

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de  
abastos a través del método cualitativo FEMA P-154 por medio del  
aplicativo ARCGIS Survey123**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Bach. Cristian Saul Sotelo Surichaqui  
Bach. Andrea Maria Diaz Moran

**Asesor:**

Ing. Ferrer Canaza Rojas

Lima, diciembre del 2023

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo **Ferrer Canaza Rojas** docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de abastos a través del método cualitativo FEMA P-154 por medio del aplicativo ARCGIS Survey123”** constituye la memoria que presentan los autores Cristian Saul Sotelo Surichaqui y Andrea Maria Diaz Moran con un índice de similitud de 4 % verificable en el informe del programa Turnitin, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, y que ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, al 01 día del mes de abril del año 2024



---

Ferrer Canaza Rojas

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **07** día(s) del mes de **diciembre** del año 2023 siendo las **10:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Reymundo Jaulis Palomino**, el secretario: **Mg. Roberto Roland Yoctun Rios** y los demás miembros: **Mtro. Leonel Chahuares Paucar** y el asesor **Ing. Ferrer Canaza Rojas** con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de abastos a través del método cualitativo FEMA-P154 por medio del aplicativo ArcGIS Survey123"

.....de el(los)/la(las) bachiller/es: a) ..... **ANDREA MARIA DIAZ MORÁN**.....  
 .....b) .....**CRISTIAN SAUL SOTELO SURICHAQUI**.....  
 .....conducente a la obtención del título profesional de:.....  
 .....**INGENIERO CIVIL**.....  
 con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): ..... **ANDREA MARIA DIAZ MORÁN** .....


CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>18</b>	<b>A-</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Sobresaliente</b>

Candidato (b): ..... **CRISTIAN SAUL SOTELO SURICHAQUI** .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>17</b>	<b>B+</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Sobresaliente</b>

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
 Presidente  
 Mg. Reymundo  
 Jaulis Palomino

  
 \_\_\_\_\_  
 Secretario  
 Mg. Roberto  
 Roland Yoctun Rios

\_\_\_\_\_  
 Asesor  
 Ing. Ferrer Canaza  
 Rojas

\_\_\_\_\_  
 Miembro  
 Mtro. Leonel  
 Chahuares Paucar

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (a)  
 Andrea Maria Diaz  
 Morán

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (b)  
 Cristian Saul  
 Sotelo Surichaqui

## Agradecimientos y dedicatoria

Agradecemos a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión por el apoyo brindado a través del programa de vinculación con el medio. Este apoyo fue fundamental para la obtención de los datos necesarios para el desarrollo de la investigación. También agradecemos al personal de la Municipalidad de Lurigancho Chosica por su colaboración en la recopilación de datos. Su disposición y apoyo fueron fundamentales para el éxito de este artículo.

Dedicamos este artículo a nuestros padres por su amor, apoyo y sacrificios.

Evaluation of the seismic vulnerability index in food markets through the FEMA P-154 qualitative method using the ARCGIS SURVEY123 application.

Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de abastos a través del método cualitativo FEMA P-154 por medio del aplicativo ArcGIS Survey123

Andrea M. Diaz Moran\* <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9327-7364>  
Cristian S. Sotelo Surichaqui\*<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0003-2267-1796>  
Ferrer Canaza Rojas \* <https://orcid.org/0000-0003-3952-0962>

### **Abstract**

In this research, the seismic vulnerability index of four markets of reinforced concrete typology was evaluated using the Rapid Visual Inspection (RVI) methodology from the Federal Emergency Management Agency (FEMA) P-154, third edition, employing the ArcGIS application to understand the current state of the infrastructures. The results showed that the Verde Limón market is located in a moderate seismic zone, while the Nuevo Horizonte and El Progreso markets are in a moderately high seismic zone. Three factors influencing seismic vulnerability were identified in the evaluated markets, such as soil type, irregularity in the plant, and separation joint. Both the Verde Limón and Nuevo Horizonte markets scored equal to or less than 2, indicating a high probability of collapse. Additionally, it was observed that 55.56% of the 27 markets are of prefabricated typology - plywood in the urban area of Carapongo, Lurigancho Chosica District, Peru, highlighting the need to take mitigation measures

**Keywords:** vulnerability index, visual inspection, seismic vulnerability, FEMA P-154

### **Resumen**

En esta investigación, se evaluó el índice de vulnerabilidad sísmica de cuatro mercados de tipología de concreto armado, utilizando la metodología de Inspección Visual Rápida (RVS) de la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias (FEMA) P-154, tercera edición, empleando el aplicativo ArcGIS, para comprender el estado actual de las infraestructuras. Los resultados mostraron que el mercado Verde Limón se encuentra en zona sísmica moderada, mientras los mercados Nuevo Horizonte y El Progreso en una zona sísmica moderada Alta. Se identificaron tres factores que influyen la vulnerabilidad sísmica en los mercados evaluados como el tipo de suelo, irregularidad en planta y junta de separación. Tanto el mercado Verde Limón como Nuevo Horizonte tienen un puntaje menor o igual 2 indicando una alta probabilidad al colapso. Además, se observó que el 55.56% de los 27 mercados son de tipología prefabricada – triplay en la zona urbana de Carapongo, Distrito de Lurigancho Chosica, Perú resaltando la necesidad de tomar medidas de mitigación.

**Palabras Clave:** índice de vulnerabilidad, inspección visual, vulnerabilidad sísmica, FEMA P-154

---

<sup>1</sup> \*Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Peruana Unión, Lima. Perú

E-mail: andreadiaz@upeu.edu.pe

<sup>2</sup> \*Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

E-mail: cristiansotelo@upeu.edu.pe

## Introducción

Los terremotos son fenómenos naturales más devastadores, cobrando la vida de más de 2270.000 personas en todo el mundo entre el año 2000 y el 2021 (Cervera, Lorrén, & Ruiz, 2023). En países en vías de desarrollo como Perú, las consecuencias son más graves debido a la falta de recursos financieros para la gestión del riesgo sísmico y la precaria infraestructura urbana.

Perú se encuentra en una zona sísmica activa y se estima un sismo de magnitud 8.9 podría afectar a Lima y sus distritos (Ocola, 2005; Tavera, 2014). Los mercados de abastos son infraestructuras críticas para la seguridad alimentaria, pero según datos del INEI, el 46% de los 2612 mercados evaluados en 2016 presentaban deficiencias estructurales y carecían de mantenimiento (Díaz, Aylas, Guerra, Obregon, & Rivera, 2017). A pesar que los códigos sísmicos se han modificado cuatro veces, como E.030-1970, E.030-2003, E.030-2016 y E.030-2018, para asegurar un diseño adecuado, existe autoconstrucción por la falta de supervisión en el proceso constructivo (Ocola, 2005; Tavera, 2014).

Existe una necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de los mercados de abastos para mejorar la seguridad alimentaria y la gestión del riesgo sísmico. Aunque se han realizado investigaciones en este ámbito, son escasos los estudios que se enfocan en la evaluación de los mercados de abasto (Julio, 2002).

Ante esta problemática, una de estas metodologías es el método FEMA P-154, en el cual no se requiere de cálculos estructurales complejos, aplicado en varios países como México, Perú, Estados Unidos de América, Colombia, Chile, Ecuador, España, Venezuela, lo que lo convierte en una herramienta accesible

para nuestra investigación (Alvarado et al., 2022).

Siendo la elección de la metodología por diversos factores, como el tipo de infraestructura a evaluar, el tiempo, la disponibilidad de datos y los recursos disponibles.

Para abordar esta necesidad, se empleará la metodología de Inspección Visual Rápida (RVS) FEMA-P 154 a través de la aplicación ArcGIS Survey123. Un estudio relevante en este campo fue realizado por (Freddy, Cerna, & Soto, 2022), quienes realizaron un comparativo de tres métodos para determinar la vulnerabilidad sísmica: FEMA P-154, Beneditti-Petrini e Hirosawa obteniendo el mismo resultado en los tres métodos. Asimismo, (Aldemir, Guvenir, & Sahmaran, 2020), demostraron que el método de Inspección Visual Rápida es capaz de generar estimaciones suficientemente precisas con un error general cercano al 5% en 100 edificios.

El método cualitativo FEMA P-154, a través de la aplicación ArcGIS Survey123, está diseñado para identificar, inventariar y examinar edificios potencialmente peligrosos durante un sismo. El formulario consta de dos niveles: el primer nivel identifica la ubicación, el tipo de suelo, el uso del edificio, el número de pisos, una fotografía, un croquis y datos relacionados con el comportamiento sísmico (Díaz, Zavala, Estrada, & Matsuoka, 2023). El segundo nivel se enfoca en identificar los riesgos y peligros específicos que enfrenta el mercado, tales como irregularidades en el plano y verticales que modifican los puntajes del nivel uno (Criado Rodríguez, Pacheco Vergel, & Afanador García, 2020). Estos detalles son explicados con mayor profundidad por los investigadores (Alvarado et al., 2022).

Dada la necesidad de contar con información sobre la vulnerabilidad sísmica de estos mercados, se emplea la metodología de Inspección Visual Rápida (RVS) FEMA-P154 a través de la aplicación ArcGIS Survey123, con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad de

cuatro mercados de concreto armado ubicados en la zona urbana de Carapongo, Distrito de Lurigancho Chosica, Perú. Esta información será útil para las autoridades locales para tomar medidas para mejorar la seguridad de estas infraestructuras críticas.

### Metodología

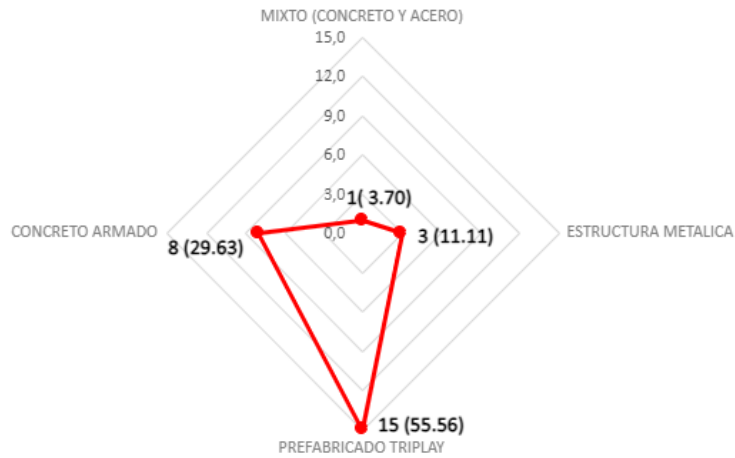
La aplicación del método se realizó en el distrito de Lurigancho Chosica, provincia de Lima, Perú, clasificada con nivel VI según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2018).

En la zona de estudio, se inventariaron 27 mercados de abasto con tipologías diferentes debido a la precariedad de sus construcciones. Esta situación se atribuye a la práctica común de la autoconstrucción por parte de una población en crecimiento constante, careciendo

de la asesoría de especialistas y del conocimiento técnico necesario en los procesos constructivos (Huaman et al., 2023), como se evidencia en la Figura 1. La limitación de recursos económicos en los mercados de abastos es la causa directa de esta situación. Descuido que se vio reflejado en la pandemia del Covid-19 por la falta de planos para determinar el aforo.

**Tabla 1** Tipologías constructivas de Mercados de Abastos en el distrito de Lurigancho Chosica

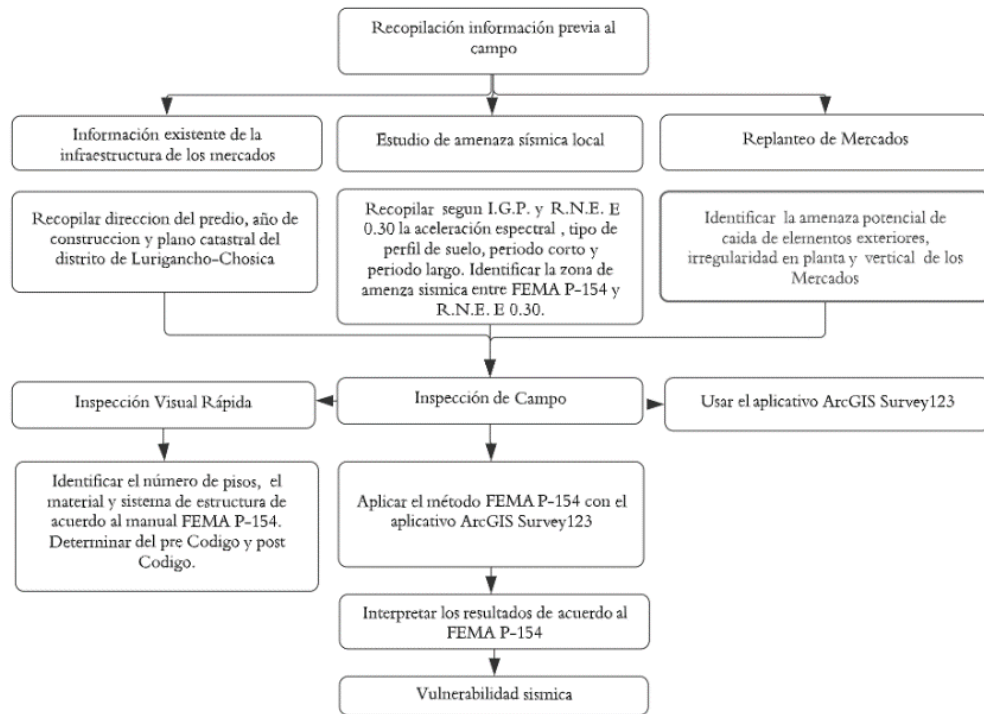
Total	Ubicación	N°	Mercado	Tipología de Construcción	Área Total (m2)
1	Jicamarca	1	Metro Proyecto 2000	Prefabricado Triplay	723.00
2		2	5 de Agosto	Prefabricado Triplay	467.00
3		3	Las Violetas JC	Prefabricado Triplay	302.00
4	Cajamarquilla	1	Modelo de Niveria	Prefabricado Triplay	230.00
5		2	La Chacra	Prefabricado Triplay	9487.00
6		3	La paradita	Prefabricado Triplay	393.00
7		4	Super todo - La union	Concreto Armado	178.00
8		5	Central la campiña A	Concreto Armado	239.00
9		6	Numero uno la campiña A	Estructura Metálica	230.00
10		7	Virgen Natividad	Prefabricado Triplay	190.18
11	Huachipa	1	Hatun Llaqta	Prefabricado Triplay	1081.00
12	Carapongo	1	Carapongo	Mixto (Concreto Y Acero)	643.00
13		2	Chaparral	Estructura Metálica	215.00
14		3	Verde Limon	Concreto Armado	288.00
15		4	Cristo Rey	Concreto Armado	312.00
16		5	Nuevo Horizonte	Concreto Armado	2511.00
17		6	El Progreso	Concreto Armado	2624.00
18	Ñaña	1	Virgen del Carmen la Era	Concreto Armado	627.00
19		2	Chacra Market	Prefabricado Triplay	1197.00
20	Chosica	1	Ecomax	Prefabricado Triplay	146.00
21		2	Virgen de Lourdes	Estructura Metálica	7401.00
22		3	Nicolas de Piérola Ira	Concreto Armado	1862.00
23		4	El Baratillo	Prefabricado Triplay	597.00
24		5	Central Yanacoto	Prefabricado Triplay	641.00
25		6	14 de Noviembre	Prefabricado Triplay	241.00
26		7	Rinconada de California	Prefabricado Triplay	107.00
27		8	Niveria	Prefabricado Triplay	1505.00



**Figura 1** Tipologías constructivas de Mercados de Abasto.

Cabe resaltar que en la zona de estudio prevalecen los sistemas de construcción prefabricados y concreto armado. Se presenta un diagrama que representa las etapas del flujo

de la investigación (**Fig. 2**). Se evaluarán solo los mercados que presentan tipologías de concreto armado, con el objetivo de llevar a cabo una evaluación precisa y representativa



**Figura 2** Diagrama de flujo de la Investigación. Elaboración propia.

## Resultados

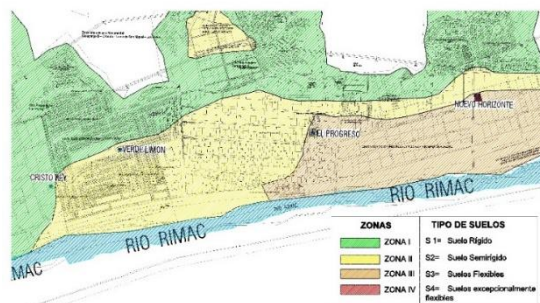
Para identificar los mercados, se obtuvo como referencia el plano catastral de la municipalidad del distrito, para un reconocimiento mediante imágenes aéreas satelitales.

Para conocer las condiciones locales del suelo y el marco geotécnico, se recopiló información geotécnica del estudio del Comportamiento

Dinámico del Suelo del área urbana de Carapongo Lurigancho-Chosica antes de la inspección de campo. Se identificaron cuatro tipos de suelos: rígido, semirrígido, flexible y excepcionalmente flexible. Además, la zona de estudio no cuenta con un suelo de licuación (Fig. 3 y 4).



**Figura 3** Mapa de licuación de suelo - Lima - Perú (INDECI, 2003)



**Figura 4** Mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica para el área urbana de Carapongo (Tavera, 2012)

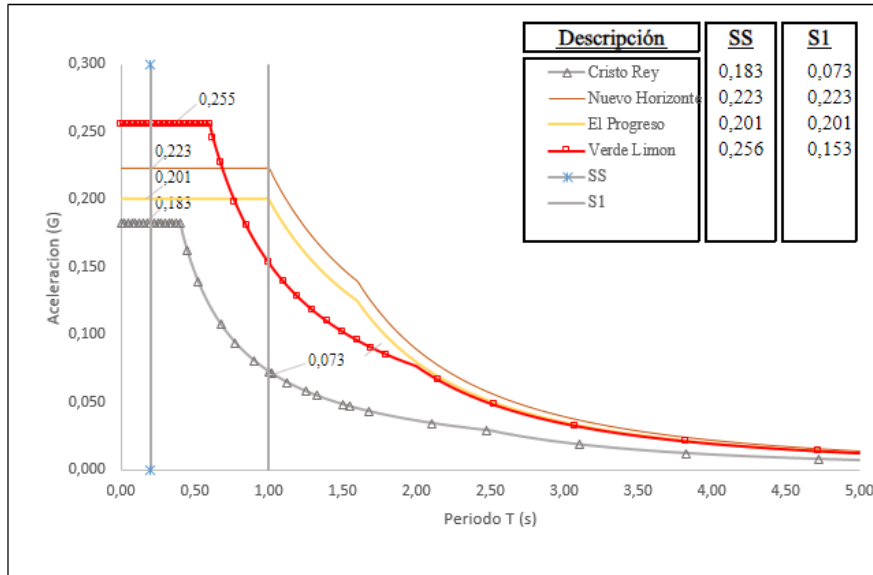
La clasificación de las zonas sísmicas se divide en cinco categorías: baja, moderada, moderadamente alta, alta o muy alta (Tauhid Lukita, Fathani, & Legono, 2017). Esta clasificación se determinó en función de la aceleración registrada en el período largo (S1), como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2** Determinación de la zona de sismicidad

(Benjamin & Lockhart, 2011)

Sismicidad	Aceleración del suelo según periodo (periodo largo 0.2 o 1.00 s) - S1
Baja	menos de 0.10g
Moderada	mayor o igual a 0.10g menos de 0.20g
Moderada alta	mayor o igual a 0.20g menos de 0.40g
Alta	mayor o igual a 0.40g menos de 0.60g
Muy alta	mayor o igual a 0.60g

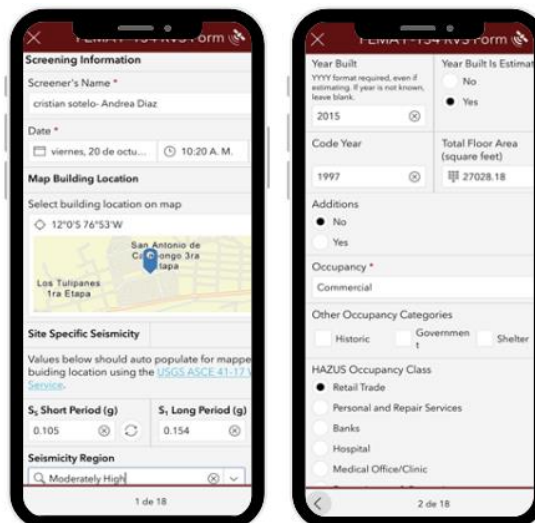
Al analizar la tabla 2 junto con la Fig. 5, se observa que el mercado de Cristo Rey se encuentra en una zona sísmica de baja intensidad, mientras que el mercado Verde limón es moderada, los mercados Nuevo Horizonte y El Progreso se sitúan en áreas sísmicas con una intensidad moderada alta.



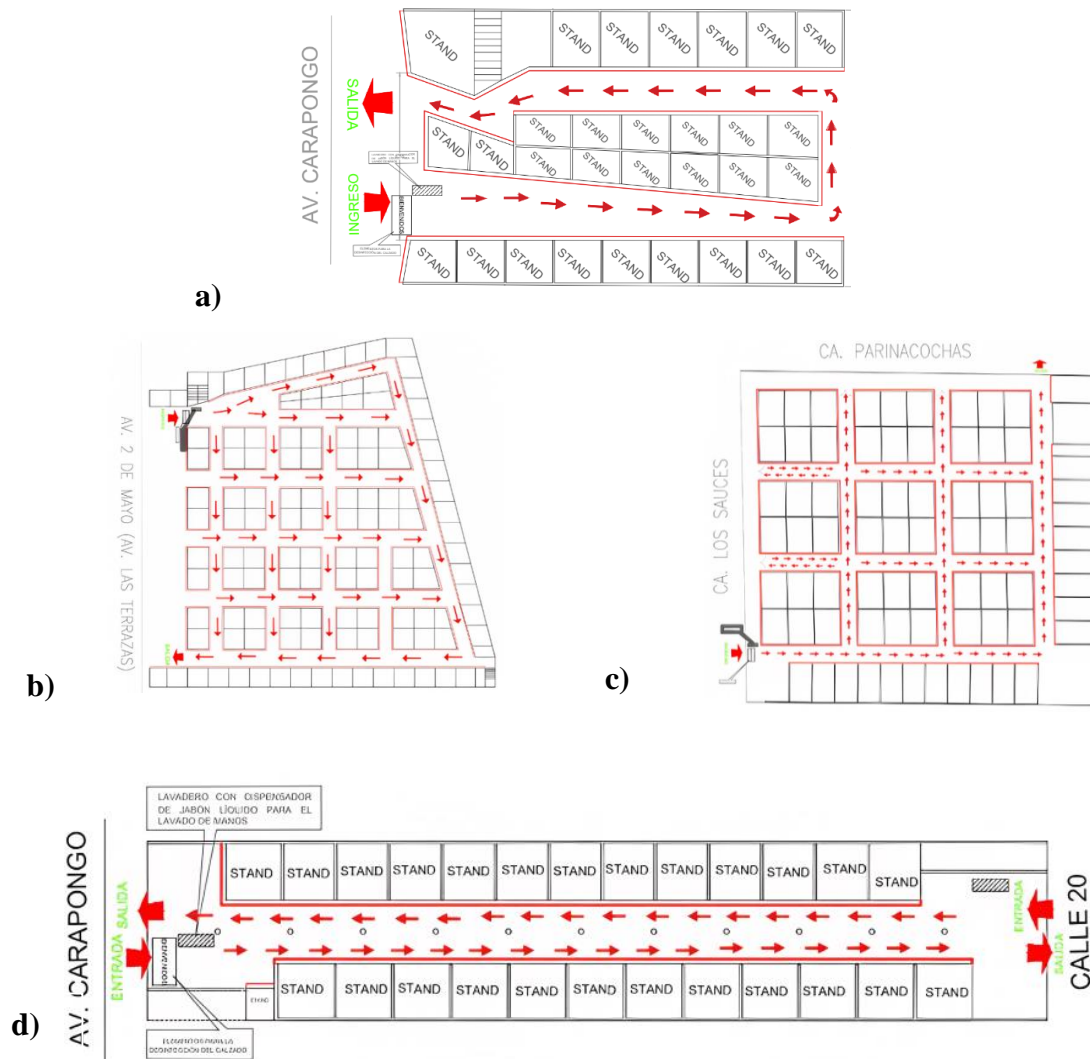
**Figura 5** Grafico de espectros de diseño de los mercados evaluados. Elaboración propia.

*Nota.* Esta figura muestra las aceleraciones correspondientes al periodo corto (SS) de 0.20s y periodo largo (S1) de 1.00s donde se identifica la zona sísmica de los mercados evaluados.

Una vez clasificadas las zonas sísmicas, se llevó a cabo la inspección en campo utilizando la aplicación ArcGIS Survey123 (Fig. 6). Durante esta etapa, se realizó el levantamiento de cada mercado (Fig. 7) y se recopilaron datos como irregularidad en planta (PI) o irregularidad vertical (VI), así como los peligros exteriores obteniendo el puntaje final (SI).



**Figura 6** Muestra del formulario FEMA P-154 extraído del aplicativo ArcGIS Survey123



**Figura 7 a.** Mercado Cristo Rey **b.** Mercado Nuevo Horizonte **c.** Mercado El Progreso **d.** Mercado Verde Limón. Elaboración propia.

**Tabla 4** Factores de vulnerabilidad sísmica de los mercados

Mercado	Equivalencia de zona sísmica	Número de Pisos		Año de Construcción	Altura (m)	Junta (cm)	Tipo de Suelo	Factor de Suelo	T (Período fundamental) s	Irregularidad		Peligros exteriores	R	TP	TL	Puntaje Nivel 1
		Por encima	Por debajo							C	vertical					
Cristo Rey	Baja	2	0	2014	3.700.00	C/s1	1.00	0.211	2.5	no / 1	no / 1	Parapetos	8.00	0.40	2.50	5.60
Nuevo Horizonte	Moderada	1	0	2015	4.500.50	E/s3	1.10	0.129	2.5	no/1	si/0.90		7.20	1.00	1.60	2.70
El Progreso	Alta															
Verde Limón	Moderada	1	0	2015	3.655.50	E/s3	1.10	0.104	2.5	no / 1	no / 1		8.00	1.00	1.60	3.40
Verde Limón	Alta	2	0	2015	3.600.00	D/s2	1.05	0.206	2.5	no / 1	si/0.75	Parapetos	6.00	0.60	2.00	3.30

Nota: Se utiliza la nomenclatura de FEMA / RNE 0.30 siendo Factor de amplificación sísmica (C), Coeficiente de Reducción de las fuerzas sísmicas (R), Período que define la plataforma del factor C (TP) y Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante (TL), Roca o Suelos Muy Rígidos (s1), Suelos Intermedios (s2) y Suelos Blandos (s3).

Además, la tabla 4 presenta los factores de vulnerabilidad sísmica para una evaluación manual. El análisis identificó que los valores de los factores debieron superar el valor de  $S_{min}=2$  para determinar la vulnerabilidad de los mercados (Hernandez & Lockhart, 2011). De lo contrario, se recomienda realizar un análisis más completo para obtener información precisa sobre su vulnerabilidad (Restu & Syamsi, 2017). La Tabla 5 presenta los puntajes corregidos del nivel 1 ( $S'$ ) para obtener los puntajes finales de la evaluación manual. Sin embargo, en la Tabla 6 se muestra la variación porcentual entre los puntajes del aplicativo y la evaluación manual. Se identificaron tres factores que influyen en la puntuación para determinar la vulnerabilidad sísmica de los mercados: el tipo de suelo, la irregularidad en planta y el golpeteo.

Estos hallazgos coinciden con las investigaciones de (Benjamin & Lockhart,

2011) y (Cervera, Lorrén, & Ruiz, 2023). Como se evidencia en el Mercado Nuevo Horizonte con un índice de vulnerabilidad de dos, indicando que tiene una probabilidad de colapso 1 a 100, lo que sugiere la necesidad de determinar si el mercado requiere de un refuerzo estructural según (Benjamin & Lockhart, 2011) y (Hernández & Lockhart, 2011).

Además, el 100% de los mercados evaluados no presentan irregularidad vertical, siendo una de las principales causas de colapso, ya que afecta el comportamiento dinámico de la estructura, haciéndola más susceptible a los terremotos (Khalotia, Sairkar, & Gour, 2023). Sin embargo, dos mercados presentan irregularidad en planta pudiendo influir significativamente en su comportamiento estructural durante un terremoto (Raoufy, Kheyroddin, & Naderpour, 2024).

**Tabla 5** Puntuación por niveles de los mercados mediante una evaluación manual.

Descripción	Cristo Rey	Nuevo Horizonte	El Progreso	Verde Limón
	Baja	Moderada Alta	Moderada Alta	Moderada
SI1	5.6	2.7	3.4	3.3
$S'=SI1-VI1-PI1$	5.6	3.4	3.4	4.1
VI2	-0.6	0.0	0.0	0.0
PI2	0.0	-0.4	0.0	-1.4
M	-1.3	-1.0	-0.5	-1.4
<b>PUNTAJE FINAL</b>				
$SI2=S'+VL2+PI2+M \geq S_{min}$	3.7	2.0	2.9	1.3

Nota: Puntaje final del nivel 1 (SI1), corrección de puntaje ( $S'$ ) para el nivel 2, modificador (M), puntaje final del nivel 2 (SI2).

**Tabla 6** Análisis comparativo de la eficacia del formulario manual y aplicativo. Elaboración propia

Mercado	Aplicativo ArcGIS Survey123		Manual		% de Variación	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2
	Cristo Rey	5.6	3.7	5.6	4.3	0%
Nuevo Horizonte	2.7	2.0	2.7	2.0	0%	0%
El Progreso	3.4	2.9	3.4	2.9	0%	0%
Verde Limón	3.3	1.3	3.3	1.3	0%	0%

Nota: La variación varía por los factores de irregularidad vertical, horizontal, golpeteo (Huaman et al., 2023).

En la investigación, se enfocó en 4 mercados de abasto con estructura de concreto armado. Sin embargo, al analizar la muestra de 27 mercados, se descubrió que el 56% son de prefabricado triplay. Evidenciando la falta de interés por parte del gobierno municipal en relación con las necesidades que enfrentan los mercados (Loor, Palma, & García, 2021). Se realizó un análisis comparativo de la eficacia del formulario manual y del aplicativo, teniendo una variación de 14% igual a (Aldemir, Guvenir, & Sahmaran, 2020), demostrando que el método de Inspección Visual Rápida utilizando el aplicativo es capaz de generar estimaciones con un error cercano al 5% contribuyendo a la protección de vidas y la reducción de daños en caso de un terremoto.

### **Conclusiones**

En conclusión, la metodología empleada, utilizando el método cualitativo FEMA P-154 a través de la aplicación ARCGIS Survey123, ha demostrado ser efectiva para evaluar el índice de vulnerabilidad sísmica de los mercados de la zona urbana de Carapongo, Distrito de Lurigancho Chosica, Perú.

Se sugiere integrar la metodología de FEMA P-145 con información del mapa de zonificación sísmica – Tipo de Suelo del I.G.P. con los parámetros de la E.030 para facilitar la obtención de las aceleraciones del periodo corto (SS) de 0.20s y periodo largo (S1) de 1.00s. Además, se recomienda aprovechar los beneficios del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para mejorar la precisión de las mediciones.

El aplicativo ARGIS Survey123 cumple su función de mapeo en tiempo real, siendo una valiosa herramienta de visualización para monitorear el estado actual no solo de los mercados, sino para toda construcción evaluada, obteniendo así un mapa de prevención del Perú.

Los resultados del estudio señalan que los mercados tienen diferentes niveles de vulnerabilidad sísmica, siendo Cristo Rey de baja intensidad, mientras que el mercado Verde Limón es moderado, los mercados Nuevo Horizonte y El Progreso se sitúan en áreas sísmicas con una intensidad moderada alta.

Tanto el mercado Verde Limón como Nuevo Horizonte tienen un puntaje menor o igual 2 indicando una alta probabilidad al colapso y requiere una evaluación especializada, a diferencia de los mercados Cristo Rey y El Progreso, que tienen una puntuación mayor a 2 indicando una baja probabilidad de colapso.

Se ha determinado que el 50% de 4 mercados con tipología de concreto armado cumplen con las especificaciones técnicas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), al tener puntajes finales superiores a 2 con un daño moderado, donde se observarán grietas en columnas, vigas del marco y paredes, aunque no comprometerá gravemente la estructura.

La aplicación de la metodología FEMA P-154 en las evaluaciones de mercado es importante para identificar áreas vulnerables y formular estrategias de prevención (Durphy, Kircher, Luco, & Rukstales, 2015). Además, facilita a las autoridades y dueños de mercados tomar decisiones informadas sobre inversiones en renovación y mantenimiento de infraestructura.

### **Referencias**

- Aldemir, A., Guvenir, E., & Sahmaran, M. (2020). Rapid screening method for the determination of regional risk distribution of masonry structures. *Structural Safety*, 85(March), 101959. <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2020.101959>
- Alvarado Ruiz, P. I., Blas López, S. M., Rivera Muñoz, M. L., Valderrama Puscan, M. W., Llaque Fernandez, G. I., & Calvinapon Alva, F. A. (2022). Seismic vulnerability and the self-

- construction of urban single-family houses in the “World”. A systematic review 2012 - 2022 . *Exponential Technologies and Global Challenges: Moving toward a New Culture of Entrepreneurship and Innovation for Sustainable*, 1–14. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.154>
- Alvarez Sanchez, J. J., & Pulgar Santacruz, X. O. (2019). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales* (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)). Retrieved from <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626377>
- Benjamin Hernandez, J. D., & Lockhart Castro, S. A. (2011). Methodology for the evaluation of seismic vulnerability in reinforced concrete buildings. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI, 256–275. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/870/87019757004.pdf>; <https://doi.org/10.22206/cys.2011.v36i2.p256-275>
- Cervera Timaná, O. L., Lorrén Palomino, Á. A., & Ruiz Pico, Á. A. (2023). Método del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Usando el Sistema de Información Geográfica, Una Aplicación a Escala Urbana. *Revista Politécnica*, 52, 95-103. doi:10.33333/rp.vol52n1.10
- Criado Rodriguez, D. M., Pacheco Vergel, W., & Afanador Garcia, N. (2020). Vulnerabilidad sísmica de centros poblados: estudio de caso. *Revista Ingenio*, 17(1), 43–48. <https://doi.org/10.22463/2011642x.2441>
- Diaz, M., Zavala, C., Estrada, M., & Matsuoka, M. (2023). Characterization of the Structural Typologies of Buildings in the Lima Metropolitan Area. *Journal of Disaster Research*, 18(4), 329–337. <https://doi.org/10.20965/jdr.2023.p0329>
- Diaz Muñante, H., Aylas Aylas, B., Guerra Lizárraga, J., Obregon Alba, H., & Rivera Huamani, G. (2017). Censo nacional de mercados de abastos 2016. In *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Retrieved from [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- Durphy, S., Kircher, C., Luco, N., & Rukstales, K. (2015). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: A Handbook Third Edition. In *Federal Emergency Management Agency developed by the Applied Technology Council*. <https://doi.org/10.4231/D3M90238V>
- Freddy Michel, J. R., Cerna Vásquez, M. A., & Eloy Soto, S. (2022). Seismic vulnerability and structural reinforcement of public educational institutions in a Peruvian province with seismic risk. *Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions*, 2022–July, 1–9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18687/LACEI2022.1.1.493>
- Gutierrez, M. G. F., Hormaza, G. J. R., Meza, K. P. E., Zuñiga, J. G. B., Tolentino, E. O. G., Luna, M. I. L., & Morejón, I. Y. P. (2023). The Seismic Vulnerability of Buildings in the Central Zone of Peru through the Application of the Rapid Visual Detection Method. *Civil Engineering and Architecture*, 11(4), 2087–2099. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110429>
- Huaman, J. P. R., Anderson, F. R. D., Mallqui, J. L. N., Inga, A. J. V., Zuñiga, J. G. B., & Porras, F. E. E. (2023). Self-Built Houses in a Peruvian Andean City: Seismic Vulnerability and Seismic Behavior. *Civil Engineering and Architecture*, 11(6), 3488–3504. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110619>
- INDECI, A. de P. N. del P.-. (2003). *Mapa de areas de licuacion de suelos* (p. 1). p. 1. Comisión Multisectorial de Reducción de Riesgos en el Desarrollo.
- Julio, K. (2002). *Reducción de desastres* (Vol. 1).
- Khalotia, D., Sairkar, S., & Gour, P. (2023). Analysis of Multi-Storeyed Structure by Using Design Softwares with Consideration of Lateral Loads. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 352). [https://doi.org/10.1007/978-981-99-2676-3\\_50](https://doi.org/10.1007/978-981-99-2676-3_50)
- Mohamad, I. I., Mohd Yunus, M. Z., Herayani Harith, N. S., & Lestuzzi, P. (2019). Vulnerability Assessment of Buildings in Ranau Township: Methodological Design. *Jurnal Kejuruteraan*, si2(1), 1–7.

- [https://doi.org/10.17576/jkukm-2019-si2\(1\)-01](https://doi.org/10.17576/jkukm-2019-si2(1)-01)
- Raoufy, A. A., Kheyroddin, A., & Naderpour, H. (2024). Rapid Visual Screening for Seismic Assessment of Hospital Buildings: A Case Study of Kabul City. *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering*, 12(3), 1-16. <https://doi.org/10.22075/jrce.2023.30600.1848>
- Oscar, Cervera,, Ángel, Lorren,, & Ángel, Ruiz,. (2023). Método del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Usando el Sistema de Información Geográfica, Una Aplicación a Escala Urbana. *Revista Politécnica* , 52 (1), 95-103. <https://doi.org/10.33333/rp.vol52n1.10>
- Orostegui Melendez, N. B. (2020). *Análisis de las ventajas y desventajas del método FEMA-154 empleando en la evaluación de edificaciones con posible riesgo sísmico* (Universidad Peruana Unión). Retrieved from [https://drive.google.com/file/d/1\\_IR8G2xOKhcG-2YVMyc1XXEeJ99GQQ2s/view](https://drive.google.com/file/d/1_IR8G2xOKhcG-2YVMyc1XXEeJ99GQQ2s/view)
- Restu, F., & Syamsi, M. I. (2017). Asesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempabumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY. *Semesta Teknika*, 20(2), 164–171.
- RNE. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismoresistente. *Editora Peru*, Vol. 53, pp. 1689–1699. Retrieved from <http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>
- Tauhid Lukita, C. D., Fathani, T. F., & Legono, D. (2017). Multi-Disaster Risk Analysis of Klaten Regency, Central Java, Indonesia. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 3(3), 135. <https://doi.org/10.22146/jcef.26743>
- Tavera, H. (2012). *Zonificación sísmica - Geotécnica del área urbana de Carapongo Lurigancho-Chosica* (p. 86). p. 86.
- Loor Loor, E., Palma Zambrano, W., & García Vences, L. (2021). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso Santa Marianita – Manta – Ecuador. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, (Vol.4), 2-16. doi:10.46296/ig.v4i7.0018

**Anexo:**

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
<b>Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de abastos a través del método cualitati</b>	<b>Sotelo Diaz</b>
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
<b>3595 Words</b>	<b>20396 Characters</b>
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
<b>11 Pages</b>	<b>1.6MB</b>
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
<b>Apr 1, 2024 8:16 AM GMT-5</b>	<b>Apr 1, 2024 8:17 AM GMT-5</b>

● **4% de similitud general**

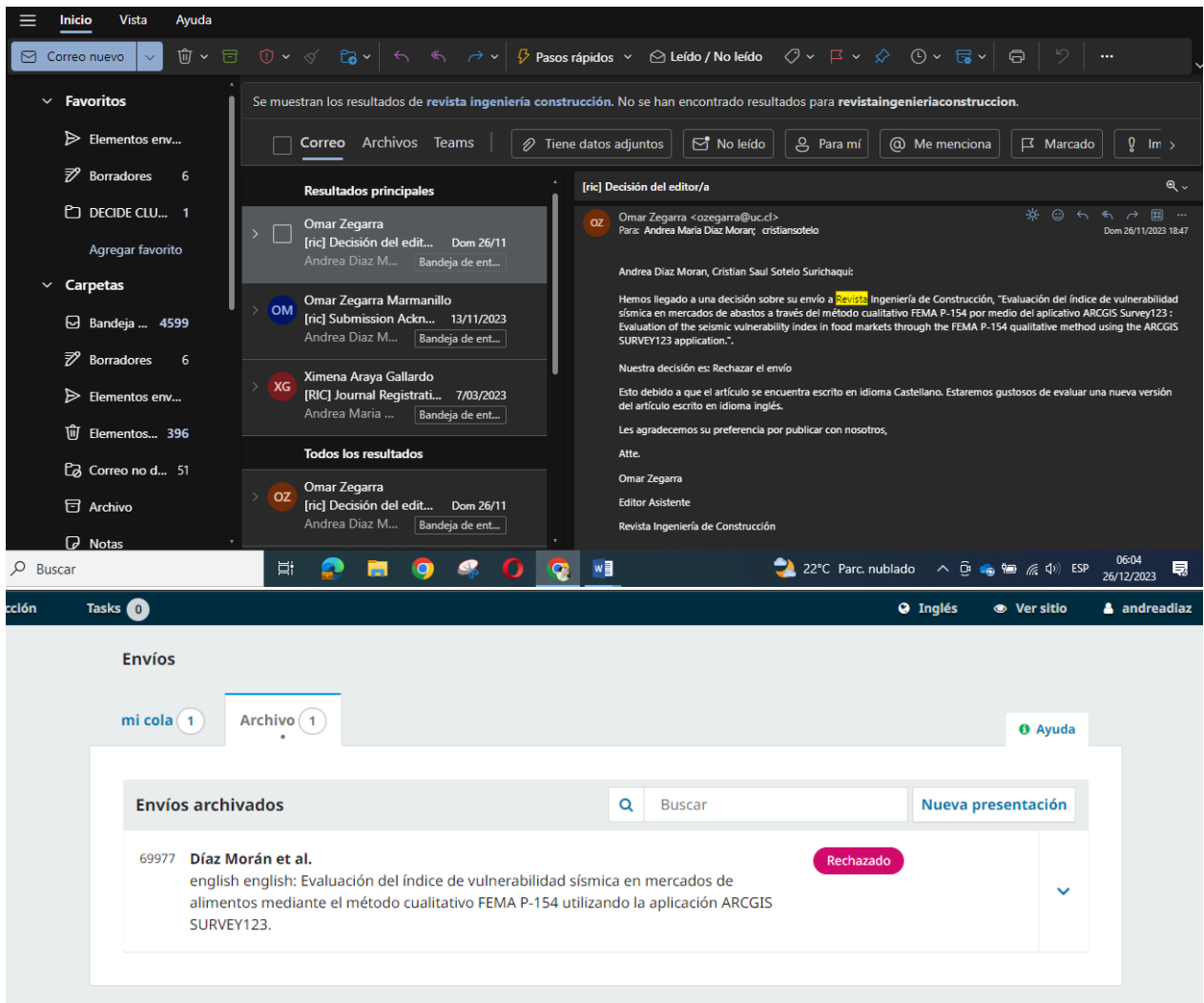
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

**Figura 8** Evidencia de similitud



**Figura 9** Evidencia de sumisión del artículo en una revista de prestigio; se volverá a enviar a la revista.



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

RESOLUCIÓN N° 1410/A-2021/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 21 de diciembre de 2021

**VISTO:**

El expediente de **Sotelo Surichaquí Cristian Saul**, identificado(a) con Código Universitario N° 201711651 y **Díaz Morán Andrea María**, identificado(a) con Código Universitario N° 201710279, de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Sotelo Surichaquí Cristian Saul** y **Díaz Morán Andrea María**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de abastos a través del método cualitativo FEMA-P154 por medio del aplicativo ArcGIS Survey123" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 21 de diciembre de 2021, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica en mercados de abastos a través del método cualitativo FEMA-P154 por medio del aplicativo ArcGIS Survey123**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar al (a la) **Ing. Ferrer Canaza Rojas** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Roberto Roland Yoctun Rios** y **Mg. Leonel Chahuares Paucar**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



*Maria Vallej*  
Dra. María Vallejos Atalaya de Cornejo  
DECANA



*Erika Inés Acuña Salinas*  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:  
-Interesado  
Asesor  
Dirección General de Investigación  
Archivo

**Figura 10** Copia de la resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo aprobado por consejo de facultad.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
LURIGANCHO

## CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN

La Municipalidad Distrital de Lurigancho-Chosica, en RUC N°20131371455 domiciliado en Jr. Trujillo Sur N°496, departamento Lima, debidamente representada por el Gerente Municipal Robert Jaime Atencia Daga, identificado con DNI. N°07686580

### CONSTA:

Que el Srta. ANDREA MARIA DIAZ MORAN, identificado con DNI N° 70390238 y el joven CRISTIAN SAUL SOTELO SURICHAQUI, identificado con DNI N°77222076, tienen la AUTORIZACION DE USO DE INFORMACION Y PERMISO DE VISITA PARA SU ANALISIS ESTRUCTURAL A LOS MERCADOS DE LURIGANCHO-CHOSICA del proyecto "Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los mercados de abasto a través del método cualitativo Fema-P154 por medio del aplicativo SURVEY123" para el desarrollo de su proyecto de Tesis.

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.

Chosica, 14 de octubre 2021.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
LURIGANCHO - CHOSICA  
ROBERT J. ATENCIA DAGA  
GERENTE MUNICIPAL

Jr. Trujillo Sur N° 496 - Lurigancho - Lima - Perú Telf.: (01) 360 3075 - (01) 360 3078

**Figura 11** Constancia de Autorización