

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS:**

**NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LAS  
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL  
AA.HH. 15 DE JULIO, MI PERU - CALLAO - 2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**AUTOR:** Bach. ARIAS MARTINEZ, Beatriz Roxana

**ASESOR:** Mg. Miguel Angel Pinado Santos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Nuevas tecnología y procesos

**CALLAO - LIMA – PERÚ**

**2022**

**Mg. Miguel Angel Pinado Santos**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta Tesis en honor a mi madre quien vivirá siempre en mi corazón a mi familia por apoyarme y siempre demostrarme su amor incondicional y principalmente a Dios por su amor incondicional sin ellos no hubiera sido posible la culminación de este trabajo de investigación

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por su infinita misericordia la cual hizo que pueda desarrollar la presente investigación, a mi hijo quien me brindo su apoyo en el transcurso de mis estudios universitarios, a mi familia quien siempre está a mi lado apoyándome, a la Municipalidad de Mi Perú, quien me ofrecieron recursos, datos con la finalidad de desarrollar este estudio.

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0299 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

**NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL AA.HH. 15 DE JULIO, MI PERU - CALLAO - 2022**

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. ARIAS MARTINEZ BEATRIZ ROXANA**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Mg. MIGUEL ANGEL PINADO SANTOS**

Fue analizado con fecha 05/09/2024; con 122 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **18** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 05 de septiembre del 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
**JEFA**

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. Rubén Dario Tapia Silguera  
PRESIDENTE

---

JURADO

---

JURADO

---

JURADO

---

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza  
SECRETARIO DOCENTE

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	20
1.2. Delimitación del problema .....	22
1.2.1. Delimitación conceptual.....	22
1.2.2. Delimitación espacial .....	23
1.2.3. Delimitación temporal .....	23
1.3. Formulación del problema.....	23
1.3.1. Problema general .....	23
1.3.2. Problemas específicos.....	23

1.4. Objetivos.....	24
1.4.1. Objetivo general .....	24
1.4.2. Objetivos específicos.....	24
1.5. Justificación .....	24
1.5.1. Justificación social.....	24
1.5.2. Justificación teórica .....	25
1.5.3. Justificación metodológica .....	25
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEÓRICO .....	26
2.1. Antecedentes.....	26
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	26
2.2. Bases teóricas .....	30
2.2.1 Teoría de la tectónica de placas.....	30
2.2.2 Sismo .....	31
2.2.3 Sismicidad .....	31
2.2.4 Suelo .....	31
2.2.5 Tipos de suelo.....	31
2.2.6 Topografía .....	32
2.2.8 Viviendas Autoconstruidas.....	37
2.2.9 Configuración estructural de las viviendas autoconstruidas.....	37
2.2.10 Calidad en la construcción.....	38



2.2.11 Densidad de muros .....	39
2.3. Marco conceptual .....	40
2.3.1 Riesgo sísmico.....	40
2.3.2 Peligro sísmico .....	41
2.3.3 Vulnerabilidad sísmica .....	41
2.4. Hipótesis .....	42
2.5 Variables.....	42
CAPÍTULO III .....	44
METODOLOGÍA.....	44
3.1. Método de investigación.....	44
3.2. Tipo de investigación .....	44
3.3. Nivel de investigación .....	44
3.4. Diseño de investigación.....	45
3.5. Población y muestra .....	45
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	46
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	47
CAPÍTULO IV .....	48
RESULTADOS .....	48
4.1. Presentación de resultados.....	48
4.2. Comprobación de hipótesis .....	82
4.2.1 Prueba de hipótesis general .....	82

CAPÍTULO V .....	87
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	87
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES .....	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
ANEXOS .....	94
PANEL FOTOGRÁFICO .....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de Z .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Factores S (suelo), según zona sísmica .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Factores Tp y TL (periodos), según perfil de suelo.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Coeficiente de uso de viviendas .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Niveles de riesgo sísmico .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Alfa de Cronbach.....	47
Tabla 8. Resumen de casos procesados .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9. Pendientes de terreno.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10. Matriz de Saaty, intensidad de sismo .....	53
Tabla 11. Matriz de normalización, intensidad de sismo ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12. IC y RC, intensidad de sismo .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13. Matriz de Saaty, factor condicionante de geología .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14. Matriz de normalización, factor condicionante de geología .....	54
Tabla 15. IC y RC, factor condicionante de geología .....	55
Tabla 16. Matriz de Saaty, factor condicionante de geomorfología.....	55
Tabla 17. Matriz de normalización, factor condicionante de geomorfología.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18. IC y RC, factor condicionante de geomorfología	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 19. Matriz de Saaty, factor condicionante de pendiente.....	56

Tabla 20. Matriz de normalización, factor condicionante de pendiente... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 21. IC y RC, factor condicionante de pendiente..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 22. Matriz de Saaty, factores condicionantes ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 23. Matriz de normalización, factores condicionantes ..... 57	
Tabla 24. IC y RC, factores condicionantes ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 25. Matriz de Saaty, factor desencadenante ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 26. Matriz de normalización, factor desencadenante <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 27. IC y RC, factor desencadenante ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 28. Cálculo del nivel de peligro sísmico ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 29. Valores de nivel de peligro sísmico..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 30. Estratificación de los niveles de peligro, AA.HH. 15 de Julio..... 59	
Tabla 31. Matriz de Saaty, grupo etario ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 32. Matriz de normalización, grupo etario ..... 64	
Tabla 33. Matriz de Saaty, ubicación de las viviendas autoconstruidas... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 34. Matriz de normalización, ubicación de las viviendas autoconstruidas..... 64	
Tabla 35. Matriz de Saaty, acceso al servicio de agua ..... 66	
Tabla 36. Matriz de normalización, acceso al servicio de agua ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 37. Matriz de Saaty, acceso al servicio de alcantarillado ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 38. Matriz de normalización, acceso al servicio de alcantarillado ..... 67	
Tabla 39. Matriz de Saaty, acceso al servicio eléctrico ..... 67	

Tabla 40. Matriz de normalización, acceso al servicio eléctrico.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 41. Matriz de Saaty para fragilidad social .....	68
Tabla 42. Matriz de normalización, fragilidad social .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 43. Matriz de Saaty, acceso a un seguro de salud .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 44. Matriz de normalización, acceso a un seguro de salud .....	69
Tabla 45. Matriz de Saaty, capacitación en GRD.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 46. Matriz de normalización, capacitación en GRD..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 47. Matriz de normalización, cobertura de transporte público ..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 48. Matriz de Saaty, cobertura de transporte público .....	71
Tabla 49. Matriz de Saaty, material de paredes.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 50. Matriz de normalización, material de paredes.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 51. Matriz de Saaty, material de techos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 52. Matriz de normalización, material de techos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 53. Matriz de Saaty, altura de viviendas.....	73
Tabla 54. Matriz de normalización, altura de viviendas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 55. Matriz de Saaty, estado de viviendas .....	73
Tabla 56. Matriz de normalización, estado de viviendas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 57. Matriz de Saaty, altura de pirca .....	74
Tabla 58. Matriz de normalización, altura de pirca .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 59. Matriz de Saaty, fragilidad económica.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 60. Matriz de normalización, fragilidad económica.....	75
Tabla 61. Matriz de Saaty, ingreso promedio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 62. Matriz de normalización, ingreso promedio.....	76

Tabla 63. Matriz de Saaty, ocupación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 64. Matriz de normalización, ocupación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 65. Cálculo del nivel de vulnerabilidad sísmica.....	78
Tabla 66. Valores de nivel de vulnerabilidad sísmica.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 67. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad, AA.HH. 15 de Julio .....	<b>¡Error!</b>
	<b>Marcador no definido.</b>
Tabla 68. Cálculo del nivel de riesgo en el AA.HH. 15 de Julio .....	80
Tabla 69. Rangos del nivel de riesgo en el AA.HH. 15 de Julio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 70. Estratificación del nivel de riesgo en el AA.HH. 15 de Julio .....	81
Tabla 71. Estadístico descriptivo del riesgo sísmico.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 72. Prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha).....	83
Tabla 73. Estadístico descriptivo del peligro sísmico .....	84
Tabla 74. Prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha).....	84
Tabla 75. Estadístico descriptivo del riesgo sísmico.....	85
Tabla 76. Prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha).....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del distrito Mi Perú .....	23
Figura 2. Zonas sísmicas del Perú .....	34
Figura 3. Efectos de un sismo en una vivienda: Fuerzas horizontales actuando sobre ella.	40
Figura 4. Caracterización del peligro .....	48
Figura 5. Pendiente de 10° a 20° en el AA.HH. 15 de Julio .....	51
Figura 6. Pendiente de 20° a 45° en el AA.HH. 15 de Julio .....	52
Figura 7. Pendiente de 45° en el AA.HH. 15 de Julio.....	52
Figura 8. Caracterización de la vulnerabilidad sísmica.....	60
Figura 9. Grupo etario del AA.HH. 15 de Julio .....	60
Figura 10. Género de la población del AA.HH. 15 de Julio.....	61

Figura 11. Tipos de vivienda en el AA.HH. 15 de Julio .....	61
Figura 12. Estado actual de las viviendas en el AA.HH. 15 de Julio .....	61
Figura 13. Acceso al servicio de agua y alcantarillado en el AA.HH. 15 de Julio.....	62
Figura 14. Acceso al servicio eléctrico en el AA.HH. 15 de Julio .....	62
Figura 15. Acceso a seguro de salud en el AA.HH. 15 de Julio.....	62
Figura 16. Acceso a l servicio de transporte en el AA.HH. 15 de Julio .....	63

## **RESUMEN**

La investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao - Lima – 2022. La metodología fue de enfoque cuantitativo, tipo pura, nivel descriptivo y de diseño no experimental. La muestra fue de 116 viviendas autoconstruidas del AA. HH. 15 de Julio del distrito Mi Perú. El instrumento utilizado fue la ficha de registro de datos. Los resultados mostraron que, el nivel de riesgo sísmico en las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano 15 Julio es muy alto, debido que se obtuvo un promedio de nivel de riesgo sísmico de 0.108 para las viviendas autoconstruidas. Por otra parte, se determinó por medio de la prueba de hipótesis que el valor t de la variable riesgo sísmico fue de 3.807, y la significancia fue de  $0.003 > 0.05$ . Por ello, se concluyó que las viviendas si presentan un nivel de riesgo



sísmico muy alto en la zona estudiada. Por ello, se recomienda implementar programas de capacitación para los residentes de las viviendas autoconstruidas mediante técnicas de construcción sismo-resistente, selección de materiales adecuados, prácticas de construcción segura y principios básicos de la ingeniería estructural.

**Palabras clave:** Peligro sísmico, riesgo sísmico, viviendas autoconstruidas, vulnerabilidad sísmica.

### **ABSTRACT**

The research aimed to determine the level of seismic risk of self-built houses in the AA.HH. 15 de Julio, Mi Peru – Callao – Lima – 2022. The methodology was quantitative, pure, descriptive level and non-experimental design. The sample consisted of 116 self-built homes in the 15 de Julio Municipal District, in the Mi Perú district. The instrument used was the data recording form. The results showed that the level of seismic risk in the self-built houses of the 15 Julio Human Settlement is very high, because an average seismic risk level of 0.108 was obtained for the self-built houses. On the other hand, it was determined by means of the hypothesis test that the t-value of the seismic risk variable was 3.807, and the significance was  $0.003 > 0.05$ . Therefore, it was concluded that the houses do present a very high level of seismic risk in the area studied. Therefore, it is recommended to implement

training programs for residents of self-built houses through seismic-resistant construction techniques, selection of suitable materials, safe construction practices and basic principles of structural engineering.

**Key words:** Seismic hazard, seismic risk, self-built houses, seismic vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

Esta tesis denominada: Nivel de Riesgo Sísmico de las Viviendas Autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, surge a partir de la necesidad de Evaluar los riesgos los cuales permitan establecer las variables y parámetros para determinar los niveles de peligrosidad, las vulnerabilidades de los elementos esenciales (exposición, fragilidad y resiliencia), que con llevan los movimientos sísmicos, tienen la capacidad de ocasionar daños de forma indirecta o directa, por lo cual las consecuencias dependen del grado de intensidad, preparación y capacidad de respuesta de la sociedad. De esta forma, se considera de importante la estimación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Abordando el riesgo sísmico desde una perspectiva multidisciplinaria y global; analizando los daños en infraestructuras y obras de ingeniería, las pérdidas humanas y económicas, y cualquier otro aspecto social (1).

organizativo e institucional que afecte el desarrollo de una sociedad como el caso del Asentamiento Humano 15 de Julio, que debido a su nueva creación y conformación requiere de estudios de riesgos para prevenir a la población ante los posibles desastres que pueden ocurrir debido a la ubicación geográfica y las condiciones físicas del lugar y las viviendas de dicho Asentamiento Humano como los sismos que es uno de los principales desastres que afecta a toda una población debido a las características geológicas, la pendiente del lugar hasta el tipo de material de las viviendas.

El objetivo de la investigación es determinar el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao - Lima – 2022.

Con respecto a la metodología, fue de enfoque cuantitativo, tipo pura, nivel descriptivo y diseño no experimental. La población del estudio estuvo conformada por el asentamiento humano 15 de Julio del distrito Mi Perú, en la provincia del Callao y región Lima. La muestra estuvo conformada por 116 viviendas del asentamiento humano 15 de Julio del distrito Mi Perú.

El presente proyecto de estudio se ha dividido en cinco capítulos. En el Capítulo I, que trata del planteamiento del problema, se presenta la realidad problemática, la delimitación, la formulación del problema, los objetivos y la justificación del estudio. Se adjunta el Capítulo II, que abarca el marco teórico, fundamentos teóricos, marco teórico, hipótesis y caracterización conceptual de las variables en el contexto nacional e internacional. En el Capítulo III, sobre metodología, se detalla el método, tipo, nivel, diseño, población, muestra e instrumentos de recolección de datos, procesamiento y validación de instrumentos. En el Capítulo IV, sobre resultados, se presenta el diseño tecnológico, los resultados y la prueba de hipótesis de acuerdo con los objetivos de la investigación.

En el Capítulo V se discuten los resultados haciendo referencia a los objetivos particulares que se propusieron alcanzar con la investigación. Por último, se adjunta el panel fotográfico de la investigación, anexos, recomendaciones y referencias bibliográficas.

Bach. ARIAS MARTINEZ, Beatriz Roxana

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La vulnerabilidad sísmica afecta la supervivencia y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras en todo el mundo; no es sólo un problema tecnológico, ya que 60 millones de personas en América Latina residen en estructuras con defectos estructurales y el 83% de la población de América del Sur vive en zonas susceptibles a terremotos. (2).

Por ello, las ciudades deben contar con la capacidad de soportar terremotos para proporcionar seguridad y bienestar a sus habitantes. Por lo tanto, se requiere que los gobiernos y las instituciones de la región adopten medidas proactivas para reducir la vulnerabilidad sísmica.

Sin embargo, en lo general las áreas rurales son sitios donde se observa casas con construcciones tradicionales con estructuras de armazón inferior que no cumplen con las normas (3). Estas viviendas presentan mayores vulnerabilidades lo que las convierte en estructuras altamente susceptibles a daños durante terremotos.

De igual forma, a pesar de este riesgo evidente, los residentes no consiguen reforzar las construcciones debido a factores económicos, culturales, o la falta de disponibilidad de materiales y mano de obra.

Por otra parte, en países como Nepal, muchas viviendas son construidas basadas en conocimientos locales y realizada por artesanos locales con materiales y métodos tradicionales, pero carecen de la participación de profesionales como arquitectos e ingenieros, lo que crea problemas debido que las construcciones no están diseñadas para

resistir terremotos de manera efectiva (4). Además, la falta de acceso y la limitada adopción de tecnologías en Nepal genera mayores riesgos sísmicos antes desastres naturales en la comunidad (5).

Por otro lado, en China, se ha identificado un aproximado de 650 millones de personas que viven en áreas con un alto riesgo sísmico, específicamente en regiones donde los terremotos alcanzan una intensidad de grado 6 o superior. A pesar de esta considerable amenaza, la falta de supervisión y orientación en la construcción de viviendas rurales ha resultado en enormes pérdidas tras los eventos sísmicos.

De la misma manera, en China, 650 millones de personas rurales viven en áreas con riesgo de terremotos donde el grado de intensidad del terremoto es  $\geq 6$ . Sin embargo, la falta de supervisión y orientación durante la construcción de casas rurales causó enormes pérdidas después del terremoto (6).

Se estima que el 80% de las edificaciones peruanas en Lima fueron construidas con métodos y procedimientos deficientes a escala nacional. La mitad de ellas son extremadamente susceptibles a sismos de magnitud mayor a dos (2). Por lo tanto, existe un grave riesgo para la seguridad pública cuando no se siguen las normas de construcción.

También, la situación en el Perú se debe a factores económicos por parte de la población siendo incapaces de contratar a profesionales para edificar sus viviendas de manera formal. Por ello, la informalidad es un peligro para estos ciudadanos debido a la exposición de los riesgos sísmicos en la zona (7).

Además, estas construcciones en el país por lo general no utilizan materiales que no cumplen con los estándares de calidad, Normas Técnicas Peruanas (NTP) o el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

En el distrito de Mi Perú habitan localmente 56.371 personas, distribuidas entre 39 asentamientos humanos y el centro urbano, según el informe del INEI de 2014. Las proyecciones indican que en los próximos diez años, esta cifra aumentará en un 40%. Como resultado, el distrito de Mi Perú cuenta hoy con más de 60.000 habitantes que habitan tanto en el núcleo metropolitano como en sus 44 comunidades humanas. (8).

Sin embargo, en el Asentamiento Humano 15 de Julio en el Callao en los últimos años, la expansión urbana descontrolada en esta zona ha llevado a la población a asentarse en laderas de cerros, zonas altamente expuestas a riesgos naturales. Además, se observa autoconstrucciones de viviendas en estas áreas, sin cumplir con las normas de albañilería, sin asesoramiento profesional, y sin un diseño adecuado para el terreno.

De tal modo que, las familias de estas zonas han construido en condiciones peligrosas, sin considerar los riesgos asociados a la geografía del terreno. Esta informalidad en la construcción no solo pone en peligro la infraestructura de las viviendas, sino también la vida de sus habitantes, especialmente en un contexto de algún sismo fuerte.

Con el fin de minimizar los peligros detectados y salvaguardar a la población local de potenciales desastres, la investigación se concentró en evaluar el riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio de Mi Perú, Callao

## **1.2. Delimitación del problema**

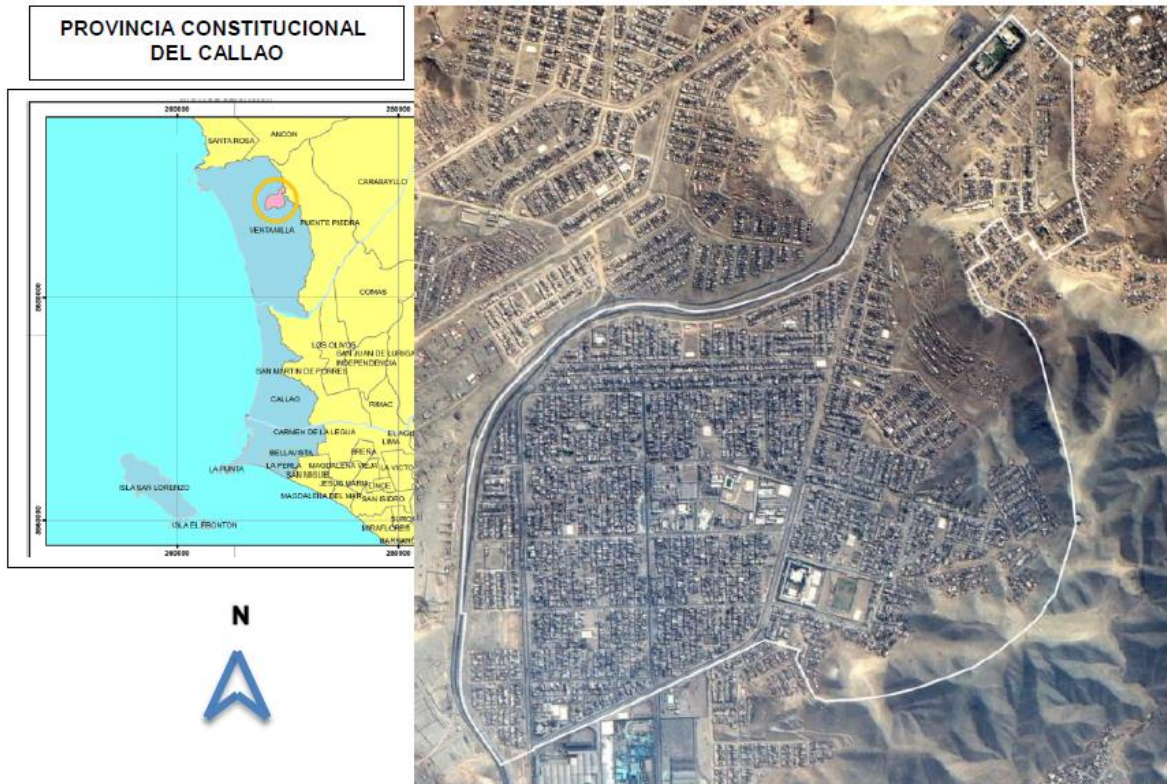
### **1.2.1. Delimitación conceptual**

La investigación se limitó a la variable riesgo sísmico junto a sus dimensiones peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica.

### 1.2.2. Delimitación espacial

El estudio solo fue aplicado en el asentamiento humano 15 de Julio del distrito Mi Perú.

Figura 1. Ubicación del distrito Mi Perú



Fuente: (Municipalidad del Centro Poblado Nuestra Señora de Las Mercedes de Mi Perú, 2014)

### 1.2.3. Delimitación temporal

El estudio se desarrolló en el periodo 2022 – 2023.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema general

¿De qué manera se determina el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022?

### 1.3.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera se determina el nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022?



- ¿De qué manera se determina la vulnerabilidad sísmica poseen las viviendas autoconstruidas del AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022.

## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación social**

Cuando puede servir como fuente principal de conocimiento o como un curso de acción alternativo, pero lo más importante, cuando se comunica de manera comprensible, se convierte en una justificación social (9).

Como resultado, la investigación tiene como objetivo informar a las autoridades y a la población local del asentamiento humano sobre los riesgos que plantean las violaciones de los códigos de construcción y la susceptibilidad de las viviendas a los terremotos. Esta información ayudará a tomar decisiones bien informadas y a implementar las medidas de seguridad adecuadas al construir en la zona. Como resultado, el estudio puede usarse como referencia para otras partes de la nación que tengan condiciones comparables y estructuras de vivienda autoconstruidas, además de esta.

### **1.5.2. Justificación teórica**

La justificación teórica genera reflexión y discusión académica referente a un conocimiento existente, que confronta la teoría y contrasta resultados (10).

Con respecto al estudio, los sismos generan daños a la estructura ya sea debido a licuefacción de arena, derrumbes, deslizamientos de tierra y deslizamientos de lodo. Estos fenómenos pueden resultar en grandes pérdidas humanas y económicas. Por ello, es necesario evaluar los riesgos sísmicos como una medida para proporcionar una base científica y técnica para la planificación y respuesta ante desastres.

Por tanto, el estudio desarrolla un marco de literatura y de antecedentes conformados por artículos científicos tanto en español e inglés para facilitar la comprensión de los riesgos sísmicos en las viviendas autoconstruidas.

### **1.5.3. Justificación metodológica**

Cuando se sugiere un enfoque para su uso en una investigación y demuestra ser único o eficaz, se lleva a cabo una justificación metodológica (9).

El estudio proporciona instrumentos de recolección de datos para la medición de la variable riesgo sísmico y sus dimensiones de manera sistemática. De esta manera, este formato puede ser utilizado por otros investigadores o empresas dedicadas al sector de la construcción para el reforzamiento de este tipo de construcciones.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Acuña (2023) en su investigación titulada **“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de una provincia peruana con riesgo sísmico”**. Tuvo como objetivo estudiar la vulnerabilidad sísmica de las casas autoconstruidas de una provincia de Perú con riesgo sísmico. Los resultados mostraron que, las distorsiones del eje alcanzaban un 102.86% en relación a la distorsión máxima permisible de 0.007, de acuerdo con la RNE. Esta superación de los límites reglamentarios indica que las edificaciones tienen una alta susceptibilidad a recibir daño severo con un movimiento sísmico. Se concluyó que, las edificaciones evaluadas presentan una vulnerabilidad sísmica media-alta, lo que implica un riesgo considerable para sus habitantes ante un evento sísmico.

Romero, et al (2023) en su investigación titulada **“Self-Built Houses in a Peruvian Andean City: Seismic Vulnerability and Seismic Behavior”**. Tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas en el distrito de Huancán mediante la metodología INDECI. Los resultados mostraron que, el 90% de las viviendas presentaron una vulnerabilidad clasificada como "alta" o "muy alta". Solo el 10% de las viviendas mostró una vulnerabilidad moderada. Además, los factores más influyentes fueron las irregularidades en la planta, la altura, y la distribución de masas de las viviendas, lo que genera un desequilibrio estructural significativo. Además, se identificó que muchas de estas casas tenían una densidad de muros inadecuada, particularmente en la dirección X, lo cual afectó negativamente el cumplimiento de las normativas de construcción. Esto generó

problemas graves, como un esfuerzo axial máximo excesivo, un control deficiente de grietas y una inadecuada deriva entre pisos. Se concluyó que, el distrito de Huancán enfrenta un riesgo sísmico extremadamente alto debido a las deficiencias estructurales en sus viviendas autoconstruidas.

Rodríguez y Villacorta (2022) en su estudio llamado **“Determinación del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas en el Barrio 6B del Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir, La Libertad 2022”**. Tuvo como objetivo hacer un estudio del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas en un barrio. Los resultados mostraron que, el 67% de las viviendas no contó con asesoría profesional en su construcción, lo que pone en evidencia la informalidad y potencial riesgo estructural de la mayoría de las edificaciones. Solo el 25% de las viviendas recibió apoyo a nivel de planos, y un escaso 8% tuvo asesoría durante la construcción. Además, el 92% de las viviendas presentan un nivel de peligro sísmico medio, y el 8% un peligro alto. En cuanto al nivel de riesgo sísmico, el 50% indicó un nivel medio y otro 50% un nivel alto. Se concluyó que, la falta de asesoría profesional durante la construcción ha llevado a un alto nivel de riesgo sísmico en la comunidad, lo que exige acciones inmediatas para reforzar las estructuras existentes y garantizar la seguridad de los residentes.

Guzmán (2022) en su estudio llamado **“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de 02 niveles en el Barrio Miraflores, San Juan Bautista, Ayacucho 2022”**. con el fin de conocer la vulnerabilidad de las viviendas autoconstruidas del barrio Miraflores ante sismos fue el objetivo principal. El 17,24% de las viviendas presentó un nivel de vulnerabilidad alto, frente al 31,03% con un nivel medio y el 51,72% con un nivel bajo, según los resultados. Además, de acuerdo con la metodología

PIVR – FEMA154, el 86,21% de las viviendas no requiere una evaluación integral adicional, mientras que el 13,79% de las viviendas sí la necesita. Se concluyó que, aunque más de la mitad de las viviendas muestran una vulnerabilidad baja, se requiere mejorar la seguridad sísmica y reducir el riesgo de daños y pérdidas humanas en futuras situaciones sísmicas.

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

Xiong, et al (2024) en su investigación titulada “Research on seismic performance and improvement of rural self-built houses”, China. Tuvo como objetivo realizar una evaluación comparativa del desempeño sísmico de estructuras expuestas a condiciones de terremoto. Los resultados mostraron que, el desplazamiento entre pisos y el esfuerzo cortante de la base, con reducciones oscilaron entre el 18.26% y el 32.10% en comparación con las estructuras tradicionales. Se concluyó que, la aplicación de tecnología de aislamiento sísmico en casas rurales autoconstruidas mejora significativamente la resiliencia estructural y la seguridad en áreas propensas a terremotos.

Liu, et al (2023) en su investigación titulada “Seismic vulnerability and risk assessment at the urban scale using support vector machine and GIScience technology: a case study of the Lixia District in Jinan City, China”. Tuvo como objetivo evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a escala urbana utilizando máquinas de vectores de soporte y tecnología GIScience. Los resultados mostraron que, el índice de vulnerabilidad de los edificios se encontró en un promedio de 0.43, lo que sugiere que el desempeño sísmico general de la zona es bueno. La mayoría del área evaluada se encuentra dentro de un rango de intensidad sísmica de VII a X grados, lo que implica que los edificios podrían experimentar daños leves a moderados en caso de un terremoto. Se concluyó que, el SVM y la GIScience permiten evaluar la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de manera precisa a nivel urbano.

Goldwyn, et al (2022) en su investigación titulada “Multi-Hazard Housing Safety Perceptions of Those Involved with Housing Construction in Puerto Rico”, Puerto Rico. Tuvo como objetivo analizar las percepciones de seguridad de viviendas ante múltiples peligros de los involucrados en la construcción de viviendas en Puerto Rico. Los resultados mostraron que, el 29% de los encuestados reportó que su vivienda sufrió daños importantes o fue destruida debido a tormentas, mientras que en los terremotos de 2019-2020, solo el 1% de los encuestados informó daños graves. Se concluyó que, los daños pueden variar en factores como la intensidad del huracán, la vulnerabilidad específica de las viviendas frente a vientos fuertes y tormentas, y las características particulares de algún terremoto en la región durante el período de investigación.

Chen, et al (2021) en su investigación titulada “Seismic Performance and Risk Assessment of Traditional Brick-Wood Rural Buildings Based on Numerical Simulation”. Tuvo como objetivo evaluar el rendimiento sísmico de una casa tradicional con estructura de ladrillo y madera en la provincia de Jiangxi. Los resultados mostraron que, las estructuras son vulnerables a los terremotos, especialmente aquellos de intensidad igual o superior a 6 grados. Los daños típicos observados incluyen deformaciones plásticas y daños locales, especialmente en las áreas cercanas a correas y en las paredes adyacentes a puertas y ventanas. Dado el nivel de vulnerabilidad detectado, se propuso un método de refuerzo utilizando tiras de mortero de cemento reforzado y mallas en la superficie de las paredes, como una solución práctica y adecuada para mejorar la resistencia sísmica de estas viviendas rurales tradicionales. Se concluyó que, la propuesta ofrece una solución técnica viable para mitigar riesgos sísmicos, adaptada a las condiciones rurales y los materiales tradicionales de la región.

Wu y Wu (2020) en el estudio llamado “An Analysis of Rural Households’ Earthquake-Resistant Construction Behavior: Evidence from Pingliang and Yuxi”, China. Tuvo como objetivo analizar los comportamientos de construcciones resistentes a los terremotos (E-RCB) mediante los modelos logísticos y de regresión logística ordenada. Los resultados mostraron que, los hogares que conocen las normas locales de fortificación sísmica promueven prácticas de construcción resistente a terremotos en un 94.3% más que aquellos que no están informados. También, se identificó que la tasa de implementación de prácticas E-RCB aumenta en aproximadamente un 13.4% cuando se aumenta la confianza en las instituciones gubernamentales. Sin embargo, a medida que aumenta el peligro estructural la incidencia de E-RCB disminuye en un 75.5%. Además, los hogares más antiguos tienen una tasa de adopción de E-RCB un 42.0% menor en comparación con las casas más recientes. Se concluyó que, la presencia de peligro estructural elevado y la antigüedad de las viviendas parecen reducir la implementación de estas prácticas, lo que indica una necesidad de intervenciones más centradas en las viviendas con mayores riesgos y en la educación continua sobre la importancia de las normas sísmicas.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1 Teoría de la tectónica de placas**

La teoría menciona que los sismos o temblores son provocados por la fricción continua entre los límites de las placas tectónicas que colisionan. Estas placas pueden moverse de diversas maneras, como en zonas de subducción, donde una placa se hunde bajo otra, o a lo largo de fallas de deslizamiento, donde las placas se deslizan lateralmente una respecto a la otra. La fricción y las tensiones acumuladas en estos límites provocan una liberación súbita de energía elástica almacenada, que se traduce en ondas sísmicas que viajan a través de la Tierra y se sienten en la superficie (11).

### **2.2.2 Sismo**

Son movimientos generados por la liberación de energía almacenada en el interior de la Tierra. Esta energía se acumula debido a tensiones en las rocas que finalmente superan la resistencia de las mismas, provocando una ruptura en el subsuelo. Esta energía se convierte en ondas sísmicas que viajan a través de las rocas y llegan a la superficie, donde se perciben como temblores (12). Siendo necesario comprender este proceso es crucial para el estudio de la actividad sísmica, la evaluación de riesgos y la planificación de medidas de prevención y mitigación de desastres.

### **2.2.3 Sismicidad**

Se refiere a la distribución y frecuencia de los sismos en una región específica a lo largo del tiempo y el espacio, así como la magnitud de estos eventos sísmicos (12). Por tanto, la sismicidad es un indicador de la actividad sísmica en una región, reflejando tanto la frecuencia como la magnitud de los terremotos en una zona determinada.

### **2.2.4 Suelo**

Es un suelo superficial de la corteza terrestre compuesto por una mezcla de fragmentos minerales, materia orgánica, agua y aire (12). El suelo no solo es crucial para el soporte de la vida vegetal y animal, sino también para la estabilidad de las construcciones y la gestión de riesgos geotécnicos (7).

### **2.2.5 Tipos de suelo**

#### **a) Perfil Tipo S0: Roca Dura**

Es un suelo con una velocidad de propagación de ondas de corte mayor a 1500 m/s. Este tipo de suelo presenta una alta capacidad de carga y baja deformabilidad, lo que indica una excelente capacidad para soportar estructuras y resistir el impacto sísmico (13).



#### **b) Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos**

Con velocidades de propagación de ondas transversales que oscilan entre 500 m/s y 1500 m/s, estos suelos son extremadamente rígidos.. Incluye suelos como arena muy densa, grava arenosa densa arcilla muy y compacta. Estos suelos ofrecen una buena capacidad de soporte, pero la presencia de fracturas en rocas puede afectar la estabilidad estructural (13).

#### **c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios**

Son suelos medianamente rígidos con velocidades de propagación de ondas de corte entre 180 m/s y 500 m/s, como arena densa o grava arenosa medianamente densa. Estos suelos tienen una capacidad de carga y resistencia sísmica intermedia, lo que puede requerir medidas adicionales de ingeniería para asegurar la estabilidad en caso de sismos, (13).

#### **d) Perfil Tipo S3: Suelos Blandos**

Se trata de suelos de grava arenosa blanda o de arena media a fina con velocidades de propagación de ondas de corte inferiores a 180 m/s.. Incluye suelos cohesivos blandos con baja resistencia al corte. Estos suelos presentan un riesgo mayor durante eventos sísmicos debido a su baja capacidad de carga y alta deformabilidad, lo que puede llevar a un mayor daño estructural (13).

### **2.2.6 Topografía**

Se basa en la pendiente del terreno y la vulnerabilidad sísmica presente en la misma. Este puede clasificarse de la siguiente manera:

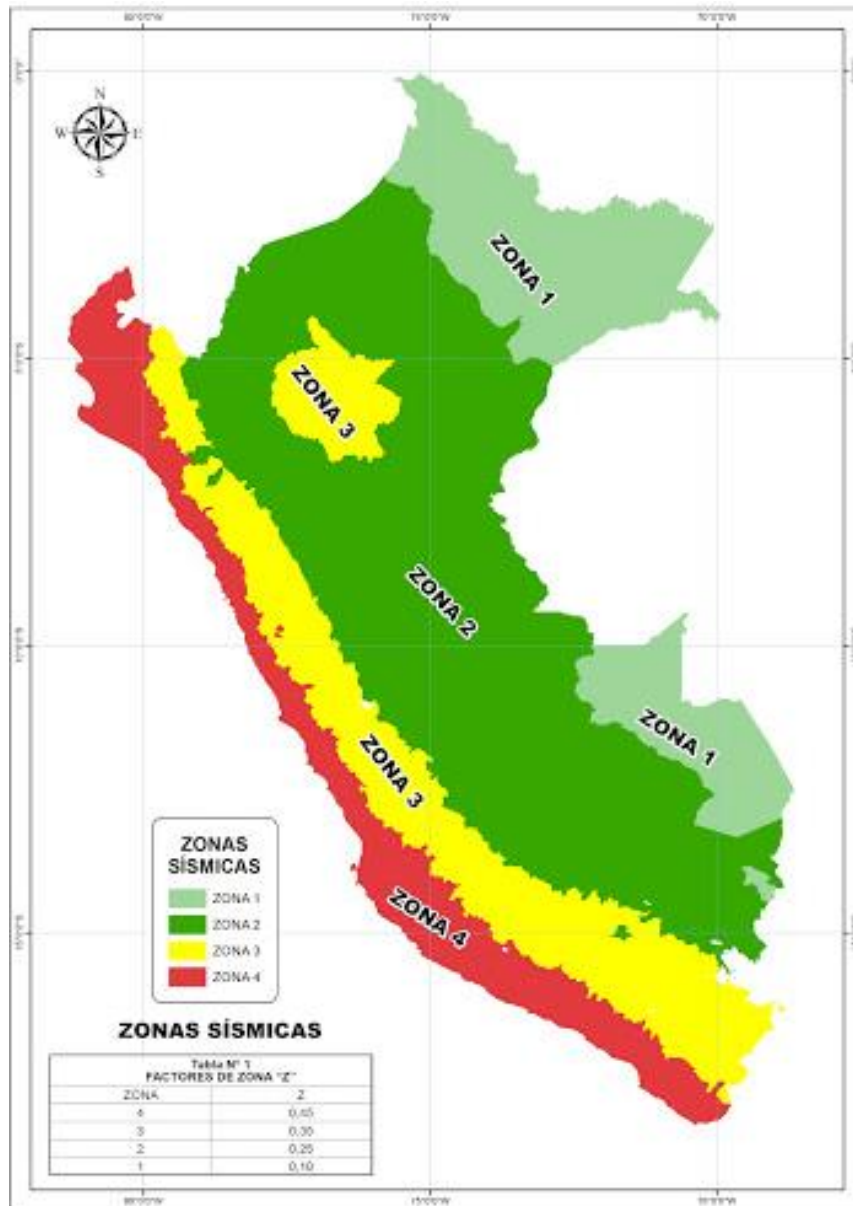
- **Pendientes Mínimas:** Terreno llano con inclinación menor al 15%. Esto reduce el riesgo de deslizamientos de tierra y ofrece una base más estable para la construcción (12).

- **Pendientes Menores:** Terreno ondulado con inclinación entre 15% y 50%. La inclinación moderada aumenta la probabilidad de deslizamientos de tierra, especialmente en eventos sísmicos (12).
- **Pendientes Mayores:** Terreno accidentado o escarpado con inclinación mayor al 50%. Las construcciones en estos terrenos requieren técnicas avanzadas de ingeniería y medidas de estabilización para reducir el riesgo durante los sismos, (12).

### **2.2.7 Zonificación**

Con base en la norma técnica de diseño sismorresistente E. 030, existen cuatro zonas sísmicas al interior del país, donde la distribución de los movimientos sísmicos observados y su separación del epicentro proporcionan un patrón distintivo que sirve de base para la zonificación (14). Las zonas sísmicas peruanas se muestran en la figura.

Figura 2. Zonas sísmicas del Perú



Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Para calcular el coeficiente de zona es necesario conocer la ubicación de la vivienda. Cuando se aplica a un suelo rígido, el factor Z se define como la aceleración horizontal máxima que tiene una probabilidad del 10% de ser superada en 50 años. Los valores de Z se muestran en la tabla como un porcentaje de la aceleración de la gravedad.

Tabla 1. Factores de Z

<b>Factores de zona "Z"</b>	
<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Los parámetros S (suelo), Tp y TL (periodos) permiten identificar el tipo de suelo de un lugar seleccionar. En las tablas, se muestran los factores de tipo de suelo según la zona sísmica y los valores de los periodos según el perfil de suelo.

Tabla 2. Factores S (suelo), según zona sísmica

<b>Zona</b>	<b>Suelo</b>			
	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>Z4</b>	0.80	1.00	1.05	1.10
<b>Z3</b>	0.80	1.00	1.15	1.20
<b>Z2</b>	0.80	1.00	1.20	1.40
<b>Z1</b>	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Tabla 3. Factores Tp y TL (periodos), según perfil de suelo

	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>Tp (S)</b>	0.30	0.40	0.60	1.00
<b>TL (S)</b>	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

En cuanto al coeficiente de uso, se considera la tabla 5 de la norma E.030 en la cual se detalla la categoría de edificación y factores de uso U, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Coeficiente de uso de viviendas

Categoría	Descripción	Factor U
A. Edificaciones esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría 1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>- Estaciones de bombero, cuarteles de las fuerzas armadas y policías.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamable so tóxicos.</li> <li>- Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.</li> </ul>	1.5
B. Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1.3
C. Edificaciones comunes	Edificaciones comunes, tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas contaminantes.	1
D. Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

Nota: Cuando las estructuras de nueva construcción de la categoría A1 se sitúan en las zonas sísmicas 4 y 3, están aisladas sísmicamente en la base. El aislamiento sísmico es una decisión que puede tomar el organismo responsable en las zonas sísmicas 1 y 2. En las zonas sísmicas 1 y 2, el valor U es al menos 1,5 si no se utiliza aislamiento sísmico. Además, estas estructuras, a elección del diseñador, ofrecen suficiente rigidez y resistencia para operaciones laterales.

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

### **2.2.8 Viviendas Autoconstruidas**

Son viviendas que se construyen sin la intervención de profesionales calificados. En lugar de contar con ingenieros o arquitectos, los constructores suelen ser maestros de obra no especializados o incluso los propios propietarios junto con sus familiares y vecinos. No obstante, esto puede generar problemas estructurales, errores en la elección de materiales, y falta de cumplimiento con los códigos y normas de construcción. Esto es debido a que los familiares y vecinos participan en el proceso de construcción, a menudo basándose en conocimientos informales o experiencias pasadas, pero sin formación técnica específica (12).

Por ello, para mitigar estos riesgos, es crucial promover la educación sobre prácticas de construcción seguras y proporcionar acceso a asesoría técnica. Además, de hacer cumplir regulaciones de construcción que aseguren que las viviendas se construyan de acuerdo con los estándares de seguridad y calidad adecuada.

### **2.2.9 Configuración estructural de las viviendas autoconstruidas**

#### **A. Geometría**

El método estructural de mampostería confinada, según norma técnica E. 0.70, está constituido por combinaciones de muros dúctiles en las orientaciones mayores o significativas del edificio debido a la posibilidad de diafragmas rígidos y continuos ya conocidos (15).

#### **B. Resistencia**

Cumplir con el estándar para la compra de materiales, componentes estructurales y muros es crucial ya que el edificio necesita estar equilibrado después de sufrir un sismo (15).

### **C. Rigidez**

Cuando ocurre un evento sísmico de determinada severidad, los elementos estructurales de un edificio deben funcionar como si fueran una sola unidad (16).

### **D. Continuidad**

La norma técnica E. 070 establece que para evitar problemas de rigidez en los edificios, las estructuras deben presentar regularidad tanto en alzado como en planta. También debe mencionarse la discontinuidad en la transmisión de todas las fuerzas horizontales y de gravedad a través de los muros que se conectan en la base (cimentación), así como la discontinuidad en la transmisión de fuerzas existentes como la presión (gravitatoria) y las fuerzas horizontales provocadas por cambios bruscos en la rigidez (16).

#### **2.2.10 Calidad en la construcción**

Se basa en un diseño adecuado y un proceso constructivo eficiente. Esto implica una planificación detallada, una adecuada ejecución de la obra y el cumplimiento de las normas y estándares aplicables. Asimismo, un diseño bien elaborado garantiza que la construcción sea segura, duradera y funcional (11). Sin embargo, la falta de atención en estas áreas puede llevar a problemas estructurales y a una vida útil reducida del edificio.

Cabe mencionar que, los agregados utilizados en una construcción deben cumplir con normas específicas para asegurar que el concreto tenga una vida útil prolongada y un buen rendimiento estructural (7). No obstante, si se utiliza agregados de calidad inferior puede comprometer la integridad estructural del edificio, reduciendo su capacidad de soportar cargas y afectando su desempeño en caso de eventos sísmicos.

De igual forma, las construcciones deben recibir mantenimiento regular para asegurar su correcto funcionamiento y desempeño a lo largo del tiempo. El mantenimiento ayuda a identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas significativas.

Por ello, se le puede reforzar la estructura siendo este una medida preventiva que mejora la capacidad de carga y resistencia de un edificio (7).

Sin embargo, para evaluar la calidad de un edificio y su riesgo sísmico en una gran superficie, es necesario tener en cuenta una serie de factores, como el número de plantas, la extensión de los voladizos, la existencia de forjados blandos o débiles, la calidad de la construcción, el efecto del impacto, el efecto de la pendiente y la velocidad máxima del terreno. La forma en que el edificio reacciona ante un sismo depende de cada uno de estos factores (17).

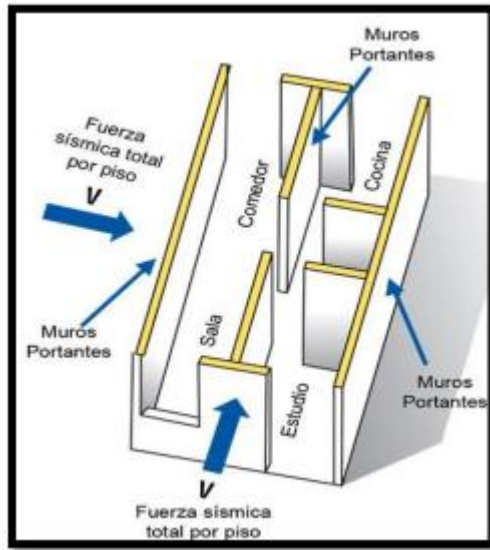
#### **2.2.11 Densidad de muros**

Se trata de la capacidad de los muros de ser capaces de soportar el corte sísmico generado durante un terremoto para garantizar la estabilidad y la seguridad del edificio. Una buena densidad de muros implica que estos están distribuidos de manera efectiva en ambas direcciones (X y Y) del edificio (13).

Por tanto, para que una estructura tenga un buen comportamiento sísmico, debe contar con una configuración adecuada de muros que pueda manejar las fuerzas de corte generadas durante un sismo. Esto significa que tanto la cantidad como la calidad de los muros deben ser suficientes para prevenir fallos estructurales.



Figura 3. Efectos de un sismo en una vivienda: Fuerzas horizontales actuando sobre ella.



Cabe mencionar que, la proporción adecuada entre el área de muros y el área de corte es esencial para la resistencia sísmica de una construcción. Si el área de muros es insuficiente en relación con el área de corte requerida, se incrementa el riesgo de fallas estructurales durante un sismo, (RNE, 2018).

## 2.3. Marco conceptual

### 2.3.1 Riesgo sísmico

Se refiere a la capacidad de un edificio para resistir los efectos de un terremoto. Además, para gestionar esta variable, se requiere evaluar tanto el peligro sísmico como la vulnerabilidad sísmica (12).

De igual forma, se debe evaluar la calidad de la construcción y el diseño estructural son determinantes clave de la vulnerabilidad sísmica, (Juárez, 2019). Asimismo, las edificaciones con diseños y materiales adecuados presentan una menor vulnerabilidad y, por ende, un menor riesgo sísmico (18).

Cabe mencionar que, esta variable puede ser clasificada de la siguiente manera:

Tabla 5. Niveles de riesgo sísmico

	<b>Riesgo muy alto</b>	Hay un riesgo muy elevado, los edificios colapsa. Se considera un porcentaje de peligro de caída estructural que hace inhabitable el inmueble y se cuentan fallecimientos superiores al 75%
	<b>Riesgo alto</b>	Hay un riesgo muy elevado y hay edificios que en un sismo pueden tener daños graves que comprometan su estabilidad, con un porcentaje de riesgo de falla estructural y fallecimientos superiores al 50%
	<b>Riesgo medio</b>	Hay edificios en los cuales se pueden presentar daños graves, pero que no comprometen la estructura haciéndola caer, con un porcentaje de riesgo de falla estructural y fallecimientos superiores al 25%
	<b>Riesgo bajo</b>	Luego de un sismo, los edificios presentan pocos daños a las estructura y no se verifican en las edificaciones fallas o caídas, con una consideración del riesgo de falla estructural y fallecimientos superiores al 5%

Fuente: (Rodríguez, 2019)

### 2.3.2 Peligro sísmico

Es una dimensión que determina la probabilidad y la intensidad de los movimientos sísmicos según las características del suelo, el tipo de terreno, y la calidad de la construcción de las estructuras (12). No obstante, comprender el peligro sísmico requiere una evaluación detallada del entorno, incluyendo las condiciones del suelo y del terreno, así como las características estructurales de los edificios.

Por tal razón, la calidad y distribución de los elementos estructurales son esenciales para determinar cómo una estructura resistirá el peligro sísmico. Edificaciones mal diseñadas o construidas pueden enfrentar mayores daños en caso de sismo (11). Además de los temblores, el peligro sísmico puede implicar riesgos adicionales como tsunamis o deformaciones tectónicas, que deben ser considerados en la planificación y mitigación del riesgo sísmico.

### 2.3.3 Vulnerabilidad sísmica

Es el grado de exposición de una edificación a posibles daños sísmicos, lo cual depende en gran medida de su diseño y construcción (12). Las estructuras diseñadas sin tener

en cuenta la resistencia sísmica son altamente vulnerables. La calidad de la construcción y el cumplimiento de los estándares sismo-resistentes son esenciales para reducir la vulnerabilidad (19).

Asimismo, en el caso de las viviendas autoconstruidas o informales, que a menudo carecen de un diseño técnico apropiado, tienen una vulnerabilidad sísmica mayor (20).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general**

El nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022; es muy alto.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- El nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022; es muy alto.
- El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022; es muy alto.

## **2.5 Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual**

#### **Variable 1: Riesgo sísmico**

Se refiere a la capacidad de un edificio para resistir los efectos de un terremoto (12)

Tabla 6. *Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1: Riesgo sísmico	Se refiere a la capacidad de un edificio para resistir los efectos de un terremoto (12)	El riesgo sísmico puede ser medido por medio del peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica de las construcciones estudiadas	Peligro sísmico	Parámetros de evaluación	Intensidad (MM)	Ordinal
				Factores condicionantes	Geología	Nominal
					Geomorfología	Nominal
					Pendiente (°)	Ordinal
				Factores desencadenantes	Magnitud (Mw)	Ordinal
			Vulnerabilidad sísmica	Situación social	Grupo etario (años)	Ordinal
					Acceso a los servicios básicos	Nominal
				Situación económica	Material de construcción	Nominal
					Estado actual de la vivienda	Nominal
Aspectos estructurales de las viviendas	Nominal					

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

El enfoque cuantitativo se enfoca en medir datos numéricos por medio de muestras en un estudio donde se busque identificar relaciones causales, identificar patrones y obtener conclusiones generalizables que pueden aplicarse a contextos más amplios (21). Por tanto, se utilizó el enfoque cuantitativo como método general debido que el riesgo sísmico fue medido por medio de análisis estadísticos sobre los niveles de peligros sísmico y vulnerabilidad.

Con respecto al método específico, el método deductivo se basa en el razonamiento lógico, partiendo de lo general para llegar a lo específico con la intención de confirmar una teoría o hipótesis (21). Asimismo, en este estudio fue deductivo porque se buscó comprobar las hipótesis planteadas desde lo general a lo específico mediante pruebas estadísticas.

#### **3.2. Tipo de investigación**

La investigación pura es aquella que busca resolver problemas prácticos y ampliar el conocimiento en áreas fundamentales para su aplicación en futuros proyectos científicos, (Hernández y Mendoza, 2018). De tal modo que, se utilizó la investigación pura ya que se amplía el conocimiento y se crean fundamentos para el caso del nivel de riesgo sísmico en el Asentamiento Humano 15 de Julio, en el distrito Mi Perú, Callao.

#### **3.3. Nivel de investigación**

La investigación descriptiva tiene como objetivo identificar las características y atributos de cualquier fenómeno en estudio. Explica los patrones dentro de una población o grupo. (22).

De esta forma, la investigación se enfoca en describir el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas, junto con el nivel de peligro y vulnerabilidad sísmica.

### **3.4. Diseño de investigación**

En este tipo de estudio no experimental, el investigador observa el problema sin tener la capacidad de cambiar ningún proceso o variable, y el problema se desarrolla a través del proceso de recolección de datos. Si las unidades de análisis fueron manipuladas deliberadamente, se incluyeron grupos de control o se utilizó el instrumento como único instrumento, también se puede distinguir del tipo experimental. En este último caso, los fenómenos se examinan y analizan como lo serían en su hábitat natural (23).

Debido a que se recopilará información directa sobre el estado actual de las viviendas en el distrito de Mi Perú para determinar el nivel de riesgo sísmico, el diseño del estudio se alinea con un diseño transversal no experimental. No solo no se deben alterar las dimensiones de las variables de investigación, sino que también se deben considerar las siguientes.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Se denomina población al conjunto de elementos sobre los que se realiza la investigación, siendo su definición más amplia el conjunto de unidades de muestreo (24).

La población en estudio está constituida por las 116 viviendas que conforman el barrio AA.HH. 15 de Julio del distrito de Mi Perú, ubicado en la provincia del Callao y Región Lima.

### **3.5.2. Muestra**

Es de vital importancia delimitar cuidadosamente la muestra debido a que se trata de una fracción estadísticamente representativa de la población que servirá como fuente de recolección de datos (25).

Dado que la selección de ítems es independiente de la probabilidad, la muestra para el estudio es no probabilística (21). En consecuencia, las 116 viviendas autoconstruidas del barrio AA. HH. 15 de Julio del distrito de Mi Perú conforman la muestra, la cual es equivalente a la población. Fue tomada de los datos del censo de población reciente del Asentamiento Humano.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica de la observación es aquella en donde el investigador recopila información de manera directa y sin intervención en el fenómeno estudiado. A través de la observación se registra y analiza aspectos relevantes de un objeto o situación, proporcionando una base sólida de datos empíricos para su estudio (21). Por ello, se utilizó la observación para evaluar las condiciones las viviendas autoconstruidas y la topografía del terreno.

Con respecto al instrumento, la ficha de recolección de datos es un instrumento diseñado para sistematizar y organizar la información recopilada de manera estructurada, (21). Por tanto, se utilizó la ficha de registro de datos para obtener información sobre las variables y dimensiones para el análisis estadístico de la mismas.

Cabe mencionar que, el instrumento fue validado mediante la validación por juicio de expertos, (anexo 4) y la confiabilidad se verificó con la prueba de alfa de Cronbach en SPSS. Para el cual se ingresaron los ítems de la ficha de registro de las características de las viviendas y los servicios con los que cuenta la población. El valor de alfa de Cronbach obtenido fue de 70.1%, el cual se considera como una ficha de registro confiable. La siguiente tabla muestra el resultado de salida del programa SPSS.

*Tabla 1. Alfa de Cronbach*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,701	10

*Tabla 8. Resumen de casos procesados*

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>		N	%
Casos	Válido	116	100,0
	<u>Excluido<sup>a</sup></u>	0	,0
	Total	116	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Se utilizó la prueba de hipótesis de cola derecha para comprobar las hipótesis planteadas en el estudio según la estratificación de rangos indicados para el riesgo sísmico, peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica. Asimismo, la prueba estadística aplicado fue la prueba de t de student para analizar las medias obtenidas de las viviendas autoconstruidas.



## CAPÍTULO IV

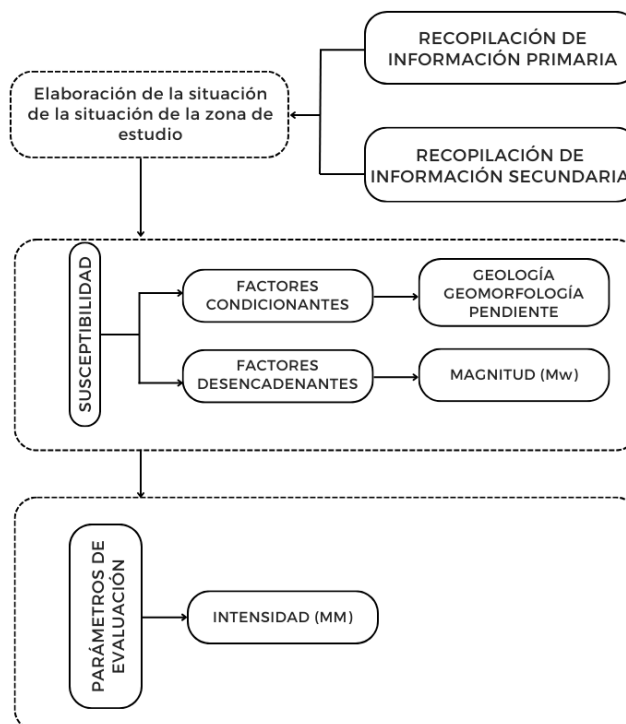
### RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

##### 4.1.1. Nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – Lima

Para realizar la caracterización del nivel de peligro sísmico en las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, se utilizó la siguiente metodología adaptada del CENEPRED.

Figura 4. Caracterización del peligro



El peligro en el AA.HH. 15 de Julio se contextualiza con la ocurrencia del sismo en las costas de la ciudad de Lima, de la misma forma se consideran como factores condicionantes la geología, geomorfología y pendiente, y como factor desencadenante la magnitud; los cuales en conjuntos forman parte de la susceptibilidad ante un evento sísmico.

De la misma forma en que se describieron las características sociales de la población también se describen las características físicas como las condiciones geológicas, geomorfológicas, pendiente de terreno e intensidades sísmicas, en las siguientes líneas.

✓ **Condiciones geológicas**

El asentamiento humano 15 de Julio, se encuentra ubicado geológicamente entre los depósitos aluviales (Qp-al) que cubren gran parte del área de estudio.

- Volcánico ancón (Ki-va)

Rocas volcánicas-sedimentarias y sedimentarias, constituidas por brechas volcánicas y derrames andesíticos en elevaciones que limitan con la intercuenca Ventanilla que conforma el Cerro Negro, Señal Cerro Chillón, Señal Vela, donde se presentan derrames andesíticos intercalados con areniscas tobáceas con algunos horizontes de lutitas fuertemente oxidadas.

- Depósitos aluviales (Qp-al)

Los depósitos que se encuentran en los fondos de los valles están compuestos por materiales transportados por los ríos desde las vertientes occidentales de los Andes, que atraviesan rocas del Terciario y Mesozoico, así como el batolito costero. Estos materiales se depositaron en partes del cauce y en gran medida a lo largo y a través de los abanicos aluviales, donde se encuentran los sedimentos aluviales del Pleistoceno más recientes y antiguos.

- Depósito marino (Qpl-m)

Unidad geológica que pertenece al pleistoceno que se conforma por depósitos de abrasión marina que constituyen terrazas marinas que en

algunos casos se componen de areniscas, materiales calcáreos y restos de conchuelas fragmentadas.

- Depósito eólico (Qr-e)

Son depósitos que se originan cerca de la costa y, dependiendo de la dirección del viento y la geología local, se extienden hacia el interior. En las llanuras aluviales se encuentran apilados sobre rocas in situ, aunque en laderas con variaciones modestas de elevación es donde suelen alcanzar mayores espesores. Los mantos en forma de dunas longitudinales y barcanes son el patrón de distribución de las arenas eólicas..

- Depósito antropogénico (Qr-an)

Esta unidad geológica cuaternaria reciente se ubica cerca de centros urbanos y está constituida por desechos de la actividad humana, como basura sólida y material de relleno.

✓ **Condiciones geomorfológicas**

De acuerdo con el mapa geomorfológico del Perú, elaborado por el INGEMMET, en el AA.HH. 15 de Julio se tienen las unidades geomorfológicas.

- Llanura aluvial (Pl-al)

Bajo mesetas, bofedales, depósitos antropogénicos, franjas costeras, mantos arenosos, terrazas y valles, así como superficies planas con ondulaciones suaves asociadas a depósitos aluviales, aluviales antiguos y fluvioglaciales. Cambios físicos que ocurren continuamente, propios de cuencas, llanuras andinas y franjas costeras.

- Colina en roca sedimentaria (RC-rs)

Son elevaciones extensas con pendientes moderadas a bajas y pendientes disectadas creSonadas por procesos denudativos que reducen los

afloramientos de rocas sedimentarias. Los batolitos son alargados, irregulares y, a veces, tienen pendientes bajas a medias con cimas relativamente redondeadas. Impactados por flujos de escombros causados por procesos de erosión de laderas..

✓ **Pendiente de terreno**

El AA.HH. 15 de Julio presenta superficies que van desde terrenos inclinados con pendiente fuerte a pendiente muy fuerte. Tal como se muestra en la tabla de rangos.

*Tabla 9. Pendientes de terreno*

	0° a 5°	Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave
	5° a 10°	Pendiente moderada
	10° a 20°	Pendiente fuerte
	20° a 45°	Pendiente muy fuerte
	> 45°	Pendiente muy escarpada

Las figuras muestran las pendientes en el área de estudio.

*Figura 5. Pendiente de 10° a 20° en el AA.HH. 15 de Julio*



*Figura 6. Pendiente de 20° a 45° en el AA.HH. 15 de Julio*



*Figura 7. Pendiente de 45° en el AA.HH. 15 de Julio*



✓ **Intensidad sísmica**

El proyecto del Centro Regional de Sismología para América del Sur (SERRA-CEREIS) dirigido por la UNI elaboró un documento titulado "Distribución de las intensidades sísmicas máximas observadas en el Perú", en el que se representan los valores de intensidad máxima y los contornos de intensidades. El mapa de intensidades indica que la intensidad del distrito de El Callao es equivalente a IX en la escala de Mercalli, y el plan temático de intensidades sísmicas se presenta en el Anexo 6.

#### 4.2.1.1. Parámetro de evaluación

El parámetro de evaluación considerado para un evento sísmico es la intensidad sísmica en la escala de Mercalli Modificada que alcanza valores máximos de IX. La tabla muestra los valores ponderados para la intensidad de sismo en la matriz de Saaty.

Tabla 10. Matriz de Saaty, intensidad de sismo

Intensidad de sismo escala MM	III	III - IV	V - VII	VII - IX	> IX
III	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
III - IV	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
V - VII	0.200	0.333	1.000	4.000	6.000
VII - IX	0.143	0.200	0.250	1.000	4.000
> IX	0.111	0.143	0.167	0.250	1.000
Suma	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.417</b>	<b>17.250</b>	<b>27.000</b>
1/Suma	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.106</b>	<b>0.058</b>	<b>0.037</b>

De la misma forma, se adjunta la matriz de normalización con el vector de priorización para la intensidad sísmica en el AA.HH. 15 de Julio.

Tabla 11. Matriz de normalización, intensidad de sismo

Intensidad de sismo escala MM	III	III - IV	V - VII	VII - IX	> IX	Vector priorización
III	0.560	0.642	0.531	0.406	0.333	<b>0.494</b>
III - IV	0.187	0.214	0.319	0.290	0.259	<b>0.254</b>
V - VII	0.112	0.071	0.106	0.232	0.222	<b>0.149</b>
VII - IX	0.080	0.043	0.027	0.058	0.148	<b>0.071</b>
> IX	0.062	0.031	0.018	0.014	0.037	<b>0.032</b>

Para finalizar, se adjunta el índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para el parámetro de evaluación de intensidad sísmica en la escala de Mercalli Modificada.

Tabla 12. IC y RC, intensidad de sismo

IC	<b>0.099</b>
RC	0.089

#### 4.2.1.2. Susceptibilidad

Para evaluar el parámetro de susceptibilidad se consideró el factor condicionante y desencadenante, que se describen en las siguientes líneas.

- **Factores condicionantes**

Los valores ponderados para el factor condicionante de geología se encuentran en las tablas siguientes, al mismo modo que se adjunta el cuadro de vector de priorización y los valores de índice de consistencia y relación de consistencia.

*Tabla 13. Matriz de Saaty, factor condicionante de geología*

<b>Unidad geológica</b>	<b>Depósito marino (Qp-m)</b>	<b>Depósito eólico (Qr-e)</b>	<b>Depósito aluvial (Qp-al)</b>	<b>Depósito antropogénico (Qr-an)</b>	<b>Volcánico ancón (Ki-va)</b>
<b>Depósito marino (Qp-m)</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
<b>Depósito eólico (Qr-e)</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
<b>Depósito aluvial (Qp-al)</b>	0.200	0.333	1.000	2.000	4.000
<b>Depósito antropogénico (Qr-an)</b>	0.143	0.200	0.500	1.000	3.000
<b>Volcánico ancón (Ki-va)</b>	0.111	0.143	0.250	0.333	1.000
<b>Suma</b>	1.787	4.676	9.750	15.333	24.000
<b>1/Suma</b>	0.560	0.214	0.103	0.065	0.042

*Tabla 14. Matriz de normalización, factor condicionante de geología*

<b>Unidad geológica</b>	<b>Depósito marino (Qp-m)</b>	<b>Depósito eólico (Qr-e)</b>	<b>Depósito aluvial (Qp-al)</b>	<b>Depósito antropogénico (Qr-an)</b>	<b>Volcánico ancón (Ki-va)</b>	<b>Vector priorización</b>
<b>Depósito marino (Qp-m)</b>	0.560	0.642	0.513	0.457	0.375	<b>0.509</b>
<b>Depósito eólico (Qr-e)</b>	0.187	0.214	0.308	0.326	0.292	<b>0.265</b>
<b>Depósito aluvial (Qp-al)</b>	0.112	0.071	0.103	0.130	0.167	<b>0.117</b>
<b>Depósito antropogénico (Qr-an)</b>	0.080	0.043	0.051	0.065	0.125	<b>0.073</b>
<b>Volcánico ancón (Ki-va)</b>	0.062	0.031	0.026	0.022	0.042	<b>0.036</b>

Tabla 15. IC y RC, factor condicionante de geología

IC	<b>0.043</b>
RC	0.039

Los valores del índice de consistencia y relación de consistencia, el cuadro de vector de priorización y la matriz de Saaty para el factor condicionante de geomorfología se muestran en las tablas.

Tabla 16. Matriz de Saaty, factor condicionante de geomorfología

Unidad geomorfológica	Terraza marina	Planicie inundable	Planicie ondulada	Llanura aluvial	Colina en roca sedimentaria
<b>Terraza marina</b>	1.000	2.000	3.000	4.000	8.000
<b>Planicie inundable</b>	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
<b>Planicie ondulada</b>	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
<b>Llanura aluvial</b>	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
<b>Colina en roca sedimentaria</b>	0.125	0.250	0.333	0.500	1.000
<b>Suma</b>	2.208	4.083	6.833	10.500	18.000
<b>1/Suma</b>	0.453	0.245	0.146	0.095	0.056

Tabla 17. Matriz de normalización, factor condicionante de geomorfología

Unidad geomorfológica	Terraza marina	Planicie inundable	Planicie ondulada	Llanura aluvial	Colina en roca sedimentaria	Vector priorización
<b>Terraza marina</b>	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
<b>Planicie inundable</b>	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
<b>Planicie ondulada</b>	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
<b>Llanura aluvial</b>	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
<b>Colina en roca sedimentaria</b>	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Tabla 18. IC y RC, factor condicionante de geomorfología

IC	<b>0.009</b>
RC	0.008



Los valores del índice de consistencia y relación de consistencia, el cuadro de vector de priorización y la matriz de Saaty por el factor condicionante de pendiente se muestran en las tablas

Tabla 19. Matriz de Saaty, factor condicionante de pendiente

Pendiente	0° - 5°	5° - 10°	10° - 20°	20° - 45°	> 45°
0° - 5°	1.000	3.000	4.000	6.000	7.000
5° - 10°	0.333	1.000	3.000	4.000	6.000
10° - 20°	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
20° - 45°	0.167	0.250	0.333	1.000	3.000
> 45°	0.143	0.167	0.250	0.333	1.000
<b>Suma</b>	1.893	4.750	8.583	14.333	21.000
<b>1/Suma</b>	0.528	0.211	0.117	0.070	0.048

Tabla 20. Matriz de normalización, factor condicionante de pendiente

Pendiente	0° - 5°	5° - 10°	10° - 20°	20° - 45°	> 45°	Vector priorización
0° - 5°	0.528	0.632	0.466	0.419	0.333	<b>0.476</b>
5° - 10°	0.176	0.211	0.350	0.279	0.286	<b>0.260</b>
10° - 20°	0.132	0.070	0.117	0.209	0.190	<b>0.144</b>
20° - 45°	0.088	0.053	0.039	0.070	0.143	<b>0.078</b>
> 45°	0.075	0.035	0.029	0.023	0.048	<b>0.042</b>

Tabla 21. IC y RC, factor condicionante de pendiente

IC	<b>0.066</b>
RC	0.059

Así, es necesario señalar que se realizó un resumen de los factores contribuyentes para obtener los respectivos pesos, lo cual se demuestra en los siguientes cuadros de la matriz de Saaty, vector de prioridad y valores de IC y RC.

Tabla 22. Matriz de Saaty, factores condicionantes

Factor condicionante	Unidad geológica	Unidad geomorfológica	Pendiente
Unidad geológica	1	3	5
Unidad geomorfológica	0.33	1	3
Pendiente	0.20	0.33	1
<b>Suma</b>	1.53	4.33	9.00
<b>1/Suma</b>	0.65	0.23	0.11

Tabla 23. Matriz de normalización, factores condicionantes

Factor condicionante	Unidad geológica	Unidad geomorfológica	Pendiente	Vector priorización
Unidad geológica	0.652	0.692	0.556	0.633
Unidad geomorfológica	0.217	0.231	0.333	0.260
Pendiente	0.130	0.077	0.111	0.106

Tabla 24. IC y RC, factores condicionantes

IC	<b>0.019</b>
RC	0.037

- **Factor desencadenante**

El motivo principal para estudiar el peligro sísmico considerado fue la magnitud sísmica; para lo cual se adjuntan la matriz de Saaty, vector de priorización y los valores de IC y RC.

Tabla 25. Matriz de Saaty, factor desencadenante

Magnitud (Mw)	< 4.0	4.1 - 6.0	6.1 - 7.0	7.1 - 9.0	> 9.0
< 4.0	1	2	3	5	6
4.1 - 6.0	0.50	1	2	3	5
6.1 - 7.0	0.33	0.50	1	2	3
7.1 - 9.0	0.20	0.33	0.50	1	2
> 9.0	0.17	0.20	0.33	0.50	1
<b>Suma</b>	2.20	4.03	6.83	11.50	17.00
<b>1/Suma</b>	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Tabla 26. Matriz de normalización, factor desencadenante

Magnitud (Mw)	< 4.0	4.1 - 6.0	6.1 - 7.0	7.1 - 9.0	> 9.0	Vector priorización
< 4.0	0.455	0.496	0.439	0.435	0.353	<b>0.435</b>
4.1 - 6.0	0.227	0.248	0.293	0.261	0.294	<b>0.265</b>
6.1 - 7.0	0.152	0.124	0.146	0.174	0.176	<b>0.154</b>
7.1 - 9.0	0.091	0.083	0.073	0.087	0.118	<b>0.090</b>
> 9.0	0.076	0.050	0.049	0.043	0.059	<b>0.055</b>

Tabla 27. IC y RC, factor desencadenante

IC	<b>0.011</b>
RC	0.010

### 4.2.1.3. Nivel de peligro sísmico

El nivel de peligro sísmico se calculó con la asignación de pesos al parámetro de evaluación y a la susceptibilidad, tal como se muestra en la siguiente tabla y en el cuadro de rangos de nivel de peligro sísmico para el AA.HH. 15 de Julio en el distrito Mi Perú, de la provincia del Callao.

Tabla 28. Cálculo del nivel de peligro sísmico

P.E. PESO (0.50)	Susceptibilidad (PESO = 0.50)				VALOR DE PELIGRO
Parámetro de evaluación	0.4			0.6	
	Factor condicionante			Factor desencadenante	
1.000	0.633	0.260	0.106	1.000	
Intensidad	Geología	Geomorfología	Pendiente	Magnitud	
0.494	0.509	0.441	0.476	0.435	0.475
0.254	0.265	0.254	0.260	0.265	0.259
0.149	0.117	0.155	0.144	0.154	0.147
0.071	0.073	0.095	0.078	0.090	0.078
0.032	0.036	0.054	0.042	0.055	0.041

Tabla 29. Valores de nivel de peligro sísmico

Rango				Nivel de peligro
0.259	≤	P	< 0.475	Muy alto
0.147	≤	P	< 0.259	Alto
0.078	≤	P	< 0.147	Medio
0.041	≤	P	< 0.078	Bajo

Para complementar los resultados de los valores de nivel de peligro sísmico, se adjunta el cuadro de estratificación del peligro y el plano de nivel de peligro se adjunta en el anexo 7.

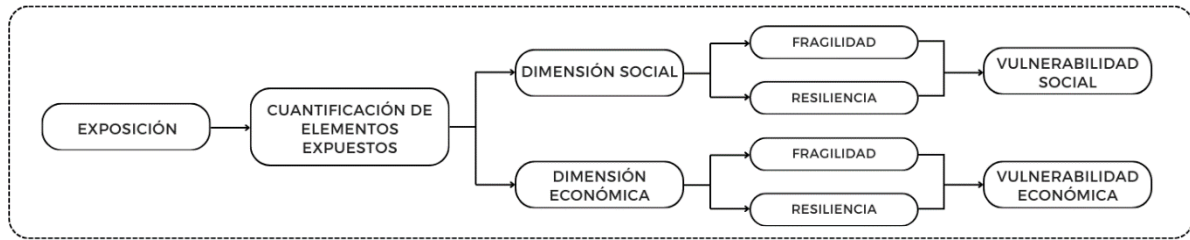
Tabla 30. Estratificación de los niveles de peligro, AA.HH. 15 de Julio

Descripción	Rango				Nivel de peligro
Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 Mw. con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de terraza marina, unidad geológica de depósitos aluviales, con pendientes de inclinación de 30° a 45°	0.259	≤	P	< 0.475	Muy alto
Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 Mw. con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de planicie, unidad geológica de depósitos marinos, con pendientes de inclinación de 15° a 30°	0.147	≤	P	< 0.259	Alto
Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 Mw. con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de llanura aluvial, unidad geológica de depósitos eólicos, con pendientes de inclinación de 10° a 15°	0.078	≤	P	< 0.147	Medio
Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 Mw. con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de colinas en roca sedimentaria, unidad geológica volcánica, con pendientes de inclinación de 5° a 10°	0.041	≤	P	< 0.078	Bajo

#### 4.1.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH 15 de Julio, Mi Perú – Callao – Lima

Considerando la fragilidad y resiliencia en la dimensión social y económica, se realizó el análisis de la vulnerabilidad sísmica en el AA.HH. 15 de julio. Como se ilustra en la figura.

Figura 8. Caracterización de la vulnerabilidad sísmica



#### 4.1.2.1. Dimensión social

Según la inspección realizada en campo y los registros, el asentamiento humano 15 de Julio cuenta con 444 pobladores y un total de 116 viviendas. Las figuras muestran el grupo etario, género, tipos de viviendas, estado actual en que se encuentra. Así como el acceso al servicio de agua y alcantarillado, acceso al servicio eléctrico, seguro de salud y acceso al servicio de transporte.

Figura 9. Grupo etario del AA.HH. 15 de Julio

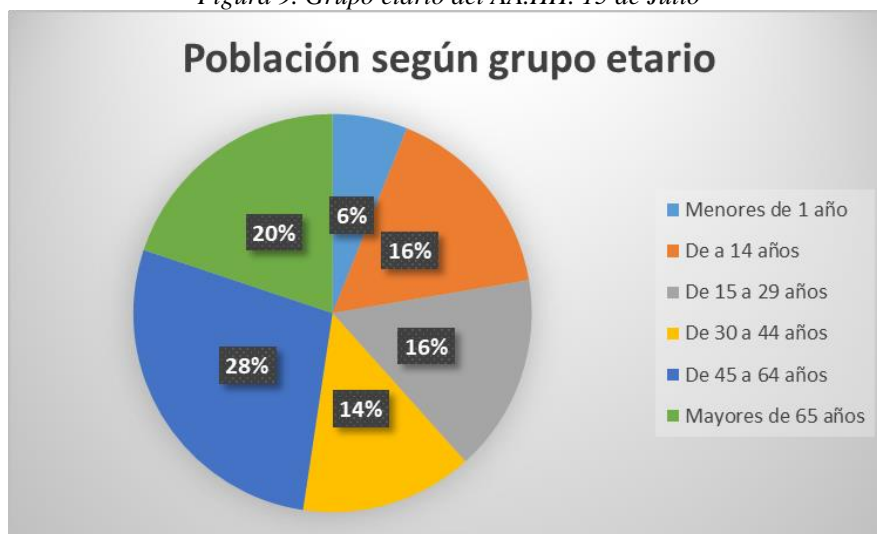


Figura 10. Género de la población del AA.HH. 15 de Julio

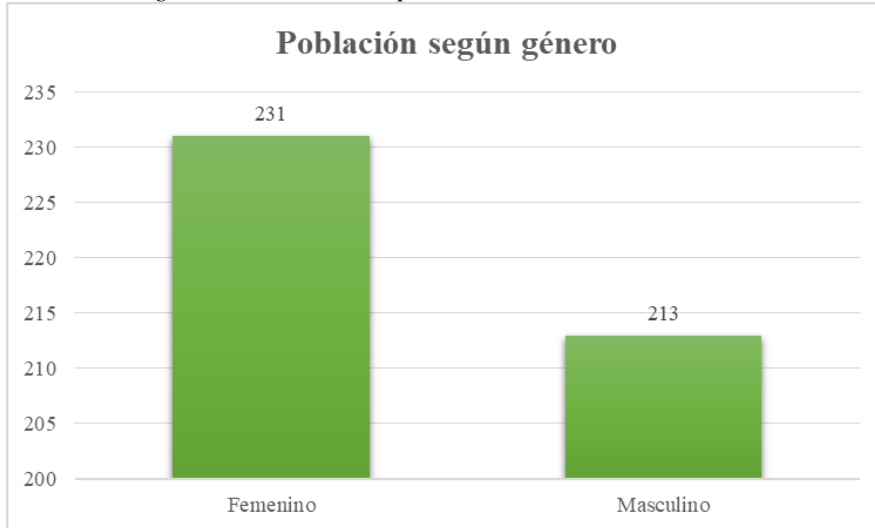


Figura 11. Tipos de vivienda en el AA.HH. 15 de Julio

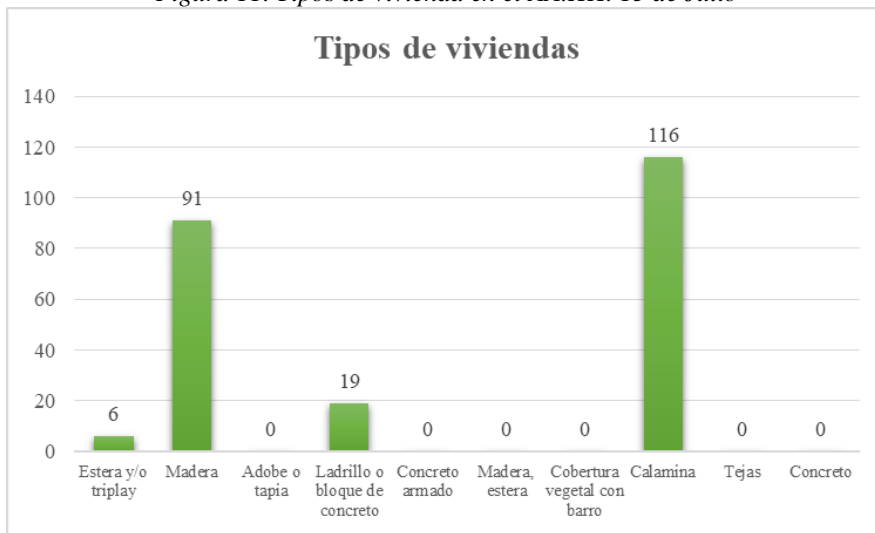


Figura 12. Estado actual de las viviendas en el AA.HH. 15 de Julio

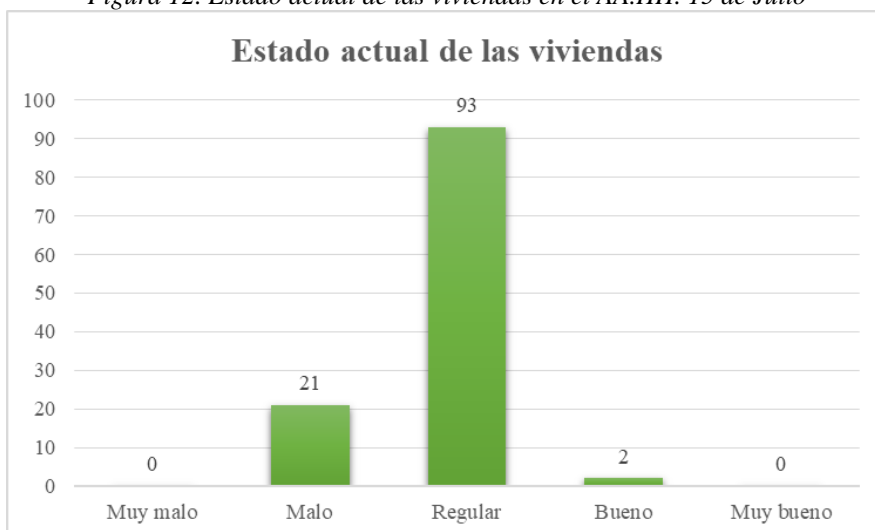


Figura 13. Acceso al servicio de agua y alcantarillado en el AA.HH. 15 de Julio

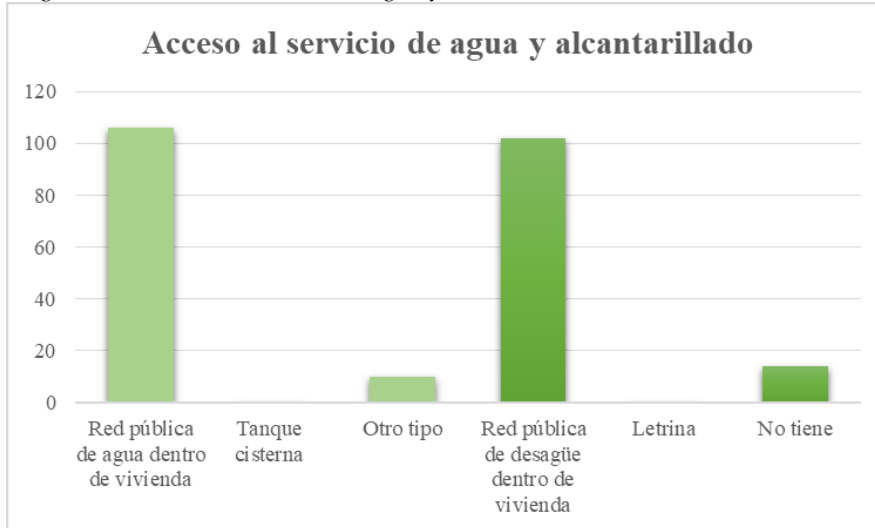


Figura 14. Acceso al servicio eléctrico en el AA.HH. 15 de Julio

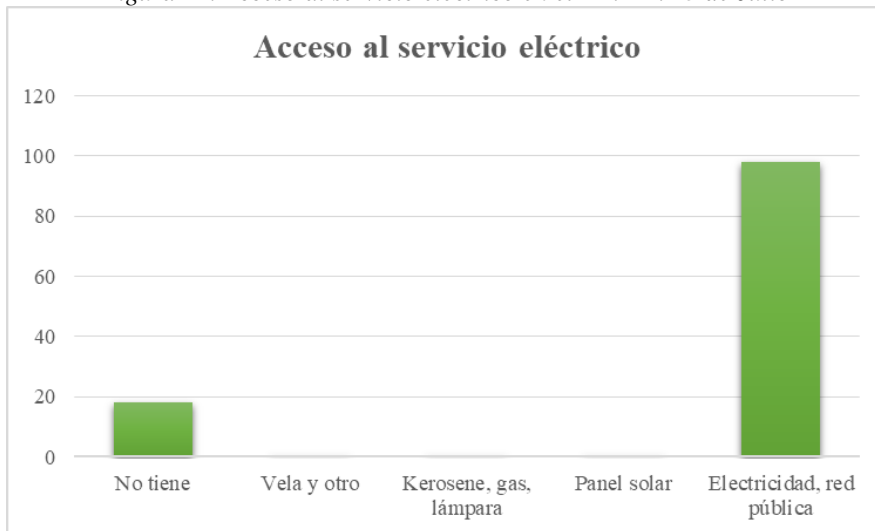


Figura 15. Acceso a seguro de salud en el AA.HH. 15 de Julio

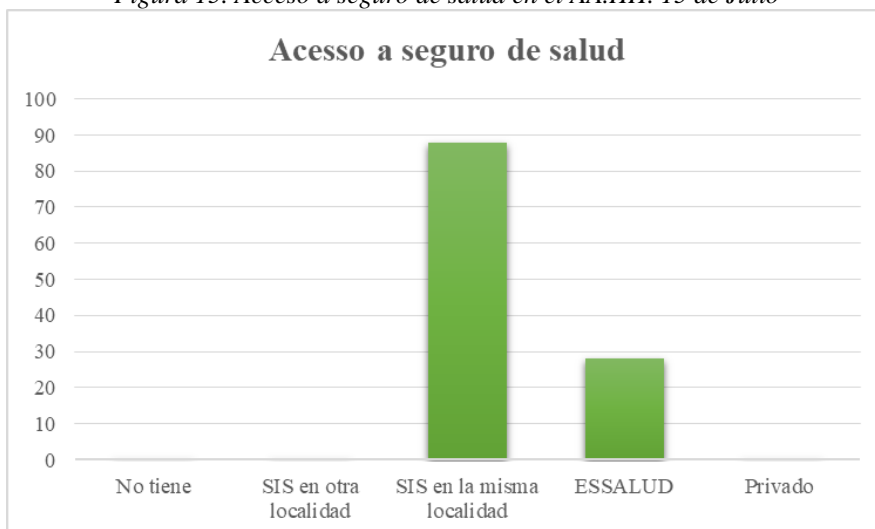
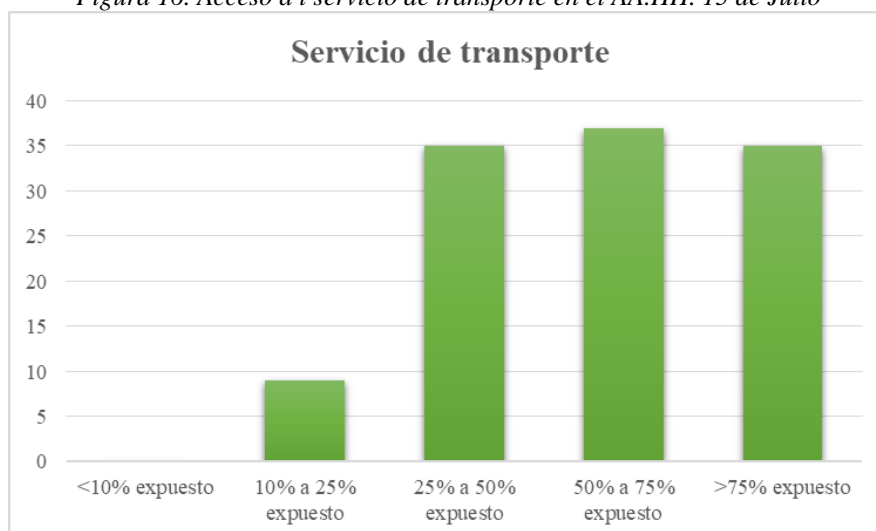


Figura 16. Acceso a l servicio de transporte en el AA.HH. 15 de Julio



- **Exposición social**

Para analizar la exposición social se tomaron en cuenta dos factores: las áreas edificadas y el parámetro de grupo de ingresos. Los datos tabulares siguientes muestran la matriz de Saaty, o matriz de comparación, y la matriz de normalización con vectores de prioridad; para cada parámetro.

Tabla 31. Matriz de Saaty, grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 5 a 14 años	De 15 a 29 años	De 30 a 44 años	De 45 a 65 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
De 5 a 14 años	0.500	1.000	2.000	4.000	6.000
De 15 a 29 años	0.333	0.500	1.000	2.000	5.000
De 30 a 44 años	0.200	0.250	0.500	1.000	3.000
De 45 a 65 años	0.143	0.167	0.200	0.333	1.000
Suma	2.176	3.917	6.700	12.333	22.000
1/Suma	0.460	0.255	0.149	0.081	0.045



Tabla 32. Matriz de normalización, grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 5 a 14 años	De 15 a 29 años	De 30 a 44 años	De 45 a 65 años	Vector priorización
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.460	0.511	0.448	0.405	0.318	<b>0.428</b>
De 5 a 14 años	0.230	0.255	0.299	0.324	0.273	<b>0.276</b>
De 15 a 29 años	0.153	0.128	0.149	0.162	0.227	<b>0.164</b>
De 30 a 44 años	0.092	0.064	0.075	0.081	0.136	<b>0.090</b>
De 45 a 65 años	0.066	0.043	0.030	0.027	0.045	<b>0.042</b>

Tabla 33. Matriz de Saaty, ubicación de las viviendas autoconstruidas

Ubicación de viviendas	Dentro del área de peligro	Muy cerca del área de peligro	Cerca del área de peligro	Lejos del área de peligro	Muy lejos del área de peligro
Dentro del área de peligro	1.000	2.000	4.000	7.000	9.000
Muy cerca del área de peligro	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Cerca del área de peligro	0.250	0.500	1.000	2.000	4.000
Lejos del área de peligro	0.143	0.333	0.500	1.000	2.000
Muy lejos del área de peligro	0.111	0.200	0.250	0.500	1.000
Suma	2.004	4.033	7.750	13.500	21.000
1/Suma	0.499	0.248	0.129	0.074	0.048

Tabla 2. Matriz de normalización, ubicación de las viviendas autoconstruidas

Ubicación de viviendas	Dentro del área de peligro	Muy cerca del área de peligro	Cerca del área de peligro	Lejos del área de peligro	Muy lejos del área de peligro	Vector priorización
Dentro del área de peligro	0.499	0.496	0.516	0.519	0.429	0.492
Muy cerca del área de peligro	0.250	0.248	0.258	0.222	0.238	0.243
Cerca del área de peligro	0.125	0.124	0.129	0.148	0.190	0.143
Lejos del área de peligro	0.071	0.083	0.065	0.074	0.095	0.078

Muy lejos del área de peligro	0.055	0.050	0.032	0.037	0.048	0.044
-------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- **Fragilidad social**

Los parámetros de evaluación para la fragilidad social fueron el servicio de agua, alcantarillado y el servicio eléctrico. Las tablas muestran la matriz de Saaty y de normalización para los respectivos parámetros.

*Tabla 35. Matriz de Saaty, acceso al servicio de agua*

Servicio de agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna	Tanque cisterna	Red pública de agua dentro de vivienda
No tiene	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Río, acequia, manantial o similar	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Camión cisterna	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
Tanque cisterna	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Red pública de agua dentro de vivienda	0.125	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	2.042	3.676	8.533	15.333	24.000
<b>1/Suma</b>	0.490	0.272	0.117	0.065	0.042

*Tabla 36. Matriz de normalización, acceso al servicio de agua*

Servicio de agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna	Tanque cisterna	Red pública de agua dentro de vivienda	Vector priorización
No tiene	0.490	0.544	0.469	0.391	0.333	<b>0.445</b>
Río, acequia, manantial o similar	0.245	0.272	0.352	0.326	0.292	<b>0.297</b>
Camión cisterna	0.122	0.091	0.117	0.196	0.208	<b>0.147</b>
Tanque cisterna	0.082	0.054	0.039	0.065	0.125	<b>0.073</b>
Red pública de agua	0.061	0.039	0.023	0.022	0.042	<b>0.037</b>

Tabla 35. Matriz de Saaty, acceso al servicio de agua

Servicio de agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna	Tanque cisterna	Red pública de agua dentro de vivienda
No tiene	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Río, acequia, manantial o similar	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Camión cisterna	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
Tanque cisterna	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Red pública de agua dentro de vivienda	0.125	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	2.042	3.676	8.533	15.333	24.000
1/Suma	0.490	0.272	0.117	0.065	0.042

Tabla 36. Matriz de normalización, acceso al servicio de agua

Servicio de agua	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna	Tanque cisterna	Red pública de agua dentro de vivienda	Vector priorización
No tiene	0.490	0.544	0.469	0.391	0.333	<b>0.445</b>
Río, acequia, manantial o similar	0.245	0.272	0.352	0.326	0.292	<b>0.297</b>
Camión cisterna	0.122	0.091	0.117	0.196	0.208	<b>0.147</b>
Tanque cisterna	0.082	0.054	0.039	0.065	0.125	<b>0.073</b>
Red pública de agua dentro de vivienda	0.061	0.039	0.023	0.022	0.042	<b>0.037</b>

Tabla 37. Matriz de Saaty, acceso al servicio de alcantarillado

Servicio de alcantarillado	No tiene	Pozo ciego	Pozo séptico	Unidad Básica de Saneamiento (UBS)	Red pública de desagüe dentro de vivienda
No tiene	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Pozo ciego	0.500	1.000	3.000	4.000	7.000
Pozo séptico	0.250	0.333	1.000	2.000	5.000
Unidad Básica de Saneamiento (UBS)	0.167	0.250	0.500	1.000	3.000
Red pública de desagüe dentro de vivienda	0.125	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	2.042	3.726	8.700	13.333	24.000
1/Suma	0.490	0.268	0.115	0.075	0.042

Tabla 38. Matriz de normalización, acceso al servicio de alcantarillado

Servicio de alcantarillado	No tiene	Pozo ciego	Pozo séptico	Unidad Básica de Saneamiento (UBS)	Red pública de desagüe dentro de vivienda	Vector priorización
No tiene	0.490	0.537	0.460	0.450	0.333	0.454
Pozo ciego	0.245	0.268	0.345	0.300	0.292	0.290
Pozo séptico	0.122	0.089	0.115	0.150	0.208	0.137
Unidad Básica de Saneamiento (UBS)	0.082	0.067	0.057	0.075	0.125	0.081
Red pública de desagüe dentro de vivienda	0.061	0.038	0.023	0.025	0.042	0.038

Tabla 39. Matriz de Saaty, acceso al servicio eléctrico

Servicio eléctrico	No tiene	Vela y otros	Kerosene, gas, lámpara	Panel solar	Electricidad de red pública
No tiene	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Vela y otros	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Kerosene, gas, lámpara	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
Panel solar	0.167	0.200	0.333	1.000	4.000
Electricidad de red pública	0.125	0.143	0.200	0.250	1.000
Suma	2.042	3.676	8.533	15.250	25.000
1/Suma	0.490	0.272	0.117	0.066	0.040

Tabla 40. Matriz de normalización, acceso al servicio eléctrico

Servicio eléctrico	No tiene	Vela y otros	Kerosene, gas, lámpara	Panel solar	Electricidad de red pública	Vector priorización
No tiene	0.490	0.544	0.469	0.393	0.320	0.443
Vela y otros	0.245	0.272	0.352	0.328	0.280	0.295
Kerosene, gas, lámpara	0.122	0.091	0.117	0.197	0.200	0.145
Panel solar	0.082	0.054	0.039	0.066	0.160	0.080
Electricidad de red pública	0.061	0.039	0.023	0.016	0.040	0.036

Los parámetros de fragilidad social se agruparon para obtener los respectivos vectores de priorización que sirven para calcular el valor de la vulnerabilidad social. Por lo que las siguientes tablas describen la matriz de Saaty y los vectores de priorización respectivos.

Tabla 41. Matriz de Saaty para fragilidad social

Fragilidad social	Servicio de agua	Servicio de alcantarillado	Servicio eléctrico
Servicio de agua	1.00	2.00	4.00
Servicio de alcantarillado	0.50	1.00	3.00
Servicio eléctrico	0.25	0.33	1.00
<b>Suma</b>	1.75	3.33	8.00
<b>1/Suma</b>	0.57	0.30	0.13

Tabla 42. Matriz de normalización, fragilidad social

Fragilidad social	Servicio de agua	Servicio de alcantarillado	Servicio eléctrico	Vector priorización
Servicio de agua	0.571	0.600	0.500	0.557
Servicio de alcantarillado	0.286	0.300	0.375	0.320
Servicio eléctrico	0.143	0.100	0.125	0.123

- **Resiliencia social**

La resiliencia social se evaluó con los parámetros de acceso a un seguro de salud y la capacitación en gestión de riesgos de desastres (GRD) en el AA.HH. 15 de Julio. Es así que en las tablas siguientes se adjuntan la matriz de Saaty y la matriz de normalización de los dos parámetros.

Tabla 43. Matriz de Saaty, acceso a un seguro de salud

Acceso a seguro de salud	No tiene	SIS en otra localidad	SIS en la misma localidad	ESSALUD	Privado
No tiene	1.000	2.000	3.000	5.000	8.000
SIS en otra localidad	0.500	1.000	3.000	4.000	6.000
SIS en la misma localidad	0.333	0.333	1.000	2.000	5.000
ESSALUD	0.200	0.250	0.500	1.000	4.000
Privado	0.125	0.167	0.200	0.250	1.000
<b>Suma</b>	2.158	3.750	7.700	12.250	24.000
<b>1/Suma</b>	0.463	0.267	0.130	0.082	0.042

Tabla 44. Matriz de normalización, acceso a un seguro de salud

Acceso a seguro de salud	No tiene	SIS en otra localidad	SIS en la misma localidad	ESSALUD	Privado	Vector priorización
No tiene	0.463	0.533	0.390	0.408	0.333	0.426
SIS en otra localidad	0.232	0.267	0.390	0.327	0.250	0.293
SIS en la misma localidad	0.154	0.089	0.130	0.163	0.208	0.149
ESSALUD	0.093	0.067	0.065	0.082	0.167	0.095
Privado	0.058	0.044	0.026	0.020	0.042	0.038

Tabla 45. Matriz de Suma, capacitación en GRD

Capacitación en GRD	No realizan	Escasamente capacitados	Con regular frecuencia	La mayoría está capacitada	Todos se encuentran capacitados
No realizan	1.000	2.000	4.000	7.000	9.000
Escasamente capacitados	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Con regular frecuencia	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
La mayoría está capacitada	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Todos se encuentran capacitados	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	2.004	3.676	8.533	16.333	25.000
1/Suma	0.499	0.272	0.117	0.061	0.040

Tabla 46. Matriz de normalización, capacitación en GRD

Capacitación en GRD	No realizan	Escasamente capacitados	Con regular frecuencia	La mayoría está capacitada	Todos se encuentran capacitados	Vector priorización
No realizan	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
Escasamente capacitados	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
Con regular frecuencia	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
La mayoría está capacitada	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
Todos se encuentran capacitados	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036

#### 4.2.2.2. Dimensión económica

- **Exposición económica**

El parámetro considerado en la exposición económica fue la cobertura de transporte público en el AA.HH. 15 de Julio. Por lo cual las tablas muestran la matriz de Saaty y la matriz de normalización con los vectores de priorización.

*Tabla 48. Matriz de Saaty, cobertura de transporte público*

Servicio de transporte	<10% expuesto	10% a 25% expuesto	25% a 50% expuesto	50% a 75% expuesto	>75% expuesto	Vector priorización
<10% expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
10% a 25% expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
25% a 50% expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
50% a 75% expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
>75% expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

*Tabla 47. Matriz de normalización, cobertura de transporte público*

Servicio de transporte	<10% expuesto	10% a 25% expuesto	25% a 50% expuesto	50% a 75% expuesto	>75% expuesto
<10% expuesto	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
10% a 25% expuesto	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
25% a 50% expuesto	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
50% a 75% expuesto	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
>75% expuesto	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
<b>1/Suma</b>	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Tabla 48. Matriz de Saaty, cobertura de transporte público

Servicio de transporte	<10% expuesto	10% a 25% expuesto	25% a 50% expuesto	50% a 75% expuesto	>75% expuesto	Vector priorización
<10% expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
10% a 25% expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
25% a 50% expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
50% a 75% expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
>75% expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

- **Fragilidad económica**

El material de las paredes, techos, altura de los departamentos, estado de los mismos y la altura de la pirca sobre la cual se ubica la vivienda humana fueron los parámetros utilizados para evaluar la fragilidad económica. En las tablas se muestra la matriz de Saaty y normalización de los parámetros antes mencionados.

Tabla 49. Matriz de Saaty, material de paredes

Material de paredes	Estera y/o triplay	Madera	Adobe y/o tapia	Ladrillo o bloque de concreto	Concreto armado
Estera y/o triplay	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Madera	0.333	1.000	3.000	4.000	8.000
Adobe y/o tapia	0.200	0.333	1.000	3.000	6.000
Ladrillo o bloque de concreto	0.143	0.250	0.333	1.000	4.000
Concreto armado	0.111	0.125	0.167	0.250	1.000
Suma	1.787	4.708	9.500	15.250	28.000
1/Suma	0.560	0.212	0.105	0.066	0.036



Tabla 50. Matriz de normalización, material de paredes

Material de paredes	Estera y/o triplay	Madera	Adobe y/o tapia	Ladrillo o bloque de concreto	Concreto armado	Vector priorización
Estera y/o triplay	0.560	0.637	0.526	0.459	0.321	<b>0.501</b>
Madera	0.187	0.212	0.316	0.262	0.286	<b>0.253</b>
Adobe y/o tapia	0.112	0.071	0.105	0.197	0.214	<b>0.140</b>
Ladrillo o bloque de concreto	0.080	0.053	0.035	0.066	0.143	<b>0.075</b>
Concreto armado	0.062	0.027	0.018	0.016	0.036	<b>0.032</b>

Tabla 51. Matriz de Saaty, material de techos

Material de techos	Madera, estera	Cobertura vegetal con barro	Calamina	Tejas	Concreto
Madera, estera	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Cobertura vegetal con barro	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Calamina	0.250	0.333	1.000	4.000	6.000
Tejas	0.167	0.200	0.250	1.000	4.000
Concreto	0.125	0.143	0.167	0.250	1.000
Suma	2.042	3.676	8.417	16.250	26.000
1/Suma	0.490	0.272	0.119	0.062	0.038

Tabla 52. Matriz de normalización, material de techos

Material de techos	Madera, estera	Cobertura vegetal con barro	Calamina	Tejas	Concreto	Vector priorización
Madera, estera	0.490	0.544	0.475	0.369	0.308	<b>0.437</b>
Cobertura vegetal con barro	0.245	0.272	0.356	0.308	0.269	<b>0.290</b>
Calamina	0.122	0.091	0.119	0.246	0.231	<b>0.162</b>
Tejas	0.082	0.054	0.030	0.062	0.154	<b>0.076</b>
Concreto	0.061	0.039	0.020	0.015	0.038	<b>0.035</b>

Tabla 53. Matriz de Saaty, altura de viviendas

Altura de viviendas	5 pisos	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
5 pisos	1.000	2.000	3.000	5.000	8.000
4 pisos	0.500	1.000	3.000	4.000	6.000
3 pisos	0.333	0.333	1.000	2.000	5.000
2 pisos	0.200	0.250	0.500	1.000	4.000
1 piso	0.125	0.167	0.200	0.250	1.000
Suma	2.158	3.750	7.700	12.250	24.000
1/Suma	0.463	0.267	0.130	0.082	0.042

Tabla 54. Matriz de normalización, altura de viviendas

Altura de viviendas	5 pisos	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso	Vector priorización
5 pisos	0.463	0.533	0.390	0.408	0.333	0.426
4 pisos	0.232	0.267	0.390	0.327	0.250	0.293
3 pisos	0.154	0.089	0.130	0.163	0.208	0.149
2 pisos	0.093	0.067	0.065	0.082	0.167	0.095
1 piso	0.058	0.044	0.026	0.020	0.042	0.038

Tabla 55. Matriz de Saaty, estado de viviendas

Estado de viviendas	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.000	2.000	4.000	6.000	9.000
Malo	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Regular	0.250	0.333	1.000	4.000	5.000
Bueno	0.167	0.200	0.250	1.000	4.000
Muy bueno	0.111	0.143	0.200	0.250	1.000
Suma	2.028	3.676	8.450	16.250	26.000
1/Suma	0.493	0.272	0.118	0.062	0.038

Tabla 56. Matriz de normalización, estado de viviendas

Estado de viviendas	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Muy malo	0.493	0.544	0.473	0.369	0.346	<b>0.445</b>
Malo	0.247	0.272	0.355	0.308	0.269	<b>0.290</b>
Regular	0.123	0.091	0.118	0.246	0.192	<b>0.154</b>
Bueno	0.082	0.054	0.030	0.062	0.154	<b>0.076</b>
Muy bueno	0.055	0.039	0.024	0.015	0.038	<b>0.034</b>

Tabla 57. Matriz de Saaty, altura de pirca

Altura de pirca	Nivel de piso	0.00 - 0.50	0.51 - 1.00	1.01 - 1.50	1.51 - 2.50
Nivel de piso	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
0.00 - 0.50	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
0.51 - 1.00	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
1.01 - 1.50	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
1.51 - 2.50	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Tabla 58. Matriz de normalización, altura de pirca

Altura de pirca	Nivel de piso	0.00 - 0.50	0.51 - 1.00	1.01 - 1.50	1.51 - 2.50	Vector priorización
Nivel de piso	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
0.00 - 0.50	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
0.51 - 1.00	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
1.01 - 1.50	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
1.51 - 2.50	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Los parámetros de fragilidad económica se agruparon para obtener los vectores de priorización que sirven para calcular el valor de la vulnerabilidad económica. Por lo que en las siguientes tablas se muestra la matriz de Saaty y los vectores de priorización correspondientes.

Tabla 59. Matriz de Saaty, fragilidad económica

Fragilidad económica	Material de paredes	Material de techos	Altura de edificación	Estado de edificación	Altura de pirca
Material de paredes	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Material de techos	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Altura de edificación	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Estado de edificación	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Altura de pirca	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00
Suma	2.04	3.68	8.58	15.33	23.00
1/Suma	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla 60. Matriz de normalización, fragilidad económica

<b>Fragilidad económica</b>	<b>Material de paredes</b>	<b>Material de techos</b>	<b>Altura de edificación</b>	<b>Estado de edificación</b>	<b>Altura de pirca</b>	<b>Vector priorización</b>
<b>Material de paredes</b>	0.490	0.544	0.466	0.391	0.348	0.448
<b>Material de techos</b>	0.245	0.272	0.350	0.326	0.304	0.299
<b>Altura de edificación</b>	0.122	0.091	0.117	0.196	0.174	0.140
<b>Estado de edificación</b>	0.082	0.054	0.039	0.065	0.130	0.074
<b>Altura de pirca</b>	0.061	0.039	0.029	0.022	0.043	0.039

- **Resiliencia económica**

Los parámetros considerados en la resiliencia económica fueron el ingreso promedio y la ocupación de los habitantes en el AA.HH. 15 de Julio. Por lo cual, las tablas siguientes contienen la matriz de Saaty y la matriz de normalización para los dos parámetros.

Tabla 61. Matriz de Saaty, ingreso promedio

<b>Ingreso promedio familiar</b>	<b>Menor al sueldo mínimo</b>	<b>930 a 1500 soles</b>	<b>de 1501 a 2200 soles</b>	<b>2201 a 2860 soles</b>	<b>mayor a 2860 soles</b>
<b>Menor al sueldo mínimo</b>	1.000	2.000	4.000	6.000	9.000
<b>930 a 1500 soles</b>	0.500	1.000	3.000	4.000	7.000
<b>de 1501 a 2200 soles</b>	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>2201 a 2860 soles</b>	0.167	0.250	0.333	1.000	4.000
<b>mayor a 2860 soles</b>	0.111	0.143	0.200	0.250	1.000
<b>Suma</b>	2.028	3.726	8.533	14.250	26.000
<b>1/Suma</b>	0.493	0.268	0.117	0.070	0.038

Tabla 62. Matriz de normalización, ingreso promedio

Ingreso promedio familiar	Menor al sueldo mínimo	930 a 1500 soles	de 1501 a 2200 soles	2201 a 2860 soles	mayor a 2860 soles	Vector priorización
Menor al sueldo mínimo	0.493	0.537	0.469	0.421	0.346	0.453
930 a 1500 soles	0.247	0.268	0.352	0.281	0.269	0.283
de 1501 a 2200 soles	0.123	0.089	0.117	0.211	0.192	0.147
2201 a 2860 soles	0.082	0.067	0.039	0.070	0.154	0.082
mayor a 2860 soles	0.055	0.038	0.023	0.018	0.038	0.035

Tabla 63. Matriz de Saaty, ocupación

Ocupación	Trabajador familiar no remunerado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador
Trabajador familiar no remunerado	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Obrero	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Empleado	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Trabajador independiente	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
Empleador	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
Suma	2.176	4.033	6.833	11.500	18.000
1/Suma	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Tabla 64. Matriz de normalización, ocupación

Ocupación	Trabajador familiar no remunerado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador	Vector priorización
Trabajador familiar no remunerado	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Obrero	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Empleado	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Trabajador independiente	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Empleador	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

#### **4.2.2.3. Nivel de vulnerabilidad sísmica**

El cuadro de rangos de nivel de vulnerabilidad por el AA.HH. 15 de Julio en el distrito Mi Perú, de la provincia del Callao, y la table siguiente muestran cómo se calculó el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante la asignación de pesos a la dimensión social como económica.

Tabla 65. Cálculo del nivel de vulnerabilidad sísmica

Dimensión social							Dimensión económica								Valor de vuln. social	Valor de vuln. económica	Valor vulnerabilidad total
Exposición social		Fragilidad social			Resiliencia social		Exposición económica	Fragilidad económica					Resiliencia económica				
Grupo etario	Ubicación de edificación	Servicio de agua	Servicio de alcantarillado	Servicio eléctrico	Acceso a seguro de salud	Capacitación en GRD		Servicio de transporte	Material de paredes	Material de techos	Altura de edificación	Estado de edificación	Altura de pirca	Ingreso promedio familiar	Ocupación		
0.500	0.500	0.557	0.320	0.123	0.500	0.500	1.000	0.448	0.299	0.140	0.074	0.039	0.500	0.500	0.351	0.472	0.412
0.428	0.492	0.445	0.454	0.443	0.426	0.460	0.503	0.501	0.437	0.426	0.445	0.503	0.453	0.444	0.217	0.268	0.243
0.276	0.243	0.297	0.290	0.295	0.293	0.292	0.260	0.253	0.290	0.293	0.290	0.260	0.283	0.262	0.115	0.144	0.130
0.164	0.143	0.147	0.137	0.145	0.149	0.143	0.134	0.140	0.162	0.149	0.154	0.134	0.147	0.153	0.062	0.077	0.070
0.090	0.078	0.073	0.081	0.080	0.095	0.069	0.068	0.075	0.076	0.095	0.076	0.068	0.082	0.089	0.031	0.037	0.034
0.042	0.044	0.037	0.038	0.036	0.038	0.036	0.035	0.032	0.035	0.038	0.034	0.035	0.035	0.053	0.031	0.037	0.034

⊕ Tabla 66. Valores de nivel de vulnerabilidad sísmica

Rango				Nivel de vulnerabilidad
0.243	≤	P	< 0.412	Muy alto
0.130	≤	P	< 0.243	Alto
0.070	≤	P	< 0.130	Medio
0.034	≤	P	< 0.070	Bajo

Para complementar los resultados de los valores del nivel de vulnerabilidad sísmica, se adjunta el cuadro de estratificación de la vulnerabilidad y el plano temático de vulnerabilidad sísmica se adjunta en el anexo 8.

*Tabla 67. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad, AA.HH. 15 de Julio*

Descripción	Rango					Nivel de vulnerabilidad
Grupo etario predominante de 0 a 5 años y mayores a 65 años, no cuenta con seguro de salud. El material predominante en las paredes es de estera y/o triplay con estado de conservación malo.	0.243	≤	V	<	0.412	Muy alto
Grupo etario predominante de 0 a 14 años y de 45 a 64 años, cuenta con seguro de salud SIS. El material predominante en las paredes es de madera con estado de conservación malo.	0.130	≤	V	<	0.243	Alto
Grupo etario predominante de 45 a 64 años y de 15 a 29 años, cuenta con seguro de salud SIS. El material predominante en las paredes es de madera o de ladrillo con estado de conservación de malo a regular.	0.070	≤	V	<	0.130	Medio
Grupo etario predominante de 15 a 44 años, cuenta con seguro de salud <u>Essalud</u> . El material predominante en las paredes es de ladrillo o bloque de cemento con estado de conservación regular.	0.034	≤	V	<	0.070	Bajo

#### 4.1.3. Nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH 15 de Julio, Mi Perú – Callao – Lima

El cálculo del nivel de riesgo se calculó con el producto de los valores de nivel de peligro y vulnerabilidad obtenidos en el AA.HH. 15 de Julio, tal como se describe en las siguientes tablas de cálculo, rangos y estratificación del nivel de riesgo. Por lo que el plano temático del nivel de riesgo, se adjunta en el anexo 9.



Tabla 68. Cálculo del nivel de riesgo en el AA.HH. 15 de Julio

<b>Peligro</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Riesgo (P*V)</b>
0.475	0.412	0.196
0.259	0.243	0.063
0.147	0.130	0.019
0.078	0.070	0.005
0.041	0.034	0.001

Tabla 69. Rangos del nivel de riesgo en el AA.HH. 15 de Julio

Rango				Nivel de riesgo
0.063	≤	R	< 0.196	Muy alto
0.019	≤	R	< 0.063	Alto
0.005	≤	R	< 0.019	Medio
0.001	≤	R	< 0.005	Bajo

Tabla 70. Estratificación del nivel de riesgo en el A.A.HH. 15 de Julio

Descripción	Rango			Nivel de vulnerabilidad	
<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 <del>Mw</del>, con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de terraza marina, unidad geológica de depósitos aluviales, con pendientes de inclinación de 30° a 45°</p> <p>Grupo etario predominante de 0 a 5 años y mayores a 65 años, no cuenta con seguro de salud. El material predominante en las paredes es de estera y/o triplay con estado de conservación malo.</p>	0.063	≤	R	< 0.196	Muy alto
<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 <del>Mw</del>, con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de planicie, unidad geológica de depósitos marinos, con pendientes de inclinación de 15° a 30°</p> <p>Grupo etario predominante de 0 a 14 años y de 45 a 64 años, cuenta con seguro de salud SIS. El material predominante en las paredes es de madera con estado de conservación malo.</p>	0.019	≤	R	< 0.063	Alto
<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 <del>Mw</del>, con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de llanura aluvial, unidad geológica de depósitos eólicos, con pendientes de inclinación de 10° a 15°</p> <p>Grupo etario predominante de 45 a 64 años y de 15 a 29 años, cuenta con seguro de salud SIS. El material predominante en las paredes es de madera o de ladrillo con estado de conservación de malo a regular.</p>	0.005	≤	R	< 0.019	Medio
<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 <del>Mw</del>, con intensidad del sismo de VII - IX en la escala de Mercalli Modificada, con predominancia de unidad geomorfológica de colinas en roca sedimentaria, unidad geológica volcánica, con pendientes de inclinación de 5° a 10°</p> <p>Grupo etario predominante de 15 a 44 años, cuenta con seguro de salud <del>Essalud</del> El material predominante en las paredes es de ladrillo o bloque de cemento con estado de conservación regular.</p>	0.001	≤	R	< 0.005	Bajo

## 4.2. Comprobación de hipótesis

### 4.2.1 Prueba de hipótesis general

La prueba de hipótesis sobre la media sirve para evaluar afirmaciones sobre el valor medio de una población, (Hernández y Mendoza, 2018). En este caso, permitió comprobar la hipótesis del estudio sobre el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio. Para ello, se tomó en cuenta un valor de confianza del 95% (Sig 0.05) junto con la siguiente regla de decisión:

- **H<sub>0</sub>**: El nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Callao – 2022; no es muy alto.
- **H<sub>1</sub>**: El nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Callao – 2022; es muy alto.

#### Regla de decisión:

H<sub>0</sub>:  $u \leq 0.063$  = Si el valor t es negativo se acepta la hipótesis nula.

H<sub>1</sub>:  $u > 0.063$  = Si el valor t es positivo con un pvalor  $< 0.05$  se acepta la hipótesis alterna.

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico descriptivo del nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, obteniéndose los siguientes datos:

Tabla 71. Estadístico descriptivo del riesgo sísmico

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Nivel de riesgo sísmico	11	,10827	,039443	,011892

Como consecuencia, se encontró que entre los 11 mangos vistos en AA.HH el 15 de julio, las viviendas autoconstruidas reflejaban un nivel de riesgo sísmico promedio de

0.108. Según la estratificación de los rangos planteados anteriormente, la media de riesgo sísmico de las viviendas es muy alta. A continuación, se realizó una prueba de hipótesis para la mitad de la muestra estudiada, tomando en cuenta el enfoque de la cola derecha de la siguiente manera.:

Tabla 3. Prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.063		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Nivel de riesgo sísmico	3,807	10	,003	,045271	,01877	,07177

Como se puede observar en la tabla anterior, el valor positivo (t) del display es 3.807. Por el contrario, la significancia fue  $0,003 < 0,05$ . En consecuencia, se acepta la hipótesis alterna ( $H_1: u > 0.063$ ) y rechaza la hipótesis nula según la regla de decisión, lo que significa que el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Callao – 2022 es relativamente alto.

#### 4.3.2 Prueba de hipótesis específica 1

Se aplicó para la dimensión de peligro sísmico la prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha) utilizando un valor de confianza del 95% (Sig 0.05) junto con la siguiente regla de decisión:

**H<sub>0</sub>:** El nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022; no es muy alto.

**H<sub>1</sub>:** El nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – 2022; es muy alto.

#### Regla de decisión:

H<sub>0</sub>:  $u \leq 0.259$  = Si el valor t es negativo se acepta la hipótesis nula.

H<sub>1</sub>:  $u > 0.259$  = Si el valor t es positivo con un pvalor  $< 0.05$  se acepta la hipótesis alterna.

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico descriptivo del nivel de peligro sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, obteniéndose los siguientes datos:

*Tabla 4. Estadístico descriptivo del peligro sísmico*

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Nivel de peligro sísmico	11	,32611	,046741	,014093

Se obtuvo como resultado que, dentro de todas las manzanas observadas, existe un promedio de 0,326 viviendas con un nivel de peligro sísmico alto. Luego, se realizó la prueba de hipótesis para la media de la muestra estudiada considerando el enfoque de la cola derecha de la siguiente manera:

*Tabla 5. Prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha)*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.259		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Nivel de peligro sísmico	4,762	10	,001	,067114	,03571	,09851

Como se puede observar en la tabla anterior, el valor positivo del display (t) es 4,762. Por otro lado, la significancia fue  $0.001 < 0.05$ . Por lo tanto, de acuerdo con la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1: u > 0.259$ ), es decir, el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. 15 de Julio, Callao – 2022 – es extremadamente alto.

### 4.3.3 Prueba de hipótesis específica 2

Se aplicó para la dimensión vulnerabilidad sísmica la prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha) utilizando un valor de confianza del 95% (Sig 0.05) junto con la siguiente regla de decisión:

**Ho:** El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Callao – 2022; no es muy alto.

**H1:** El nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Callao– 2022; es muy alto.

#### Regla de decisión:

Ho:  $u \leq 0.243$  = Si el valor t es negativo se acepta la hipótesis nula.

H1:  $u > 0.243$  = Si el valor t es positivo con un pvalor  $< 0.05$  se acepta la hipótesis alterna.

Posteriormente, se realizó el análisis estadístico descriptivo del nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, obteniéndose los siguientes datos:

Tabla 6. Estadístico descriptivo del riesgo sísmico

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Nivel de vulnerabilidad sísmica	11	,31823	,055583	,016759

Se determinó que hay un promedio de 0,318 de viviendas autoconstruidas con un nivel de vulnerabilidad sísmica. Posteriormente, en la prueba de hipótesis se obtuvo lo siguiente:

Tabla 76. Prueba de hipótesis sobre la media (cola derecha)

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.243		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Nivel de vulnerabilidad sísmica	4,489	10	,001	,075234	,03789	,11258

Se determinó que el valor positivo de la pantalla, t, es 4.489. Por el contrario, la significancia fue  $0,001 < 0,05$ . Así, de acuerdo con la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna ( $H_1: u > 0.243$ ), lo que significa que la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Callao – 2022, es relativamente alta.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo general, determinar el nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú – Callao – Lima. Estas viviendas mostraron una probabilidad de actividad sísmica de magnitud 8.5 Mw, debido a su terreno geomorfológico, lo que las clasifica en un nivel de riesgo sísmico muy alto. Además, en la prueba de hipótesis se determinó un nivel de riesgo sísmico promedio de 0.108, clasificado como muy alto y se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna con un valor t positivo de 3.807 y una significancia de  $0.003 < 0.05$ .

Cabe destacar que, estos resultados pueden ser contrastados con estudios previos, como el de Liu, et al (2023), que analizaron la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a escala urbana obteniéndose un índice de vulnerabilidad promedio de 0.43 en el contexto urbano, lo cual los daños podrían ser leves a moderados siendo un nivel muy alto.

Por tanto, cuando los terrenos presentan inclinación de  $30^\circ$  a  $45^\circ$  y depósitos aluviales en el terreno de las viviendas autoconstruidas aumentan el nivel de riesgo sísmico. Aunque, la tecnología avanza se debe primero evaluar los riesgos del terreno para entender y mitigar el riesgo en áreas vulnerables en futuras construcciones.

Evaluación del nivel de riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en AA.HH. 15 de Julio, Mi Perú - Callao - Lima es el primer objetivo específico. Se ha descubierto que existen condiciones en el terreno que aumentan la probabilidad de deslizamientos de tierra durante un evento sísmico. Un promedio de nivel de riesgo sísmico de 0.108 también se calcula, clasificándose en un riesgo muy alto para las viviendas autoconstruidas. Con la teoría de 3.807 y na significancia de  $0.003 < 0.05$  en la prueba de hipótesis, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, que indicaba que el riesgo sísmico es muy alto en estas viviendas..



El 30% de las viviendas se encuentran en un peligro alto, mientras que el 70% de las viviendas se encuentran en una categoría de peligro medio, según el estudio de García (2022), que desarrolló la relación entre las viviendas autoconstruidas y el riesgo sísmico. Finalmente, mediante la correlación Tau-b de Kendal, se encontró una relación estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) y muy significativa (1,000) entre la autoconstrucción de viviendas y el riesgo sísmico.

De ahí, un terreno geomorfológico desfavorable y la falta de construcción sismo-resistente generan un nivel de riesgo sísmico muy alto para las viviendas autoconstruidas. Ese enfrentamiento sísmico a lo que están expuestas las edificaciones en el futuro, lo que hace necesario realizar intervenciones técnicas en comunidades vulnerables.

Por último, en el segundo objetivo específico, determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH 15 de Julio, Mi Perú – Callao – Lima – 2022. Se estableció que el 83.62% de las viviendas están construidas con materiales altamente vulnerables como madera, estera y triplay. Con respecto al análisis estadístico se obtuvo un valor t positivo de 4.489 y la significancia de 0.001 indicando que el nivel de vulnerabilidad sísmica es muy alto.

Estos hallazgos se relacionan con estudios como el de Liu et al. (2023), en el cual encontró un índice de vulnerabilidad de 0.43, debido a la deficiencia de los materiales utilizados en las viviendas. También, en el estudio de Romero et al. (2023) estableció que el 90% de las viviendas también presentaron una vulnerabilidad sísmica alta o muy alta.

De tal modo que, en ambos casos de estos estudios, la alta vulnerabilidad se debe a deficiencias estructurales y el uso de materiales inadecuados. Siendo un patrón en común en diferentes localidades donde se observa los mismos problemas mencionados en viviendas autoconstruidas en el Perú.

Por ello, las autoridades locales y regionales deben implementar programas de refuerzo estructural, centrados especialmente en las viviendas construidas con materiales precarios como madera, estera y triplay para reducir la vulnerabilidad sísmica de aquellos ciudadanos expuestos en el futuro.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano 15 Julio presentaron un nivel de riesgo sísmico promedio de 0,108, se determinó que dichas viviendas presentan un nivel de riesgo sísmico extremadamente alto de acuerdo con el objetivo general. De igual forma, se encontró que el valor t de la variable riesgo sísmico fue de 3,807 y la significancia fue de  $0,003 > 0,05$ , según la prueba de hipótesis. Como resultado, se descubrió que las viviendas de la región investigada efectivamente presentan un peligro sísmico muy significativo.

Sin embargo, en el primer objetivo en particular se encontró que el nivel de riesgo sísmico promedio fue de 0,108, lo que indica un riesgo muy alto para las viviendas de autoconstrucción. Como resultado de la prueba de hipótesis, se aceptó la hipótesis alternativa de que el nivel de riesgo sísmico en estas viviendas es extremadamente alto y se rechazó la hipótesis nula con un valor t positivo de 3,807 y una significancia de  $0,003 < 0,05$ .

En el segundo objetivo específico, que tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH 15 de Julio, Mi Perú – Callao – Lima – 2022, se aceptó la hipótesis alternativa de que la vulnerabilidad sísmica es muy alta con base en el valor t positivo obtenido de 4.489 y significancia de 0.001.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar programas de capacitación para los residentes de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. 15 de Julio, en técnicas de construcción sismo-resistente, selección de materiales adecuados, prácticas de construcción segura y principios básicos de la ingeniería estructural.

Se recomienda integrar métodos de investigación participativos donde los residentes locales colaboren en la recolección de datos y en la implementación de soluciones.

Cabe mencionar que, la falta de aplicación de los resultados y recomendaciones de este estudio podría resultar en pérdidas humanas y materiales en caso de un sismo de gran magnitud. La alta vulnerabilidad documentada genera la posibilidad de colapsos masivos.

Por ello, los resultados del estudio deben servir como base para el desarrollo de políticas públicas que promuevan la construcción segura y refuerzo de las viviendas autoconstruidas. Así como de informar la planificación urbana en áreas vulnerables, asegurando que las nuevas construcciones y las remodelaciones de viviendas existentes sigan estándares sismo-resistentes.

Por último, se recomienda realizar estudios adicionales para identificar y probar técnicas de refuerzo estructural que sean tanto efectivas como económicamente viables para viviendas autoconstruidas en terrenos similares al AA.HH. 15 de Julio. Asimismo, evaluar a largo plazo el riesgo sísmico permite reducir la vulnerabilidad y los peligros a lo que están expuestos los habitantes en terrenos irregulares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CA & CCA. (2019). Cómo afecta el riesgo sísmico en obras de ingeniería. Obtenido de Cómo afecta el riesgo sísmico en obras de ingeniería: <https://www.caycca.com/como-afecta-riesgo-sismico-obras-ingenieria/>
2. ACUÑA. R (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de una provincia peruana con riesgo sísmico. Universidad Cesar Vallejo.
3. XIONG. J, et al (2024) Research on seismic performance and improvement of rural self-built houses. University De Wen Liu.
4. GHIMIRE. P, et al (2023) Generative AI in the Construction Industry: Opportunities & Challenges. arXiv, DOI: 10.48550/arXiv.2310.04427.
5. GHIMIRE. P, et al (2024) A Framework for Resilient Post-Disaster Self-Built House: A Case Study of Gabions House in Gorkha, Nepal.
6. Wu. M y Wu. G (2020) An Analysis of Rural Households' Earthquake-Resistant Construction Behavior: Evidence from Pingliang and Yuxi, China.
7. OCHOA. F (2020). Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas “AAHH Juan Pablo II”, Los Olivos, Lima - 2020. Universidad Cesar Vallejo.
8. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MI PERÚ. (2023). Municipalidad Distrital de Mi Perú. Obtenido de <https://munimiperu.gob.pe/main/mi-peru/>
9. AGUILAR, J. (2005). Justificación social de la investigación. Ingenierías, 3-6.
10. FERNÁNDEZ, V. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. Espiritu Emprendedor TES, 4(3), 65-76. DOI: <http://orcid.org/0000-0002-2464-6477>.
11. JUÁREZ. J (2019). Evaluación del riesgo sísmico y propuesta de reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el AA. HH. Villa Mercedes del distrito de Chaclacayo, Lima–2019. Universidad Cesar Vallejo.
12. GARCIA. M (2022) Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en el barrio de yanama del distrito de Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú.
13. RNE (2018). Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, E-030 “Diseño Sismorresistente”. Resolución Ministerial N°355-2018-Vivienda. Lima.

14. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2019). Norma E. 030 - Diseño sismorresistente. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
15. CARDONA, O. (1998). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
16. QUINTO, K. (2019). Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del Jirón La Reforma - Independencia, Lima 2018. Lima, Perú: Universidad César Vallejo.
17. KHAN, S, et al. (2019). Seismic vulnerability assessment of building stock of Malakand (Pakistan) using FEMA P-154 Method. SN Appl. Sci. Vol. 1. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1681>.
18. CHIEFFO, N. et al (2019). Seismic Vulnerability Assessment and Loss Estimation of an Urban District of Timisoara. Materials Science and Engineering, vol. 47, pp. 147-159. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/471/10/102070>.
19. DOLCE, M. (2020). Seismic risk assessment of residential buildings in Italy. Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 19. Nro. 8, pp 2999- 3032. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10518-020-01009-5>
20. GUZMÁN, E (2022) Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de 02 niveles en el Barrio Miraflores, San Juan Bautista, Ayacucho 2022. Universidad Cesar Vallejo.
21. HERNÁNDEZ, R. & MENDOZA, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
22. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
23. Aguirre, W. (2020). Pautas para confeccionar la metodología de investigación científica. Piura, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
24. BERNAL, C. (2010). Metodología de la investigación. Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
25. CASTRO, E. (2016). Teoría y práctica de la investigación científica. Huancayo, Perú: PERUGRAPH SRL.



**Anexo 2: Operacionalización de variables**


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN	
<b>Variable 1:</b> Riesgo sísmico	Resultado de la vulnerabilidad y peligro sísmico (riesgo sísmico = peligro x vulnerabilidad), ocasionadas por el hombre ante un evento sísmico. De esta forma se entiende por riesgo sísmico a la vulnerabilidad sísmica en la que se encuentra una vivienda ante un peligro sísmico (Kuroiwa, 2002).	La variable de riesgo sísmico se operacionaliza con la evaluación del nivel de peligro sísmico que engloba a los factores condicionantes y desencadenantes, así como la evaluación del nivel de vulnerabilidad que engloba el análisis de la situación social y económica del asentamiento humano 15 de Julio.	Peligro sísmico	Parámetros de evaluación	Intensidad (MM)	Ordinal	
				Factores condicionantes	Geología	Nominal	
					Geomorfología	Nominal	
					Pendiente (°)	Ordinal	
			Factores desencadenantes	Magnitud (Mw)	Ordinal		
			Vulnerabilidad sísmica	Situación social	Grupo etario (años)	Ordinal	
					Acceso a los servicios básicos	Nominal	
					Situación económica	Material de construcción	Nominal
						Estado actual de la vivienda	Nominal
						Aspectos estructurales de las viviendas	Nominal





**Anexo 3: Matriz de operacionalización del instrumento**


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
<b>Variable 1:</b> Riesgo sísmico	Resultado de la vulnerabilidad y peligro sísmico (riesgo sísmico = peligro x vulnerabilidad), ocasionadas por el hombre ante un evento sísmico. De esta forma se entiende por riesgo sísmico a la vulnerabilidad sísmica en la que se encuentra una vivienda ante un peligro sísmico (Kuroiwa, 2002).	Peligro sísmico	Parámetros de evaluación	Intensidad (MM)	Ordinal	Registro histórico de sismos
			Factores condicionantes	Geología	Nominal	Registro de condiciones geológicas
				Geomorfología	Nominal	Registro de condiciones geomorfológicas
				Pendiente (°)	Ordinal	Ficha de recopilación de datos
		Factores desencadenantes	Magnitud (Mw)	Ordinal	Registro histórico de sismos	
		Vulnerabilidad sísmica	Situación social	Grupo etario (años)	Ordinal	Ficha de recopilación de datos
				Acceso a los servicios básicos	Nominal	Ficha de recopilación de datos
			Situación económica	Material de construcción	Nominal	Ficha de recopilación de datos
				Estado actual de la vivienda	Nominal	Ficha de recopilación de datos
				Aspectos estructurales de las viviendas	Nominal	Ficha de recopilación de datos


### Anexo 4: Fichas de validez



FACULTAD DE INGENIERIA						 <b>UPLA</b> <small>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</small>
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
ANALISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:		NIVEL DE RIESGO SISMICO DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL A.A.H.H. 15 DE JULIO, CALLAO - 2022				
AUTORA:		ARIAS MARTINEZ BEATRIZ ROXANA				
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>						
UBICACIÓN:		A.D.H.H. 15 DE JULIO				<b>Calificación</b> 0: Mal 1: Bien
DISTRITO:		HI PERÚ		ALTITUD: 95 msnm		
PROVINCIA:		CALLAO		LATITUD: -11.85535		
REGIÓN:		LIMA		LONGITUD: -77.12360		
<b>II. Peligro sísmico</b>						
Indicador 1		Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad
Parámetros de evaluación	Intensidad de sismo (MM)	Factores condicionantes	Geología		Factores desencadenantes	Magnitud (Mw)
			Geomorfología			
			Pendiente (°)			
<b>III. Vulnerabilidad sísmica</b>						
Indicador 1		Unidad	Indicador 2		Unidad	1
Situación social		Grupo etario (años)	Situación económica		Material de construcción	
		Acceso a los servicios básicos			Estado actual de la vivienda	
					Aspectos estructurales de la vivienda	
<b>Valoración total</b>						
APELLIDOS Y NOMBRES:		SEDANO ROJAS JAVIER LUIS				
PROFESION Y GRADO:		INGENIERO CIVIL				
REGISTRO CIP N°:		226694				
EMAIL:		ing.javier.sedano@gmail.com				
TELEFONO:		993745797				

Rango de validez	Interpretación	 JAVIER L. SEDANO ROJAS INGENIERO CIVIL CIP N° 226694
0.81 - 1.00	Muy alta	
0.61 - 0.80	Alta	
0.41 - 0.60	Media	
0.21 - 0.40	Baja	
0.00 - 0.20	Muy baja	FIRMA

FACULTAD DE INGENIERIA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
ANALISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:		NIVEL DE RIESGOS SISMICOS DE LAS VIVIENDAS AUTOCANSTRUIDAS EN EL A.D.HH. 15 DE JULIO, CALLAO - 2022				
AUTORA:		ARIAS MARTINEZ BEATRIZ ROXANA				
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>						
UBICACIÓN:		A.D.HH. 15 DE JULIO				Calificación 0: Mal 1: Bien
DISTRITO:		MI PEÑU	ALTITUD:		95 msnm	
PROVINCIA:		CALLAO	LATITUD:		-11.8553 S	
REGIÓN:		LIMA	LONGITUD:		-77.1236 O	
<b>II. Peligro sísmico</b>						
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad
	Parámetros de evaluación	Intensidad de sismo (MM)	Factores condicionantes	Geología	Factores desencadenantes	Magnitud (Mw)
				Geomorfología		
				Pendiente (°)		
						1
<b>III. Vulnerabilidad sísmica</b>						
	Indicador 1	Unidad	Indicador 2	Unidad		
	Situación social	Grupo etario (años)	Situación económica	Material de construcción	1	
		Acceso a los servicios básicos		Estado actual de la vivienda		
				Aspectos estructurales de la vivienda		
Valoración total						
APELLIDOS Y NOMBRES:		DIAZ QUEZADA FRANCISCO MARTIN				
PROFESION Y GRADO:		INGENIERO CIVIL				
REGISTRO CIP N°:		327939				
EMAIL:		franciscodiazp.ingcivil@gmail.com				
TELEFONO:		994614850				

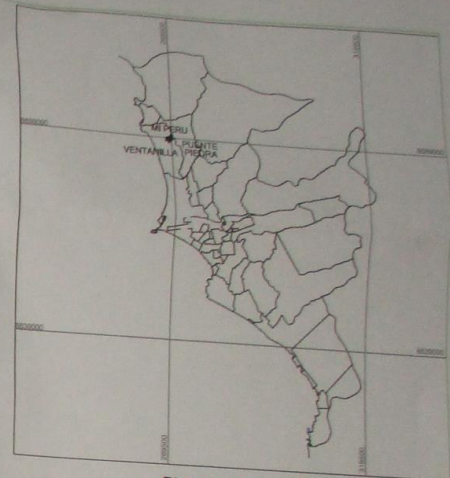
Rango de validez	Interpretación	 FRANCISCO MARTIN DIAZ QUEZADA Ingeniero Civil CIP N° 327939 FIRMA
0.81 - 1.00	Muy alta	
0.61 - 0.80	Alta	
0.41 - 0.60	Media	
0.21 - 0.40	Baja	
0.00 - 0.20	Muy baja	

FACULTAD DE INGENIERIA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
ANALISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:		NIVEL DE RIESGO SISMICO DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL D.A.N.H. 15 DE JULIO, CALAO - 2022				
AUTORA:		ARIAS MARTINEZ Beatriz Roxana				
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>						
UBICACIÓN:		D.A.N.H. 15 DE JULIO				Calificación 0: Mal 1: Bien
DISTRITO:		HUACRA		ALTITUD: 95 msnm		
PROVINCIA:		CALAO		LATITUD: -11.8553 S		
REGIÓN:		LIMA		LONGITUD: -77.1236 O		
<b>II. Peligro sísmico</b>						
Indicador 1		Unidad	Indicador 2	Unidad	Indicador 3	Unidad
Parámetros de evaluación		Intensidad de sismo (MM)	Factores condicionantes	Geología Geomorfología Pendiente (°)	Factores desencadenantes	Magnitud (Mw)
						1
<b>III. Vulnerabilidad sísmica</b>						
Indicador 1		Unidad	Indicador 2		Unidad	1
Situación social		Grupo etario (años)	Situación económica		Material de construcción	
		Acceso a los servicios básicos			Estado actual de la vivienda	
		Aspectos estructurales de la vivienda				
<b>Valoración total</b>						
APELLIDOS Y NOMBRES:		VALLE ROJAS JUAN DANIEL				
PROFESION Y GRADO:		INGENIERO CIVIL				
REGISTRO CIP Nº:		254076				
EMAIL:		juan-engineer@hotmail.com				
TELEFONO:		979384283				

Rango de validez	Interpretación	  JUAN DANIEL VALLE ROJAS INGENIERO CIVIL CIP 254076 <b>FIRMA</b>
0.81 - 1.00	Muy alta	
0.61 - 0.80	Alta	
0.41 - 0.60	Media	
0.21 - 0.40	Baja	
0.00 - 0.20	Muy baja	

**Anexo 5: Planos de zonificación y viales del distrito Mi Perú**





PLANO DE UBICACION

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSPORTE PUBLICO INTERREGIONAL
	TRANSPORTE PUBLICO LOCAL
	TRANSPORTE DE CARGA
	PUNTOS DE TRANSFERENCIA DE PASAJEROS
	TERMINAL DE TRANSPORTE URBANO

**PLANO** SISTEMA VIAL DEL DISTRITO DE MI PERU

**PROYECTO:** DISTRITO CREADO EL 17.05.2014 A TRAVES DE LA LEY Nº 30197

**GENERAL:** MI PERU **PROVINCIA:** CALLAO **MUNICIPIO:** CALLAO

**ALCALDE:** Sr. RONALDO S. ENRIQUE **DIRECCION DE DESARROLLO URBANO:** PAUL AVILA **COMISARIA MUNICIPAL:** GILBERTO CARRILLO

**PRINCIPALES TIPO B:** ACTUALIZACION DE LA INFORMACION LA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES

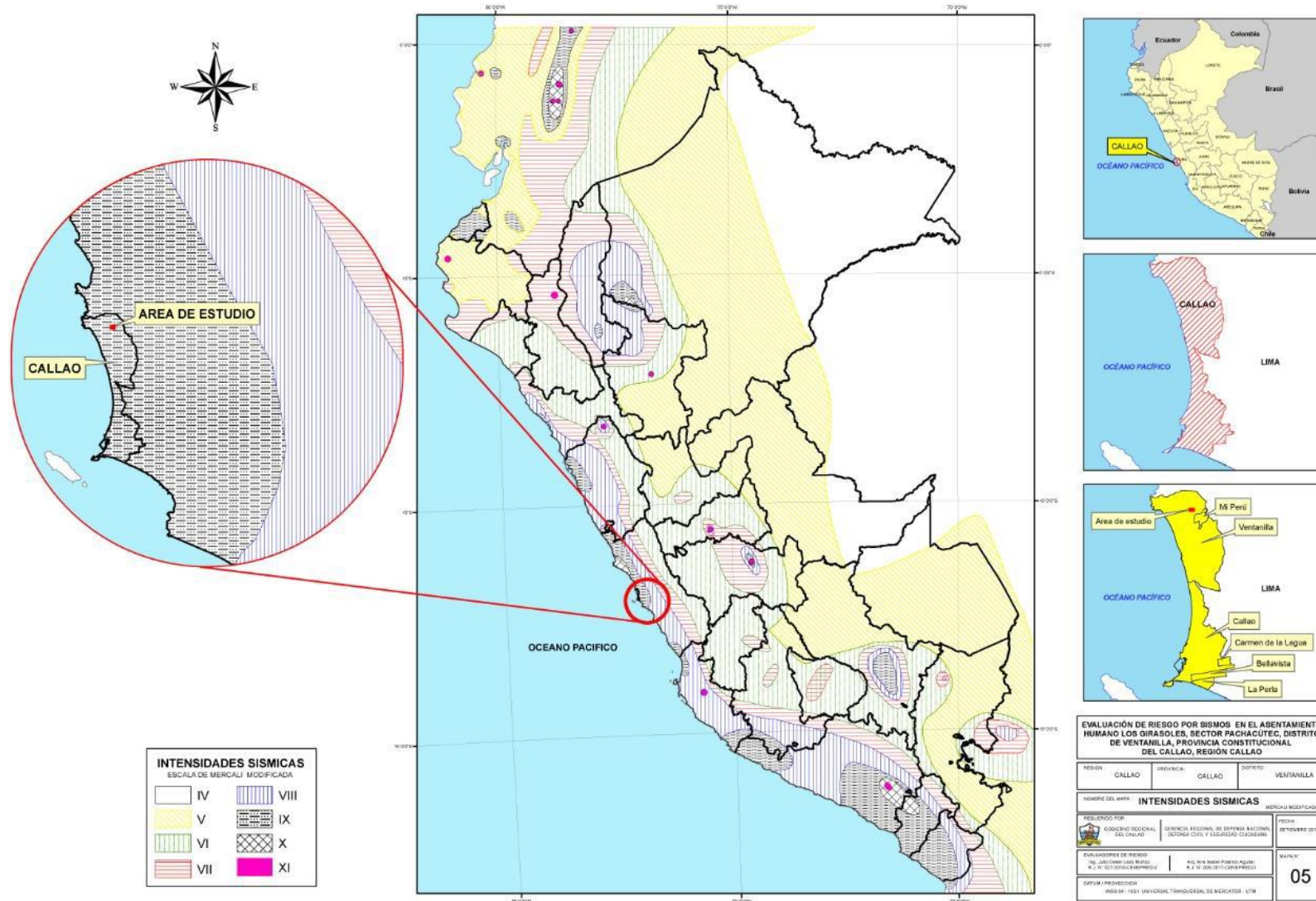
**ESCALA:** 1:10,000 **FECHA:** AGOSTO 2016 **SISTEMA DE PROY.:** UTM **DATA:** WGS84

**SV-1**

12/08/2016 20:12

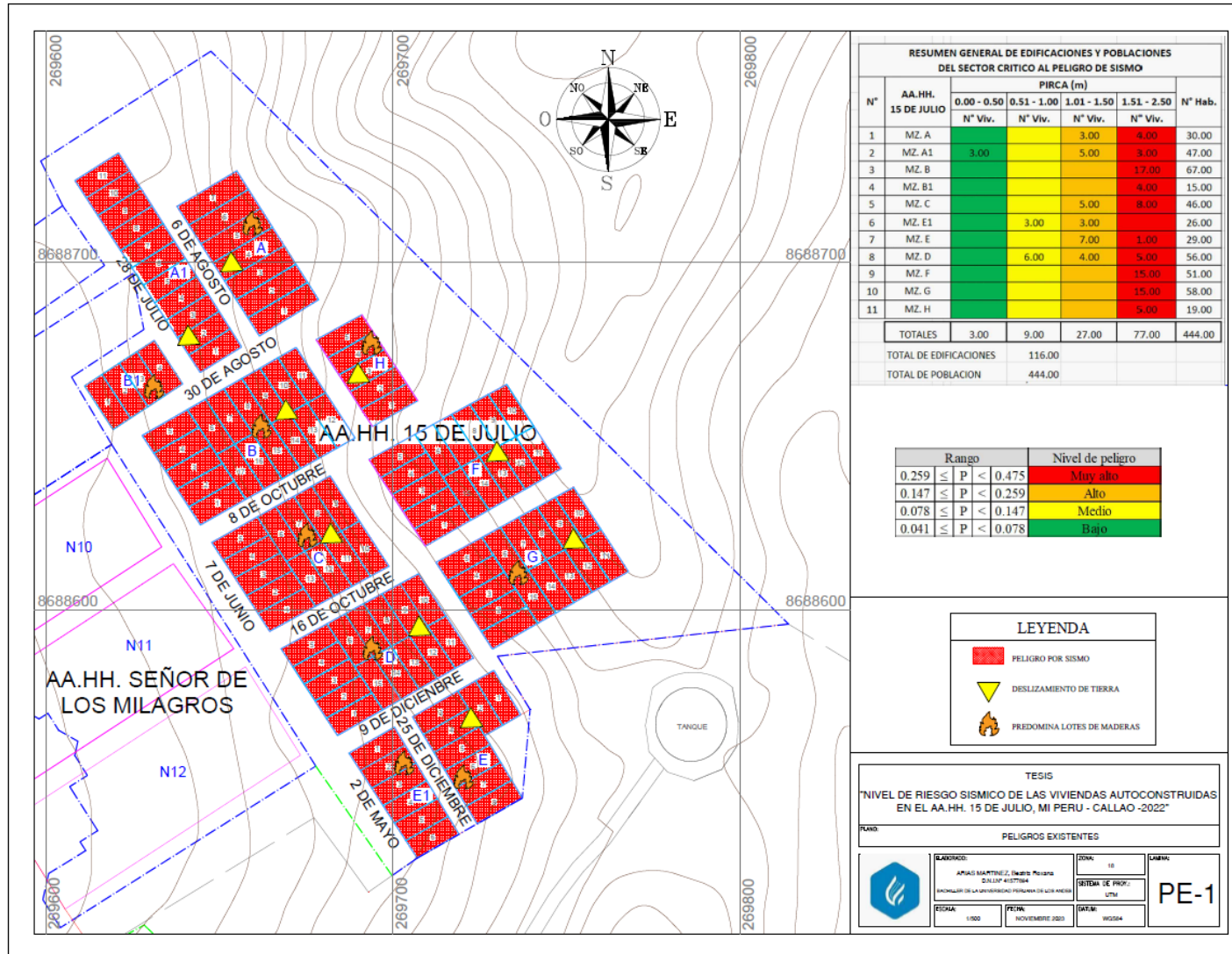


## Anexo 6: Plano de intensidad sísmica en la provincia de El Callao

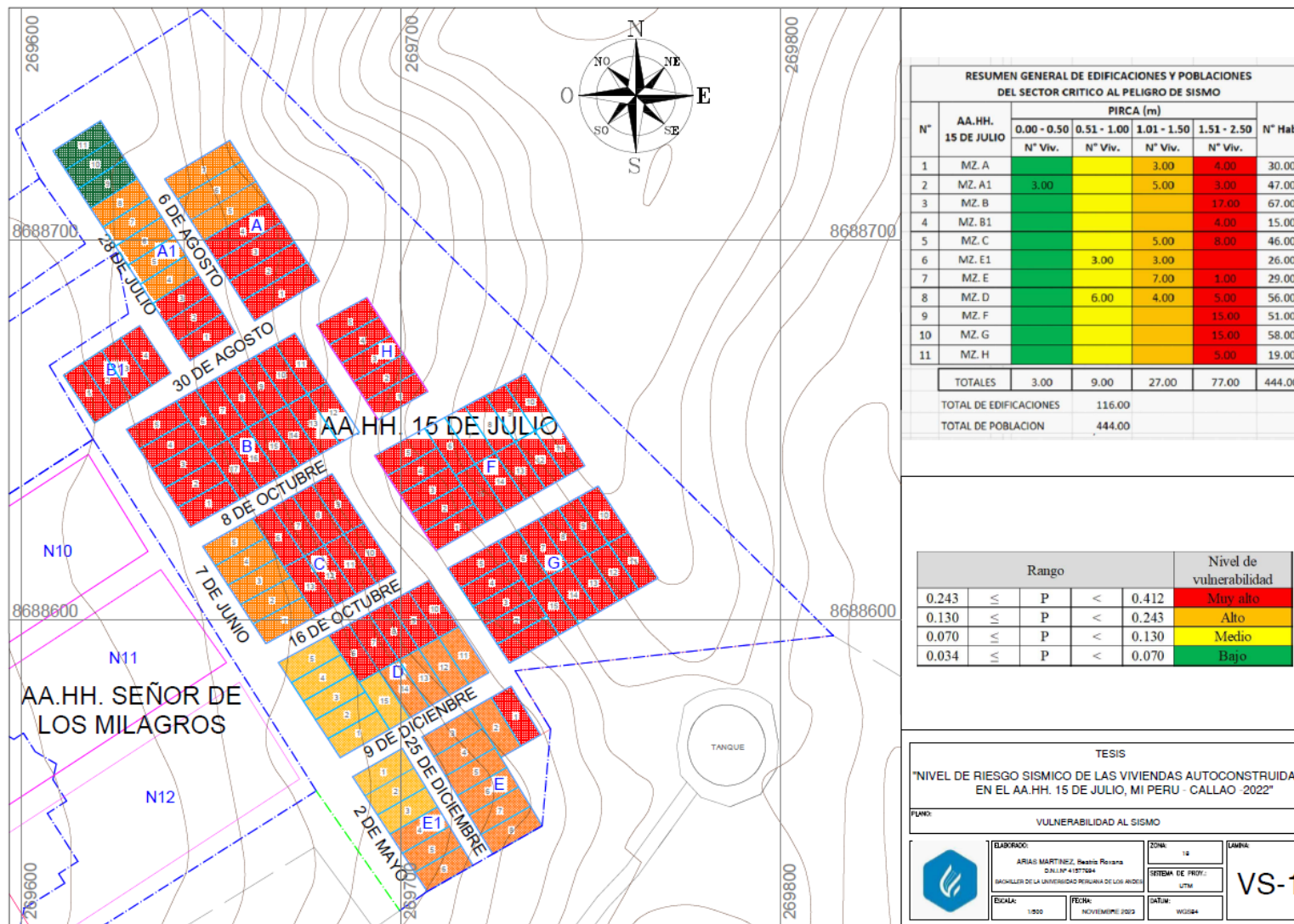




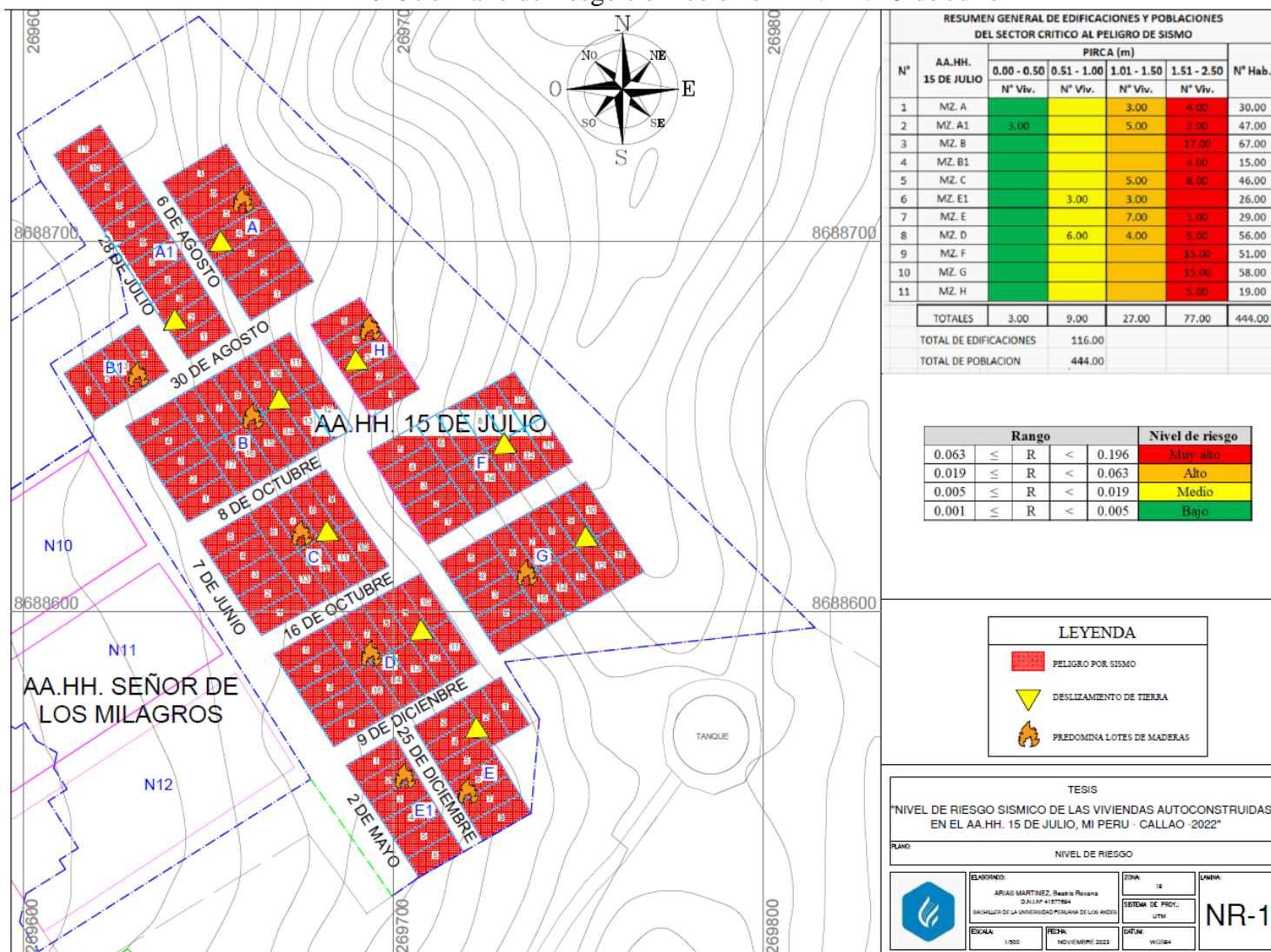
### Anexo 7: Plano de peligro sísmico en el AA.HH. 15 de Julio



Anexo 8: Plano de vulnerabilidad sísmica en el AA.HH. 15 de Julio



### Anexo 9: Plano de riesgo sísmico en el AA.HH. 15 de Julio









VIVIENDAS DE LA MZ. E1	POBLACIÓN					VIVIENDAS						ACESO AL SERVICIO DE AGUA POTABLE	ACCESO AL SERVICIO DE ALCANTARILLADO	ACCESO AL SERVICIO ELECTRICO	ACCESO A SEGURO DE SALUD	CAPACITACIÓN EN GRD	SERVICIO DE TRANSPORTE	
	Grupo etario					Material de paredes	Material de techos	Altura de edificación	Estado de conservación									
1	Menores de 1 año																	
1	De a 14 años																	
1	De 15 a 29 años																	
1	De 30 a 44 años	2	1															
1	De 45 a 64 años	1	1															
5	Mayores de 65 años																	
3	<b>Total</b>	3	2		<b>5</b>													
2	Femenino																	
2	Masculino																	
5	<b>Total</b>																	
X	Estera v/o triplav																	
	Madera																	
X	Adobe o tania																	
	Ladrillo o bloque de concreto																	
	Concreto armado																	
	Madera estera																	
X	Cobertura vegetal con barro																	
	Calamina																	
	Tejas																	
	Concreto																	
	5 pisos																	
	4 pisos																	
	3 pisos																	
	2 pisos																	
	1 piso																	
	Muy malo																	
X	Malo																	
	Regular																	
	Bueno																	
	Muy bueno																	
X	Red pública de agua dentro de vivienda																	
	Tanque cisterna																	
	Otro tipo																	
X	Red pública de desagüe dentro de vivienda																	
	Letrina																	
	No tiene																	
	No tiene																	
	Vela y otro																	
	Kerosene. gas. lámpara																	
	Panel solar																	
X	Electricidad. red pública																	
	No tiene																	
X	SIS en otra localidad																	
X	SIS en la misma localidad																	
	ESSALUD																	
	Privado																	
	No realizan																	
	Escazamente capacitados																	
	Con regular frecuencia																	
	La mayoría está capacitada																	
	Todos se encuentran capacitados																	
	<10% expuesto																	
X	10% a 25% expuesto																	
	25% a 50% expuesto																	
	50% a 75% expuesto																	
	>75% expuesto																	

VIVIENDAS DE LA MZ. F	POBLACIÓN				VIVIENDAS							ACCESO AL SERVICIO DE AGUA POTABLE	ACCESO AL SERVICIO DE ALCANTARILLADO	ACCESO AL SERVICIO ELECTRICO	ACCESO A SEGURO DE SALUD	CAPACITACIÓN EN GRD	SERVICIO DE TRANSPORTE																					
	Grupo etario		Género		Material de paredes	Material de techos	Altura de edificación	Estado de conservación	Red pública de agua dentro de vivienda	Tanque cisterna	Otro tipo	Letrina	No tiene	No tiene	Vela y otro	Kerosene..gas..lámpara	Panel solar	Electricidad..red pública	No tiene	SIS en otra localidad	SIS en la misma localidad	ESSALUD	Privado	No realizan	Escazamente capacitados	Con regular frecuencia	La mayoría está capacitada	Todos se encuentran capacitados	<10% expuesto	10% a 25% expuesto	25% a 50% expuesto	50% a 75% expuesto	>75% expuesto					
	Menores de 1 año																																					
	De a 14 años																																					
	De 15 a 29 años																																					
	De 30 a 44 años																																					
	De 45 a 64 años																																					
	Mayores de 65 años																																					
	<b>Total</b>																																					
	Femenino																																					
	Masculino																																					
	<b>Total</b>																																					
1					X																																	
2					X															X																		
3	1	2																			X																	
4		1	2																																			
5		1	2																																			
6			1	1																																		
7		1	1	1																																		
8	1	1	1	2																																		









VIVIENDAS DE LA MZ. H	POBLACIÓN			VIVIENDAS					ACESO AL SERVICIO DE AGUA POTABLE	ACCESO AL SERVICIO DE ALCANTARILLADO	ACCESO AL SERVICIO ELECTRICO	ACCESO A SEGURO DE SALUD	CAPACITACIÓN EN GRD	SERVICIO DE TRANSPORTE
	Grupo etario	Género		Material de paredes	Material de techos	Altura de edificación	Estado de conservación							
1	Menores de 1 año													
	De a 14 años													
	De 15 a 29 años													
	De 30 a 44 años													
	De 45 a 64 años													
	Mayores de 65 años													
	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>										
	Femenino	1	2	3										
	Masculino	2	3	5										
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>										
	Estera v/o triplav	X												
	Madera													
	Adobe o tania													
	Ladrillo o bloque de concreto													
	Concreto armado													
	Madera estera													
	Cobertura vegetal con barro													
	Calamina													
	Tejas													
	Concreto													
	5 pisos													
	4 pisos													
	3 pisos													
	2 pisos													
	1 piso													
	Muy malo													
	Malo													
	Regular													
	Bueno													
	Muy bueno													
	Red pública de agua dentro de vivienda													
	Tanque cisterna													
	Otro tipo													
	Red pública de desagüe dentro de vivienda													
	Letrina													
	No tiene													
	No tiene													
	Vela y otro													
	Kerosene..gas..lámpara													
	Panel solar													
	Electricidad..red pública													
	No tiene													
	SIS en otra localidad													
	SIS en la misma localidad													
	ESSALUD													
	Privado													
	No realizan													
	Escazamente capacitados													
	Con regular frecuencia													
	La mayoría está capacitada													
	Todos se encuentran capacitados													
	<10% expuesto													
	10% a 25% expuesto													
	25% a 50% expuesto													
	50% a 75% expuesto													
	>75% expuesto													

**Anexo 11: Resumen de altura de pircas**

<b>RESUMEN GENERAL DE EDIFICACIONES Y POBLACIONES DEL SECTOR CRITICO - ALTURA DE PIRCAS</b>						
N°	AA.HH. 15 DE JULIO	PIRCA (m)				N° Hab.
		0.00 - 0.50	0.51 - 1.00	1.01 - 1.50	1.51 - 2.50	
		N° Viv.	N° Viv.	N° Viv.	N° Viv.	
1	MZ. A			3.00	4.00	30.00
2	MZ. A1	3.00		5.00	3.00	47.00
3	MZ. B				17.00	67.00
4	MZ. B1				4.00	15.00
5	MZ. C			5.00	8.00	46.00
6	MZ. E1		3.00	3.00		26.00
7	MZ. E			7.00	1.00	29.00
8	MZ. D		6.00	4.00	5.00	56.00
9	MZ. F				15.00	51.00
10	MZ. G				15.00	58.00
11	MZ. H				5.00	19.00

TOTALES	3.00	9.00	27.00	77.00	444.00
---------	------	------	-------	-------	--------

TOTAL DE EDIFICACIONES 116.00

TOTAL DE POBLACION 444.00

## PANEL FOTOGRÁFICO



*Fotografía 1. Cartel de bienvenida al AA.HH. 15 de Julio, punto con mayor notoriedad*



*Fotografía 2. Inicio de inspecciones en el AA.HH. 15 de Julio*



*Fotografía 3. Punto más alto del AA.HH. 15 de Julio*



*Fotografía 4. Punto más alto del AA.HH. 15 de Julio, con vista de altura de pirca*



*Fotografía 5. Proceso de reconstrucción de pirca en el AA.HH. 15 de Julio*



*Fotografía 6. Registro de información en el AA.HH. 15 de Julio – 1 (vivienda de estera)*





*Fotografía 7. Registro de información en el AA.HH. 15 de Julio – 2 (vivienda de madera compacta)*



*Fotografía 8. Registro de información en el AA.HH. 15 de Julio – 3 (vivienda de madera)*



*Fotografía 9. Registro de información en el AA.HH. 15 de Julio – 3 (vivienda de madera)*



*Fotografía 10. Registro de información en el AA.HH. 15 de Julio – 3 (vivienda de triplay en la parte baja)*



Fotografía 11. Registro de información en el AA.HH. 15 de Julio – 3 (viviendas en la parte de pendiente media)



Fotografía 12. Vista panorámica del AA.HH. 15 de Julio



Fotografía 13. Fin del recorrido del registro de información en el AA.HH. 15 de Julio