que se tuvo con la cantidad de pisos de cada vivienda en valoración podemos concluir que aquellas viviendas con 1 piso son menos vulnerables alcanzando un promedio de 98.75 del índice de vulnerabilidad, mientras que las viviendas que tuvieron más de 4 pisos alcanzando un promedio de 201.25 del índice de vulnerabilidad, y son mucho más vulnerables. — Existe una relación directa entre la calidad estructural y la vulnerabilidad sísmica según los resultados obtenidos de los indicadores tales como el tiempo de vida de la edificación, calidad de los materiales de construcción y el estado de conservación de las viviendas, de los cuales podemos concluir según el tiempo de vida de la edificación, las viviendas en valoración que estén entre 1 a 10 años son más vulnerables alcanzando un promedio de 134.78 del índice de vulnerabilidad, mientras que las viviendas estén entre 21 y 30 años son menos vulnerables alcanzando un promedio de 117 del índice de vulnerabilidad. Coexiste una relación directa entre la ubicación y la vulnerabilidad sísmica, que las viviendas en valoración que se encuentran con una pendiente pronunciada son mucho más vulnerables alcanzando un promedio de 137.71 del índice de vulnerabilidad, por el hecho de que estas generen diferencia de cotas en el terreno, llegando a tener cimentaciones escalonadas, que tengan empujes laterales por parte del terreno seccionado, pero la diferencia que se aprecia es de que según el nivel de pendiente ligera el índice de vulnerabilidad es mucho menor en un promedio de 123.31 del índice de vulnerabilidad, de los cuales podemos indicar que tiene una media vulnerabilidad baja y el tipo de intervención vendría a ser a largo plazo[mm], esto se debe principalmente a que las viviendas no tengan empujes laterales por parte de un terraplén o talud, por ende podemos indicar que si existe una relación directa entre la ubicación y la vulnerabilidad sísmica de viviendas ubicadas en talud a orillas del río Mariño .

5 Biografías

- Lucy Marisol Guanuchi Orellana, docente principal a tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, asesor y guía en la investigación.
- Edward Kleiber Carrasco Taco, Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Abbon Alex Vasquez Ramirez, docente de la Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay-Apurímac, par evaluador de la investigación.

6 Referencias

- [1] Ministerio de vivienda construcción y saneamiento.: Reglamento Nacional de Edificaciones: Lima. Editor, ICG (2018).
- [2] Benedetti, D. y Petrini.: Sulla vulnerabilità sísmica di edifici in muratura: Prioste de un método di Valutazione. Roma: Lindustria delle Costruzioni Location (1984)
- [3] Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) 2007.
- [4] Ortega Villaizan, C.-D.: Determinación de la vulnerabilidad estructural de edificaciones por efecto de sismo en el centro urbano del distrito de Villa Rica. Huancayo – Perú: s.n., (2014).
- [5] Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P.: Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill. (2014).
- [6] Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI.: Perú., (2017).
- [7] S, Carrasco Díaz.: Metodología de la Investigación Científica. Perú: San Marcos. : San Marcos (2013).
- [8] Reglamento Nacional de Edificaciones actualizado. RNE-Perú (2021).
- [9] O, Hurtado y M, León.: Implementación del modelo de índice de vulnerabilidad ajustado a una edificación histórica con estructura de varios materiales. Colombia: s.n., (2008).