



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Comparación del estado estructural, mediante normativa de vulnerabilidad sísmica en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca – 2023

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Sergio Alexander Laura Huanca

Asesor

Mtro. Rony Geancarlo Pérez Retuerto

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

**Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Laura Huanca, Sergio Alexander	46844101	10-09-2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Pérez Retuerto, Rony Geancarlo	42212783	0009-0003-7870-2539
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO- MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Bautista Loyola, Francisco	15744389	0000-0001-8064-6941
M(o). Barrenechea Alvarado, Julio Cesar	31923723	0000-0002-4865-3073
M(o). Goñy Ameri, Carlos Francisco	15726541	0000-0001-5994-6712

Sergio Alexander Laura Huanca : Exp. No. 2024-058...

COMPARACIÓN DEL ESTADO ESTRUCTURAL, MEDIANTE NORMATIVA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN PABELLONE...

- Quick Submit
- Quick Submit
- Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:2986279648

Fecha de entrega

19 ago 2024, 2:30 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

19 ago 2024, 2:36 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis_-_Sergio_Laura_Huanca.pdf

Tamaño de archivo

2.0 MB

71 Páginas

14,093 Palabras

84,857 Caracteres



Página 2 of 77 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:2986279648

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

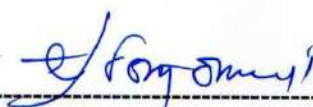
**COMPARACIÓN DEL ESTADO ESTRUCTURAL MEDIANTE NORMATIVA DE
VULNERABILIDAD SÍSMICA EN PABELLONES DE LA I.E. LUIS ALBERTO
SÁNCHEZ, BARRANCA – 2023**



Dr. BAUTISTA LOYOLA FRANCISCO
Presidente de jurado



M(O). BARRENECHEA ALVARADO JULIO CESAR
Secretario de jurado



M(O). GOÑY AMERI CARLOS FRANCISCO
Vocal de jurado

INDICE

INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.4.1 Justificación teórica.	3
1.4.2 Justificación práctica.....	4
1.4.3 Justificación metodológica.....	4
1.5. Delimitación.....	4

1.5.1 Delimitación temporal.	4
1.5.2 Delimitación de espacio.	4
1.6 Viabilidad del estudio.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales.	6
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	9
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Estado estructural.....	12
2.2.2 FEMA 154.....	12
2.2.3 Benedetti y Petrini.....	15
2.3 Definición de términos básicos.....	19
a) Nivel de vulnerabilidad.	19
b) Nivel de Vulnerabilidad Alto.....	19
c) Nivel de Vulnerabilidad Medio Alto.....	19
d) Nivel de Vulnerabilidad Medio Baja.....	20
e) Nivel de Vulnerabilidad Baja.....	20
2.4. Hipótesis de investigación	20
2.5 Operacionalización de variables	21
CAPÍTULO III.....	22

METODOLOGÍA.....	22
3.1 Diseño metodológico	22
3.2 Población y muestra.....	22
3.2.1 Población.....	22
3.2.2 Muestra.	22
3.3 Técnicas de recolección de datos	23
3.3.1 Técnicas a emplear.....	23
3.3.2 Descripción de los instrumentos.	23
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	23
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS	25
4.1 Análisis de resultados.....	25
4.1.2 Método Benedetti-Petrini para estructuras de concreto armado	26
4.1.3 Método FEMA P-154.....	36
CAPÍTULO V	38
DISCUSIÓN	38
5.1 Discusión de resultados.....	38
CAPÍTULO VI.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
6.1 Conclusiones	46
6.2. Recomendaciones	48

CAPÍTULO VII	50
REFERENCIAS.....	50
7.1 Fuentes documentales	50
7.2 Referencias documentales.....	52
ANEXOS	53
PANEL FOTOGRÁFICO	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad “Iv” en edificaciones de mampostería no reforzada.....	15
Tabla 2. Escala numérica del índice de vulnerabilidad “Iv” en edificaciones de concreto armado.....	16
Tabla 3. Parámetros de la calidad del sistema.....	28
Tabla 4. Análisis del cálculo de cortante.....	28
Tabla 5. Peso de la edificación.....	29
Tabla 6. Parámetro α de la Resistencia Convencional.	29
Tabla 7. Análisis de Parámetros en edificación de concreto armado.	35
Tabla 8. Valor de la vulnerabilidad.	36
Tabla 9. Factores de zona sísmica.....	36
Tabla 10. Factor de suelo.	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. I.E. N° 20979 Luis Alberto Sánchez - Buena Vista.....	25
Figura 2. Pabellones de la I.E. N° 20979.....	26
Figura 3. Altura de muros de pabellones de la I.E. N° 20979.	33
Figura 4. I.E. N° 20979 Luis Alberto Sánchez, infraestructura a evaluar durante la investigación.	58
Figura 5. Estado del Pabellón 1 y 2 de la I.E. Luis Alberto Sánchez.	58
Figura 6. Medición de elementos estructurales en el Pabellón 1 y 2.....	59
Figura 7. Medición de elementos estructurales en el Pabellón 1 y 2.....	59
Figura 8. Desprendimiento de cobertura y tarrajeo en el Pabellón 1.....	60

RESUMEN

La exploración realizada analiza el estado estructural y la fragilidad sísmica de la edificación del local escolar Luis Alberto Sánchez en Barranca. El objetivo es evaluar la condición estructural de los edificios escolares bajo la normativa vigente de vulnerabilidad sísmica y proporcionar una visión detallada de su capacidad para resistir eventos sísmicos. Este estudio es básico, centrado en los conceptos fundamentales y las causas de los eventos sísmicos y su impacto en las estructuras. Es descriptivo, detallando particularidades y atributos de los pabellones sin alterar variables, y utiliza un diseño no experimental, observando fenómenos en su entorno natural. El pabellón 1, construido en 2014, recibió una clasificación A en diversos parámetros, indicando altos estándares en diseño, seguridad y calidad de materiales. Beneficiado por avances tecnológicos y normativas actualizadas posteriores a 1997, su construcción contó con supervisión técnica de ingenieros, garantizando prácticas constructivas sólidas. El pabellón 2 también obtuvo una clasificación A, destacándose por su construcción posterior a 1997 y el empleo de materiales de alta calidad, con asesoría de ingenieros que refuerza la confianza en su integridad estructural. El análisis reveló un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo, con una valoración del “ I_v ” menor a 23.53. Sin embargo, se identificaron indicios de posibles daños leves a moderados en caso de un suceso sísmico, sugiriendo la necesidad de medidas preventivas y/o de refuerzo estructural para avalar la protección de los moradores y la integridad de la infraestructura escolar.

Palabras clave: Estado estructural, sismos, normatividad.

ABSTRACT

The present investigation analyzes the structural condition and seismic vulnerability of the pavilions at the Luis Alberto Sanchez Educational Institution in Barranca. The objective is to evaluate the structural condition of the school buildings according to current seismic vulnerability standards and to provide a detailed assessment of their capacity to withstand seismic events. This study is fundamental, focusing on the basic concepts and causes of seismic events and their impact on structures. It is descriptive, detailing the specific characteristics and attributes of the pavilions without altering variables, and employs a non-experimental design, observing phenomena in their natural environment.

Pavilion 1, built in 2014, received an A rating across several parameters, indicating high standards in design, safety, and quality of materials. Benefiting from technological advances and updated post-1997 regulations, its construction was overseen by engineers, ensuring sound construction practices. Pavilion 2 also received an A rating, noted for its post-1997 construction and the use of high-quality materials, with engineering advice that bolsters confidence in its structural integrity. The analysis revealed a low level of seismic vulnerability, with an “Iv” rating of less than 23.53. However, indications of possible mild to moderate damage in the event of a seismic event were identified, suggesting the need for preventive measures and/or structural reinforcement to ensure the safety of the occupants and the integrity of the school infrastructure.

Keywords: Structural condition, earthquakes, regulations.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de esta investigación, se hace énfasis en dos aspectos principales: el reconocimiento de los factores de inseguridad y la evaluación de los sistemas de alerta temprana y respuesta ante terremotos. Los factores de vulnerabilidad incluyen aspectos relacionados con el diseño estructural, la calidad de la construcción, la ubicación geográfica y la exposición a peligros naturales. Por otro lado, los sistemas de alerta temprana permiten advertir a la población y tomar medidas preventivas antes de que ocurra un terremoto, reduciendo así el impacto y las pérdidas asociadas.

Es importante destacar que la valuación de inseguridad sísmica no se limita únicamente a aspectos técnicos, sino que también involucra consideraciones socioeconómicas y políticas. La resiliencia sísmica de una comunidad no solo depende de la resistencia de sus estructuras, sino también de su capacidad para prepararse y responder eficazmente a eventos sísmicos. Por lo tanto, es fundamental promover la conciencia pública sobre los riesgos sísmicos y fomentar la adopción de medidas de prevención y mitigación a nivel individual y comunitario.

La presente tesis busca contribuir al avance del conocimiento en la carrera de ingeniería civil mediante la evaluación exhaustiva de la vulnerabilidad sísmica. Se espera que los hallazgos y recomendaciones derivados de este estudio puedan ser utilizados por profesionales, autoridades y comunidades para fortalecer la resiliencia sísmica y reducir el impacto de los terremotos en áreas vulnerables. La investigación en esta línea es primordial para avalar la estabilidad y la sostenibilidad de las infraestructuras en un mundo cada vez más expuesto a riesgos naturales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En 1995, se registró un sismo de gran intensidad el cual generó principalmente fisuras y desprendimientos de revestimientos en las edificaciones con calidad regular, y en algunos casos excepcionales, en edificaciones construidas con bloques o ladrillos que contaban con ciertos pilares. También se observaron daños menores, como grietas en las paredes y la caída de grandes fragmentos de estuco, en edificaciones de baja calidad. Es plausible que los terremotos de magnitud considerable que afectan también hayan tenido repercusiones en Barranca.

Se programó la realización de observaciones simultáneas de los resultados sísmicos y la anotación de posibles réplicas con el propósito de identificar variaciones en la intensidad de la sacudida del suelo.

Debido a la recurrente actividad sísmica en la zona, es urgente valorar los daños potenciales, especialmente en las estructuras de los establecimientos educativos, que deberían estar disponibles para su uso inmediato después de un terremoto y también podrían servir como refugios en caso de desastre.

En el año 2014, se culminó la construcción de la IE N° 20979 Luis Alberto Sánchez, ubicada en el asentamiento humano Buena Vista, provincia de Barranca. Esta

nueva construcción presenta un bosquejo arquitectónico moderno y requirió una inversión que superó los 3 millones 842 mil soles con un convenio obra por impuestos. Esta mejora beneficiará a tres mil estudiantes de Barranca.

El proyecto incluyó la edificación de 12 aulas, una sala de usos múltiples, un auditorio, una biblioteca, una enfermería, espacios administrativos, una sala para docentes, un cerco adecuado, cancha deportiva, zonas verdes y servicios sanitarios, etc. otras instalaciones. También se consideró la compra de muebles y enseres, aprovisionamiento de equipos para acrecentar el desarrollo de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, se garantiza el regreso a clases de cientos de estudiantes y se les proporciona una educación de calidad, formando ciudadanos responsables y profesionales competitivos.

Es crucial enfatizar que la fragilidad de las edificaciones en áreas con una alta actividad sísmica es un tema de suma relevancia. La revisión y el mejoramiento de las estructuras de instituciones educativas y otros inmuebles de uso público pueden salvar muchas vidas y evitar lesiones en caso de terremotos. Se torna imprescindible implementar decisiones puntuales para disminuir la inseguridad sísmica en estas zonas y asegurar con certeza la confiabilidad de la población.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023?

1.2.2 Problemas Específicos.

a) ¿Cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología FEMA 154 en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023?

b) ¿Cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología Benedetti y Petrini en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General.

Analizar cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos.

a) Identificar cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología FEMA 154 en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023.

b) Identificar cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología Benedetti y Petrini en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica.

El fin principal de esta tesis es proporcionar una visión detallada, respaldada por datos cuantitativos, sobre las vulnerabilidades particulares presentes en las edificaciones. El objetivo subyacente es perfeccionar la caracterización de estas

debilidades y aumentar la relevancia de los hitos esenciales en la previsión de riesgos relacionados con la estructura de las edificaciones.

1.4.2 Justificación práctica.

La exploración tiene como objetivo contribuir de manera práctica al fortalecimiento de las debilidades cuantitativas identificadas en las edificaciones. Se busca establecer procedimientos que podrían ser considerados en futuras revisiones de las regulaciones de construcción en Perú, en línea con el RNE.

1.4.3 Justificación metodológica.

El propósito fundamental de esta tesis es proponer una metodología que considere las debilidades cuantitativas específicas en las edificaciones. Esto se hace con la finalidad de desarrollar procedimientos de control y prevención que reduzcan los riesgos, en concordancia con las directrices establecidas en el RNE.

1.5 Delimitación

1.5.1 Delimitación temporal.

Esta programación sugiere una secuencia de actividades clara y ordenada para un proyecto o proceso. Primero, se llevará a cabo la fase de desarrollo en el terreno en septiembre, lo que implica posiblemente actividades como investigación, recolección de datos o trabajo en campo. Luego, en octubre, se realizará la fase de procesamiento, que podría incluir el análisis, la síntesis o la interpretación de la información recopilada durante la fase de desarrollo en el terreno. Esta división temporal permite una gestión eficiente del proyecto al asignar recursos y tiempo de manera adecuada para cada etapa.

1.5.2 Delimitación de espacio.

Se indica que el alcance del estudio se restringe específicamente a las edificaciones de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez en Barranca durante el año 2023. Esto implica que la investigación o análisis se centrará únicamente en las estructuras y propiedades de esta institución en particular durante ese año en particular.

Esta limitación puede ser importante para definir claramente el alcance del proyecto o estudio, ya que establece las fronteras y los límites de lo que se va a investigar o evaluar. Esto puede ser útil para gestionar recursos y garantizar que la investigación sea relevante y específica para las necesidades de la institución o las metas del estudio en cuestión. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que esta limitación puede implicar que los hallazgos y conclusiones solo sean aplicables a la Entidad Educativa Luis Alberto Sánchez en Barranca durante el año 2023, y no se pueden generalizar a otras ubicaciones o períodos de tiempo.

1.6 Viabilidad del estudio

El hecho de que el estudio se base en una ficha de observación simple del método FEMA 154 es un aspecto positivo en términos de viabilidad. Esta guía proporciona un enfoque sistemático para evaluar los probables deterioros que pueden sufrir las edificaciones durante un terremoto.

Dado que mencionas que la ficha de observación es simple y factible de adquirir, esto sugiere que el proceso de recolección de datos se simplifica y se vuelve más accesible. Esto puede ser ventajoso para llevar a cabo el estudio de manera eficiente y económica. Además, el uso de un método reconocido como el FEMA 154, y el método Benedetti y Petrini, proporciona una base sólida y confiable para la valuación vulnerable de las construcciones.

Sin embargo, es importante recordar que la viabilidad del estudio no solo depende de la disponibilidad de la ficha de observación, sino también de otros factores como el acceso a las edificaciones, la capacidad de los investigadores para realizar observaciones precisas y la colaboración de la Institución Educativa Luis Alberto Sánchez. Asegurarse de que todos estos elementos estén en su lugar es esencial para el éxito del estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales.

La indagación hecha por Lara y Martínez (2021), titulado: “**Análisis de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del Hospital San Luis de Otavalo**”. El **objetivo** tiene como meollo en analizar la vulnerabilidad sísmica de un centro de salud y sugerir un sistema de refuerzo estructural para mejorar su resistencia a los terremotos. Los indagadores usaron la cedula FEMA-154 y la **metodología** de Benedetti y Petrini para acopiar la data tanto en forma descriptiva como cuantitativos, sin alterar la muestra, mediante un esquema no experimental, a nivel descriptivo transversal bajo una perspectiva cuantitativa de grado de vulnerabilidad. Los **resultados** del estudio revelaron que el ratio de vulnerable sísmico del hospital era alto,

según la cedula del FEMA 154, que fue de 0,5. Esto indica que es necesario llevar a cabo una evaluación estructural más detallada para comprender completamente los riesgos sísmicos que enfrenta el hospital. Además, la metodología de Benedetti y Petrini mostró un factor de 152,50, lo que sugiere una vulnerabilidad moderadamente baja en comparación con el método anterior, pero aún indica la necesidad de una evaluación más exhaustiva. El estudio **concluye** en que destaca que estos resultados pueden ser útiles para la planificación de futuras mejoras estructurales en el hospital, sin necesidad de alterar la unidad muestral. Es importante mencionar que el estudio se realizó en un entorno no experimental, lo que significa que se basó en el acopio y análisis de la data existente sin manipular ninguna variable o realizar pruebas en el terreno. Este estudio proporciona información valiosa sobre la vulnerabilidad sísmica del Hospital San Luis de Otavalo y sugiere la necesidad de una evaluación más detallada para tomar medidas concretas de refuerzo estructural en el futuro.

El estudio realizado por Once y Panchana (2020) titulado: “**Análisis estructural y verificación de propuesta de reforzamiento para construcción del cuarto piso en el pabellón de 9 aulas de la unidad educativa Teodoro Wolf, del cantón Santa Elena**”. Tenía como **objetivo** evaluar la idoneidad de la estructura reciente y determinar si sería capaz de soportar el aumento de un piso adicional. Para llevar a cabo este análisis, seleccionaron como unidad muestral un pabellón que está formado por 9 aulas pertenecientes a la Escuela Teodoro Wolf. Utilizaron la cedula FEMA-154 como instrumento de observación, mediante un método de diseño no experimental, con un enfoque descriptivo y transversal, utilizando una perspectiva cuantitativa, de grado de vulnerabilidad. Los **resultados** obtenidos en el estudio revelaron un valor de ponderación "S" igual a 1,5. Según la escala de valoración del formulario, cuando el valor de "S" es menor que 2, Indica que la estructura presenta una gran susceptibilidad a

los sismos. Esto sugiere que, en la evaluación realizada, la estructura existente muestra una alta susceptibilidad a sufrir daños en caso de un terremoto. **Concluye** que este hallazgo es significativo porque plantea preocupaciones sobre la idoneidad de la estructura para resistir cargas adicionales., como la construcción de un piso adicional. Es probable que los resultados del estudio sean relevantes para la toma de decisiones en cuanto a futuras expansiones o modificaciones en la estructura del pabellón y, posiblemente, en la seguridad de los ocupantes. En general, este estudio proporciona información valiosa sobre la susceptibilidad sísmica estructural y su capacidad para resistir futuras cargas, lo que puede ser fundamental para la organización y realizar adecuadas decisiones en relación con la infraestructura escolar.

El estudio realizado por Marcillo (2019) titulado: “**Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos Benedetti y Petrini; FEMA 154 del edificio carrera de Ingeniería Agropecuaria – UNESUM**”. Se enfocó como **objetivo** en evaluar la vulnerabilidad sísmica de dos pabellones, con el propósito de identificar posibles medidas de refuerzo estructural en el futuro. Para llevar a cabo esta evaluación, el investigador utilizó la cedula FEMA-154 y aplicó el método de Benedetti y Petrini, con un **método** de investigación no experimental, con un enfoque descriptivo y transversal, basado en una perspectiva cuantitativa, de grado de vulnerabilidad. Los **resultados** del estudio mostraron un índice de vulnerabilidad baja en ambos pabellones en relación indicador del FEMA 154, que fue de 4,1. Esto sugiere que, de acuerdo con la escala utilizada en el formulario, los pabellones obtienen una vulnerabilidad baja y no necesitan una evaluación estructural detallada en ese contexto específico además, al aplicar las 11 referencias del método de Benedetti y Petrini, se determinó un índice de 18,75 para el pabellón uno y de 21,75 para el pabellón dos. Se **concluye** que estos valores también indican una vulnerabilidad baja en ambas estructuras, lo que refuerza la

conclusión de que no se requiere una evaluación más detallada desde una perspectiva cuantitativa. Es importante mencionar que el estudio fue de diseño no experimental, lo que significa que se basó en acopio y ponderación de datos existentes sin manipular la unidad muestral. Esto proporciona información valiosa sobre la vulnerabilidad sísmica de los pabellones de la escuela de Ingeniería Agropecuaria y convirtiéndose como punto de origen para futuras decisiones en cuanto a posibles reforzamientos estructurales o mejoras en la infraestructura.

2.1.2 Investigaciones nacionales.

El estudio llevado a cabo por Orostegui (2021) titulado: “Análisis de las ventajas y desventajas del método FEMA 154 empleando en la evaluación de edificaciones con posible riesgo sísmico”. Tenía como objetivo analizar las ventajas y desventajas del método FEMA 154 en la evaluación de edificaciones con posible riesgo sísmico. Para lograr este objetivo, el investigador utilizó una muestra que consistió en diversas evaluaciones de edificaciones a nivel internacional, empleando el formato de observación FEMA-154, con un método de investigación no experimental, con un enfoque descriptivo y transversal, basado en una perspectiva cuantitativa, de grado de vulnerabilidad. Los hallazgos de este estudio mostraron que el método FEMA-154 es un instrumento útil y eficaz para evaluar el estado estructural de los edificios y determinar su ratio de vulnerabilidad sísmica. Esto sugiere que el método es adecuado para su aplicación en la valoración de construcciones en riesgo sísmico, y puede proporcionar información valiosa sobre la seguridad estructural de las construcciones. Este hallazgo es importante porque destaca la utilidad del método FEMA 154 como una herramienta eficaz en la evaluación de riesgo sísmico, lo que puede ser crucial para realizar decisiones importantes con la seguridad de las edificaciones y la implementación de medidas de refuerzo estructural. Se concluye que es relevante tener en cuenta que,

aunque el método FEMA-154 pueda ser efectivo en la identificación de la vulnerabilidad sísmica, cada evaluación debe llevarse a cabo cuidadosamente y por expertos calificados para garantizar resultados precisos y confiables. Además, es importante considerar que los beneficios y perjuicios de cualquier método existe variabilidad según las circunstancias específicas de la evaluación y la ubicación geográfica de las edificaciones.

El estudio realizado por Pinto (2020) titulado: “Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020”. Se centró como meta calcular el nivel de vulnerabilidad sísmica de un pabellón. Para llevar a cabo esta evaluación, el investigador utilizó tanto la cedula FEMA-154 como el método de Benedetti y Petrini, con un método de investigación no experimental, con un enfoque descriptivo y transversal, basado en una perspectiva cuantitativa, de grado de vulnerabilidad. Un aspecto importante a destacar es que esta exploración se realizó a cabo sin manipular la unidad muestral y se clasificó como un diseño no experimental. Esto significa que se basó en el acopio y el procesamiento de la data existente sin intervenir en la estructura del pabellón. Los resultados del estudio revelaron un ratio de vulnerabilidad media para la unidad muestral, según el ratio del FEMA-154, que fue de 2,4. Esto sugiere que se necesita una valuación estructural detallada para comprender completamente los riesgos sísmicos asociados con el pabellón. Además, al aplicar el método de Benedetti y Petrini, se obtuvo una ratio de 112,5, lo que indica una vulnerabilidad media baja. Esto sugiere nuevamente la necesidad de una evaluación más pormenorizada para identificar y precisar las posibles dificultades que esa unidad muestral podría experimentar en un evento sísmico. En conclusión, este estudio proporciona información importante sobre la vulnerabilidad sísmica del pabellón. Los

resultados indican la necesidad de una evaluación estructural más detallada para comprender completamente los riesgos sísmicos y definir posibles medidas de refuerzo o mitigación.

El estudio realizado por Ascoy (2016) titulado: “Niveles de vulnerabilidad sísmica y medidas de mitigación en edificaciones de las Instituciones Educativas Domingo Mandamiento Sipán y Pedro Emilio Paulet Mostajo de la provincia de Huaura – 2015”. Se enfocó como objetivo en valorar la vulnerabilidad sísmica de diferentes pabellones. Los hallazgos proporcionan una visión detallada de la condición estructural de estos edificios y el nivel de riesgo sísmico asociado a cada uno de ellos, como el método de Benedetti y Petrini, con un método de investigación no experimental, con un enfoque descriptivo y transversal, basado en una perspectiva cuantitativa de grado de vulnerabilidad. Como resultados obtuvo lo siguiente por pabellón: Pabellón N°01: Se clasificó con una fragilidad sísmica baja y media, lo que indica riesgos en un evento sísmico. La configuración estructural y los deterioros en las juntas de dilatación fueron identificados como factores contribuyentes. Pabellón N°02: Mostró un nivel de vulnerabilidad sísmica medio, lo que implica un riesgo considerable de daños estructurales. Las juntas de dilatación deterioradas y la falta de confinamiento en la mampostería fueron factores críticos, junto con la edad del edificio y otros problemas estructurales. Pabellón N°03: Fue calificado como medio-bajo en términos de vulnerabilidad sísmica debido a agrietamientos en la mampostería y problemas de salitre. Se recomendó una evaluación estructural más detallada. Pabellón N°04: También se consideró de vulnerabilidad sísmica media-baja, pero se destacó la preocupación por la falta de juntas de dilatación, lo que podría aumentar el riesgo de daños sísmicos. Pabellón N°05: Se clasificó como nivel moderado de vulnerabilidad sísmica, y se sugirió un análisis estructural más detallado para una evaluación más

precisa. Pabellón N°06: Se consideró de vulnerabilidad sísmica media-baja, aunque se señaló la presencia de agrietamientos en la mampostería y humedad por capilaridad como aspectos a tener en cuenta. Pabellón N°07: Se calificó con vulnerabilidad sísmica media-baja, atribuyéndolo al diseño estructural y la ausencia de la unión de dilatación adecuada. Concluye en la importancia de realizar evaluaciones detalladas de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, especialmente en entornos educativos donde la seguridad de los estudiantes y el personal es fundamental. Las recomendaciones de llevar a cabo evaluaciones más exhaustivas y tomar medidas preventivas son esenciales para mejorar la seguridad de los edificios en caso de un sismo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estado estructural.

El estado estructural se refiere a la condición física y funcional de una estructura, como un edificio, puente, presa u otra infraestructura. Describe cómo se encuentra la estructura en términos de su integridad, estabilidad y capacidad para cumplir con su función prevista. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

2.2.2 FEMA 154.

El proceso de determinar el grado de vulnerabilidad de las estructuras es esencial para comprender y abordar los posibles riesgos sísmicos. En este caso, se utiliza la metodología de evaluación FEMA 154, que proporciona un enfoque estructurado y cuantitativo para este propósito. Aquí hay algunos puntos clave sobre cómo funciona:

Identificación de factores de riesgo estructural: Antes de evaluar la vulnerabilidad, es importante identificar y considerar los factores de riesgo que pueden afectar a una estructura en el curso un acaecimiento sísmico. Estos factores pueden

incluir la edad de la estructura, su diseño, materiales de construcción, estado de conservación y otros elementos relacionados con su resistencia sísmica.

Uso de la evaluación FEMA 154: La evaluación FEMA 154 es una metodología específica que usa un sistema de ponderación para asignar un valor numérico al grado de vulnerabilidad de una estructura. Este valor se calcula en función de diversos factores evaluados durante la inspección.

Valor de vulnerabilidad: Como se mencionó, si el valor calculado es menor o igual al “ S_{min} ”, se estima que la estructura es vulnerable y requiere una evaluación más pormenorizada utilizando otro formato de la metodología FEMA 154. Esto sugiere que se deben identificar y abordar problemas potenciales de resistencia sísmica.

Valor superior a “ S_{min} ”: Si el valor es mayor al “ S_{min} ”, se interpreta que la estructura no necesita una evaluación más profunda, ya que se supone que no representa un riesgo significativo de vulnerabilidad. Sin embargo, es importante recordar que esta evaluación es solo una herramienta inicial, y se pueden requerir medidas de mitigación y fortalecimiento en el futuro.

Además, la metodología FEMA 154 proporciona un marco útil para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras y tomar decisiones informadas sobre medidas de seguridad y refuerzo. Esta evaluación ayuda a identificar las estructuras que requieren una atención inmediata y las que pueden considerarse más seguras en términos de su resistencia sísmica.

La metodología FEMA 154, también conocida como "Rapid Visual Screening" (RVS), es una herramienta desarrollada por la Federal Emergency Management Agency (FEMA) de los Estados Unidos para evaluar de manera rápida y cualitativa la vulnerabilidad sísmica de edificaciones. Esta metodología se utiliza para identificar

estructuras que puedan requerir una evaluación más detallada y medidas de mitigación sísmica. Aquí te explico los pasos básicos de la metodología FEMA 154:

Selección de las estructuras a evaluar: En primer lugar, se seleccionan las edificaciones que se desean evaluar. Esto puede incluir edificios residenciales, comerciales, industriales, educativos u otros tipos de estructuras.

Inspección visual: Un inspector capacitado realiza una inspección visual de la estructura para identificar características que puedan influir en su vulnerabilidad sísmica. Durante esta inspección, se observan elementos como la arquitectura, la geometría, el sistema estructural, los materiales de construcción y otros factores relacionados con la resistencia sísmica.

Categorización de la estructura: La estructura se clasifica en una de las siguientes categorías, que representan diferentes niveles de vulnerabilidad:

Categoría 1 (Vulnerable): Indica que la estructura es vulnerable y requiere una evaluación más detallada.

Categoría 2 (Moderada): Sugiere que la estructura tiene cierta vulnerabilidad, pero no tan alta como para requerir una evaluación inmediata.

Categoría 3 (Menor): Indica que la estructura tiene una vulnerabilidad menor y no necesita una evaluación detallada en ese momento.

Asignación de un puntaje: Se asigna un puntaje a la estructura en función de las observaciones realizadas durante la inspección. El puntaje se utiliza para determinar la categoría de vulnerabilidad. **Registro y documentación:** Se registra y documenta la información recopilada durante la inspección, incluyendo fotografías y notas detalladas sobre las observaciones realizadas.

Recomendaciones: Basándose en las observaciones realizadas, se pueden proporcionar recomendaciones generales para mejorar la resistencia sísmica de la estructura. Estas recomendaciones pueden incluir medidas de refuerzo, reparaciones o mejoras en la construcción.

La metodología FEMA 154 se utiliza principalmente como una herramienta de evaluación inicial para identificar estructuras que podrían requerir una evaluación más exhaustiva y medidas de mitigación sísmica. Es importante tener en cuenta que esta metodología es cualitativa y no proporciona una evaluación detallada de la resistencia sísmica de la estructura, por lo que es necesario llevar a cabo análisis estructurales más profundos cuando se identifican problemas significativos.

2.2.3 Benedetti y Petrini.

La metodología de evaluación de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini, es una técnica utilizada para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estructuras de mampostería no reforzada y estructuras de concreto armado. Esta metodología se centra en identificar y calificar diferentes aspectos de la estructura que pueden influir en su comportamiento durante un terremoto.

Estructura de mampostería no reforzada: La metodología utilizada para este tipo de construcción, identifica once parámetros, calificándolos de “A” (excelente) a “D” (pésimo). Los cuales tendrán valores designados “ K_i ” y “ W_i ”, obtenidos a partir de la investigación de los autores de la presente metodología.

Tabla 1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad “ I_v ” en edificaciones de mampostería no reforzada.

i	Parámetro	$K_i A$	$K_i B$	$K_i C$	$K_i D$	W_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.000

2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.250
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.500
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.750
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.000
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.500
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.000
8	Distancia máxima entre muros	0	5	25	45	0.250
9	Modo de cubierta	0	15	25	45	1.000
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.250
11	Condición de preservación	0	5	25	45	1.000

Fuente: (Benedetti y Petrini, 1984)

El índice de vulnerabilidad “ Iv ” para estas estructuras, se calculará utilizando la siguiente ecuación:

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

Estructura de concreto armado: La metodología utilizada para este tipo de construcción, identifica once parámetros, calificándolos de “A” (excelente) a “C” (pésimo). Los cuales tendrán valores designados “ K_i ” y “ W_i ”, obtenidos a partir de la investigación de los autores de la presente metodología.

Tabla 2. Escala de índice numérico de vulnerabilidad “ Iv ” en edificaciones de concreto armado.

i	Parámetro	$K_i A$	$K_i B$	$K_i C$	W_i
1	Organización del sistema resistente	0.00	1.00	2.00	4.00

2	Calidad del sistema resistente	0.00	1.00	2.00	1.00
3	Resistencia convencional	-1.00	0.00	1.00	1.00
4	Posición del edificio y cimentación	0.00	1.00	2.00	1.00
5	Diafragmas horizontales	0.00	1.00	2.00	1.00
6	Configuración en planta	0.00	1.00	2.00	1.00
7	Configuración en elevación	0.00	1.00	3.00	2.00
8	Conexión entre elementos críticos	0.00	1.00	2.00	1.00
9	Elementos de baja ductilidad	0.00	1.00	2	1.00
10	Elementos no estructurales	0.00	1.00	2	1.00
11	Estado de preservación	0.00	1.00	2.00	1.00

Fuente: (Benedetti y Petrini, 1984)

El índice de vulnerabilidad “ I_v ” para estas estructuras, se calculará utilizando la siguiente ecuación:

$$I_v = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i * W_i) + 1}{34}$$

A continuación, se explica los principales pasos y componentes para el desarrollo de estas metodologías:

Selección de la edificación: Se elige la edificación que se va a evaluar. Puede ser un edificio residencial, comercial, industrial o cualquier otro tipo de estructura.

Recopilación de información: Se recopila información detallada sobre la edificación, incluyendo planos de construcción, datos sobre materiales de construcción, especificaciones estructurales y cualquier otro dato relevante.

Evaluación de la configuración estructural: Se analiza la configuración estructural de la edificación, lo que incluye aspectos como la disposición de las columnas y vigas, la distribución de las masas y la rigidez de la estructura.

Identificación de vulnerabilidades: Se identifican posibles vulnerabilidades de la edificación en función de aspectos como la calidad de la construcción, el mantenimiento, la edad de la estructura y la resistencia de los materiales utilizados.

Asignación de factores de vulnerabilidad: Se asignan factores de vulnerabilidad a cada uno de los elementos o componentes identificados como vulnerables. Estos factores se basan en la experiencia y el conocimiento de los expertos y reflejan el grado de vulnerabilidad de cada aspecto evaluado.

Cálculo del índice de vulnerabilidad: Se calcula un índice de vulnerabilidad para la edificación sumando los factores de vulnerabilidad asignados a cada elemento evaluado. Este índice proporciona una medida cuantitativa de la vulnerabilidad de la estructura.

Clasificación de la vulnerabilidad: Con base en el índice de vulnerabilidad calculado, la edificación se clasifica en una categoría de vulnerabilidad. Por lo general, se utilizan categorías como "baja", "media" o "alta" para describir el nivel de riesgo sísmico.

Recomendaciones y medidas de mitigación: En función de la clasificación de vulnerabilidad, se pueden proporcionar recomendaciones específicas para mejorar la

resistencia sísmica de la edificación. Estas recomendaciones pueden incluir medidas de refuerzo estructural, reparaciones o mejoras en la construcción.

La metodología de evaluación de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini es un enfoque detallado que permite obtener una evaluación más precisa de la vulnerabilidad sísmica de una edificación en comparación con métodos más simples. Esto facilita la identificación de áreas específicas que requieren atención y medidas de mitigación, lo que contribuye a mejorar la seguridad sísmica de las estructuras.

2.3 Definición de términos básicos

a) Nivel de vulnerabilidad.

Los niveles de vulnerabilidad son categorías utilizadas para clasificar el grado de riesgo sísmico de una estructura o edificación. Cada nivel indica el nivel de peligro potencial que enfrenta la estructura en caso de un terremoto. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011).

b) Nivel de Vulnerabilidad Alto.

Indica que la estructura tiene un alto riesgo de sufrir daños significativos o colapso total durante un terremoto. Se considera que esta estructura es altamente vulnerable y requiere medidas de mitigación urgentes. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011).

c) Nivel de Vulnerabilidad Medio Alto.

Se refiere a una estructura que tiene un riesgo moderadamente alto de experimentar daños significativos o colapso parcial durante un terremoto. Aunque no es tan vulnerable como la categoría alta, aún se considera que presenta un riesgo considerable y podría necesitar mejoras de resistencia sísmica. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011).

d) Nivel de Vulnerabilidad Medio Baja.

Indica que la estructura tiene un riesgo moderado o bajo de sufrir daños graves durante un terremoto. Aunque podría tener ciertos problemas o debilidades, no se considera que esté en un riesgo inminente de colapso. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011).

e) Nivel de Vulnerabilidad Baja.

Significa que la estructura tiene un bajo riesgo de daños o colapso durante un terremoto. Se considera que es resistente a eventos sísmicos y generalmente no necesita medidas de refuerzo significativas. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011)

2.4. Hipótesis de investigación

No es requerido el desarrollo de una hipótesis.

2.5 Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Estado estructural	El estado estructural se refiere a la condición física y funcional de una estructura, como un edificio, puente, presa u otra infraestructura. Describe cómo se encuentra la estructura en términos de su integridad, estabilidad y capacidad para cumplir con su función prevista. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)	<p>Uso de la evaluación FEMA 154: La evaluación FEMA 154 es una metodología específica que utiliza un sistema de ponderación para asignar un valor numérico a la vulnerabilidad de una estructura.</p> <p>Este valor se calcula en función de diversos factores evaluados durante la inspección.</p>	FEMA 154	$S \leq S_{min}$ $S > S_{min}$
		<p>Valor de vulnerabilidad: Como se mencionó, si el valor “S” calculado es menor al “S_{min}”, se considera que la estructura es vulnerable y requiere una evaluación más detallada utilizando otro formato de la metodología FEMA 154. Esto sugiere que se deben identificar y abordar problemas potenciales de resistencia sísmica.</p> <p>Valor “S” superior a “S_{min}”: Si el valor “S” es mayor a “S_{min}”, se interpreta que la estructura no necesita una evaluación más profunda, ya que se supone que no representa un riesgo significativo de vulnerabilidad. Sin embargo, es importante recordar que esta evaluación es solo una herramienta inicial, y se pueden requerir medidas de mitigación y fortalecimiento en el futuro.</p>	Benedetti y Petrini	<p>Alta: $I_v > 70.59$</p> <p>Media alta: $70.59 \geq I_v > 47.06$</p> <p>Media baja: $47.06 \geq I_v > 23.53$</p> <p>Baja: $I_v \leq 23.53$</p>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Según lo expresado por Arias (2022), se refiere a los conceptos fundamentales y las causas detrás de la aparición de un evento, proceso o fenómeno específico (p. 69). Por lo que es de tipo básica.

Según lo señalado por los escritores Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se busca detallar las particularidades, atributos y descripciones de individuos, colectivos, comunidades, procedimientos, objetos o cualquier fenómeno sometido a un examen en particular (p. 108). Por lo que es de nivel descriptivo.

Según lo señalado por los escritores Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se lleva a cabo sin intencionalmente alterar variables. En la investigación no experimental, lo que haces es observar o medir fenómenos y variables tal como se presentan en su entorno natural, con el propósito de analizarlos (p. 174). Por lo que es de diseño no experimental.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población.

Pabellones de la I.E. N° 20979 Luis Alberto Sánchez - Buena Vista.

3.2.2 Muestra.

Se desarrollará con la población.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Técnicas a emplear.

Observación.

3.3.2 Descripción de los instrumentos.

Ficha de campo – FEMA 154.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

El proceso de inspección y evaluación que has descrito es fundamental para determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, y parece ser un enfoque completo y meticuloso. Aquí hay algunos comentarios sobre las etapas y los pasos involucrados en este proceso:

Inspección Visual Integral: Comenzar con una inspección visual integral es una base sólida para evaluar la seguridad de una edificación. Esto incluye no solo la estructura en sí, sino también los factores circundantes como el suelo y las edificaciones vecinas que pueden influir en la respuesta sísmica.

Evaluación Estructural: Evaluar los elementos estructurales, como muros portantes, columnas y vigas, es crucial. Verificar si cumplen con las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones es esencial para determinar su capacidad de resistir un evento sísmico.

Aspectos Arquitectónicos: Considerar elementos arquitectónicos, como la organización y distribución de la edificación, es importante. Identificar elementos que puedan ser peligrosos en caso de un terremoto, como parapetos inadecuados o elementos que puedan caer, es una parte crítica de la evaluación.

Obtención de Índices de Vulnerabilidad: Calcular índices de vulnerabilidad basados en detalles específicos es una manera efectiva de cuantificar el riesgo. Utilizar formatos como el FEMA 154 y el formato de Benedetti y Petrini adaptado a la normativa peruana ayuda a sistematizar este proceso.

Asignación de Pesos y Promedio Ponderado: Asignar pesos a diferentes parámetros evaluativos y calcular un promedio ponderado para determinar el grado de vulnerabilidad es una forma sólida de cuantificar el riesgo sísmico. Esto facilita la comparación entre diferentes edificaciones y ayuda a priorizar las acciones de mitigación.

Establecer Niveles de Vulnerabilidad: Clasificar las edificaciones en niveles de vulnerabilidad (muy alta, alta, moderada, baja) es útil para tomar decisiones informadas sobre las acciones necesarias.

Comparación y Mejoras en la Metodología: La comparación de resultados y la búsqueda de similitudes y diferencias entre diferentes metodologías es un enfoque valioso. Esto permite identificar cuál de las metodologías es más adecuada para las condiciones y normativas locales.

En general, este proceso parece ser exhaustivo y adecuado para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en Perú. La combinación de inspección visual, evaluación estructural y análisis de aspectos arquitectónicos junto con la cuantificación de la vulnerabilidad proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas sobre las mejoras necesarias en las edificaciones y para garantizar la seguridad de las personas en caso de un evento sísmico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados



Figura 1. I.E. N° 20979 Luis Alberto Sánchez - Buena Vista.

El colegio cuenta con 12 aulas, sala de uso múltiple, centro de cómputo, auditorio, biblioteca, tópico, áreas administrativas y sala de profesores.

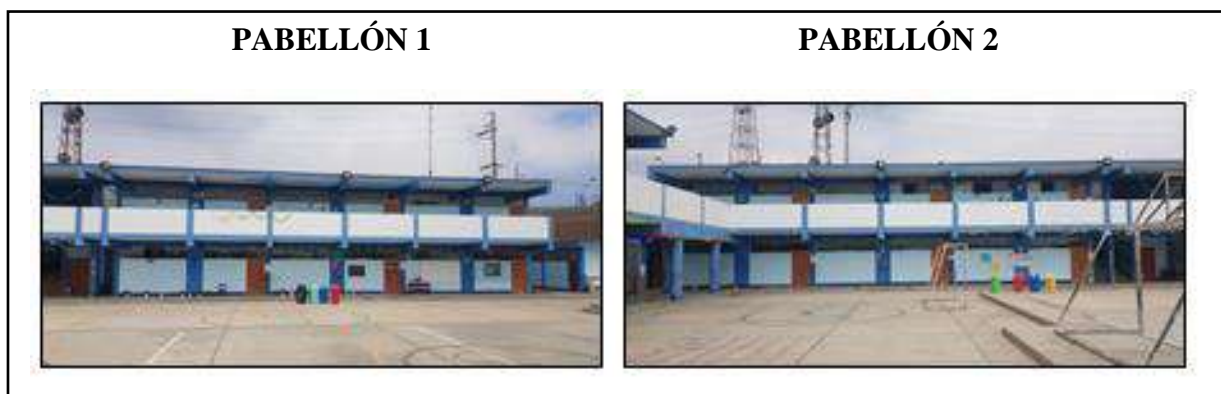


Figura 2. Pabellones de la I.E. N° 20979.

Del trabajo a realizar, se realizará el análisis de vulnerabilidad al pabellón 1 y 2, que contienen las aulas de la institución educativa.

Los pabellones 1 y 2 al tener las mismas dimensiones tanto por el exterior como interior, facilitaran el análisis de la vulnerabilidad sísmica.

4.1.2 Método Benedetti-Petrini para estructuras de concreto armado

i. Organización del sistema resistente.

El pabellón 1, en este parámetro obtuvo una clasificación de A debido a que fue construido con un sistema mixto (pórticos de concreto armado y mampostería confinada), ejecutado después de 1997, específicamente en 2014, y también recibió orientación técnica de ingenieros durante su edificación. Esta calificación refleja que la construcción cumplió con estándares superiores en términos de diseño, seguridad y calidad de los materiales utilizados. El hecho de haber sido construido después de 1997 implica que se benefició de avances tecnológicos y normativas actualizadas que contribuyeron a su integridad estructural y funcional. La presencia de asesoramiento profesional durante el proceso de construcción indica un enfoque riguroso hacia la planificación y ejecución del proyecto, lo que probablemente garantizó la idoneidad del diseño y la implementación de prácticas constructivas sólidas. En resumen, la calificación A para el pabellón 1 subraya su alto nivel

de calidad y seguridad, respaldado tanto por su cronología de construcción como por la supervisión experta que recibió durante su realización.

ii. Calidad del sistema resistente.

El pabellón 2 ha recibido una clasificación de A en el parámetro II, lo cual se debe a que, al igual que en el parámetro I, su edificación ocurrió después del año 1997 y se benefició de la asesoría de profesionales y mano de obra calificada durante su construcción. Además, durante el proceso de edificación, se emplearon materiales de alta calidad. Esta evaluación resalta la excelencia en diversos aspectos relacionados con la construcción del pabellón. La fecha de construcción posterior a 1997 sugiere que se diseñó y construyó conforme a estándares más recientes, que probablemente incluyen avances tecnológicos y normativas de seguridad actualizadas. La participación de ingenieros expertos indica un enfoque profesional y técnico en todas las etapas del proyecto, lo que conlleva a una mayor confianza en la integridad estructural del edificio. Además, el uso de materiales de buena calidad sugiere durabilidad y resistencia, aspectos fundamentales para garantizar la seguridad y el confort de quienes lo utilizan. En síntesis, la calificación A del parámetro II destaca la combinación de elementos clave que aseguran la fiabilidad y calidad del pabellón 2 en su totalidad.

iii. Resistencia convencional.

Para este criterio específico, se llevó a cabo un análisis estructural utilizando el software ETABS 2018, con el propósito de determinar el peso propio de la construcción, información que será empleada para calcular el cortante basal. El coeficiente α , por otro lado, representa la proporción entre la resistencia estructural de la edificación y la fuerza diseñada para soportar cargas. Este coeficiente proporciona una medida de la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas externas, considerando factores como el diseño de los materiales y la geometría del edificio. El modelamiento en ETABS 2018 permite simular el comportamiento de la estructura ante diversas condiciones de carga y evaluar su respuesta

estructural. El cálculo del peso muerto, derivado de este análisis, es esencial para determinar el cortante basal, que es una medida crítica para el diseño sísmico y la estabilidad estructural. El coeficiente α , al comparar la fuerza resistente con la fuerza de diseño, ofrece información crucial sobre la capacidad de la edificación para resistir cargas y mantener su integridad bajo condiciones normales o extremas. Su evaluación proporciona una base sólida para garantizar la seguridad y la estabilidad de la estructura durante su vida útil.

Tabla 3. Parámetros de la calidad del sistema.

Z	0.45
U	1.5
S	1.05
R	7
g	9.81
TP	0.6
TL	2
Hn	6.40
Ct	60
T	0.10666667
C	2.5
ZUCS/R	0.253125

Cálculo de la Cortante Resistente:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * b * d$$

Tabla 4. Análisis del cálculo de cortante.

Columnas	Sección	Cantidad	Piso	h	b	d	ϕV_c (columna)
-----------------	----------------	-----------------	-------------	----------	----------	----------	----------------------------------------

C-1	C-1	8	2	3.2	30	50	78.3404	kg
C-2	C-2	4	2	3.2	30	25	19.5851	kg
C-T	C-T	6	2	3.2	32.5		41.3735	kg
							139.2990	kg

$$Vr = \emptyset Vc * h * \gamma_{concreto}$$

$$Vr = \emptyset Vc * h * 2400$$

$$Vr = 2139632.64 \text{ kg}$$

Cálculo de la Cortante Basal:

Tabla 5. Peso de la edificación.

Output	Case	Step	Step	FX	FY	FZ
Case	Type	Type	Number	kg	kg	kg
Dead	LinStatic			0	0	252645.19
Live	LinStatic			0	0	56312.38

Cálculo de la cortante basal:

$$V_s = \frac{zucs}{R} \times P = 71077.75 \text{ kg}$$

Cálculo del Parámetro α :

$$\alpha = \frac{Vr}{V_s} = 30.1027$$

Tabla 6. Parámetro α de la Resistencia Convencional.

A. $\alpha \geq 1,5$
B. $0,70 \leq \alpha < 1,5$
C. $\alpha < 0,70$

Se concluye entonces, respecto a lo mostrado en la Tabla 6:

$$\alpha = 30.1027 \geq 1.2 \dots \dots (A)$$

iv. Posición del edificio y cimentación.

Conforme al análisis del mapa de suelos del distrito de Barranca, se determina que el pabellón 1 está situado en un área con un perfil de suelo clasificado como S2, caracterizado como suelo intermedio. Además, se destaca que este suelo no muestra presencia de sales ni humedad, condiciones atribuidas al clima seco predominante en el distrito. Además, la topografía de la zona no es accidentada, por lo tanto, el pabellón 1 recibe una calificación de A.

Esta evaluación se basa en la estabilidad y las condiciones favorables del suelo donde se asienta el edificio. El perfil S2 indica que el suelo posee características que lo hacen propicio para la construcción, lo que implica una menor susceptibilidad a problemas como asentamientos diferenciales o erosión, lo que puede contribuir a la estabilidad a largo plazo de la estructura.

La ausencia de sales y humedad, atribuibles al clima seco, añade un elemento adicional de favorabilidad para la construcción y el mantenimiento del pabellón 1. Estas condiciones atmosféricas y de suelo promueven un entorno que minimiza riesgos asociados con problemas de corrosión o deterioro de los materiales de construcción.

v. Diafragmas horizontales.

La calificación A atribuida a la estructura se fundamenta en la calidad de la conexión entre la losa aligerada y los componentes estructurales, como vigas y columnas, así como en la ausencia de deformaciones detectables. Esta evaluación indica una adecuada integridad y funcionalidad del sistema estructural. La eficaz conexión entre la losa aligerada y los elementos estructurales es esencial para garantizar la estabilidad y resistencia de la

edificación ante cargas y fuerzas externas. Una unión sólida y bien diseñada proporciona cohesión estructural, evitando desplazamientos inesperados o fallas prematuras. La falta de deformaciones evidentes sugiere que la estructura ha mantenido su forma original y no ha experimentado alteraciones significativas que puedan comprometer su estabilidad o seguridad. Este aspecto es crucial para asegurar la habitabilidad y la seguridad de los ocupantes a lo largo del tiempo.

vi. Configuración en planta.

$$x_{min} = 0.00m$$

$$y_{min} = 0.00m$$

$$x_{max} = 23.45m$$

$$y_{max} = 7.45m$$

Puntos medios de la edificación:

$$x_m = 11.725m$$

$$y_m = 3.725m$$

Centro geométrico de la edificación:

$$x_g = 11.725m$$

$$y_g = 3.725m$$

Regularidad por ejes en la estructura:

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2}|x_{max} - x_{min}|}$$

$$IR_x = 0 m$$

$$IR_y = 0m$$

Basándonos en los datos recabados, la clasificación de nuestra estructura correspondería a la categoría A, dado que el parámetro "IR" se sitúa por debajo del umbral de

0.25. Esta evaluación implica que la estructura exhibe un nivel de riesgo bajo o aceptable en términos de los criterios considerados. El parámetro "IR", al estar por debajo de 0.25, sugiere que la estructura posee características que la posicionan en una categoría favorable en cuanto a su estabilidad, resistencia y seguridad. Este valor indica una relación adecuada entre los esfuerzos aplicados a la estructura y su capacidad para resistir dichos esfuerzos, lo que se traduce en un bajo riesgo de falla o colapso. La categorización de la estructura como tipo A refleja una situación deseable y confiable desde el punto de vista estructural, lo que proporciona tranquilidad y garantías tanto para los ocupantes como para los responsables del mantenimiento y la gestión de la edificación.

vii. Configuración en elevación.

Según los niveles de altura de cada pabellón, se halló el coeficiente RL

$$RL = \frac{H - T}{H}$$

Siendo H= 6.4m y T=0

$$RL = 1$$

El parámetro en cuestión será categorizado como tipo A, lo que indica una vulnerabilidad baja, ya que su valor supera el umbral de 0.66. Esta evaluación sugiere que la estructura posee características que la posicionan en una categoría favorable en términos de resistencia y estabilidad ante eventos adversos. Al superar el valor de 0.66, el parámetro indica que la estructura exhibe una capacidad robusta para resistir tensiones y cargas, lo que resulta en una vulnerabilidad reducida frente a posibles riesgos y eventos potencialmente destructivos. Este nivel de resistencia sugiere una adecuada planificación y ejecución en el diseño y la construcción de la estructura, así como la implementación de materiales y técnicas que refuerzan su integridad. La categorización como tipo A refleja una situación favorable en

términos de seguridad estructural, lo que proporciona confianza y tranquilidad tanto para los usuarios como para los encargados del mantenimiento y la gestión del edificio.

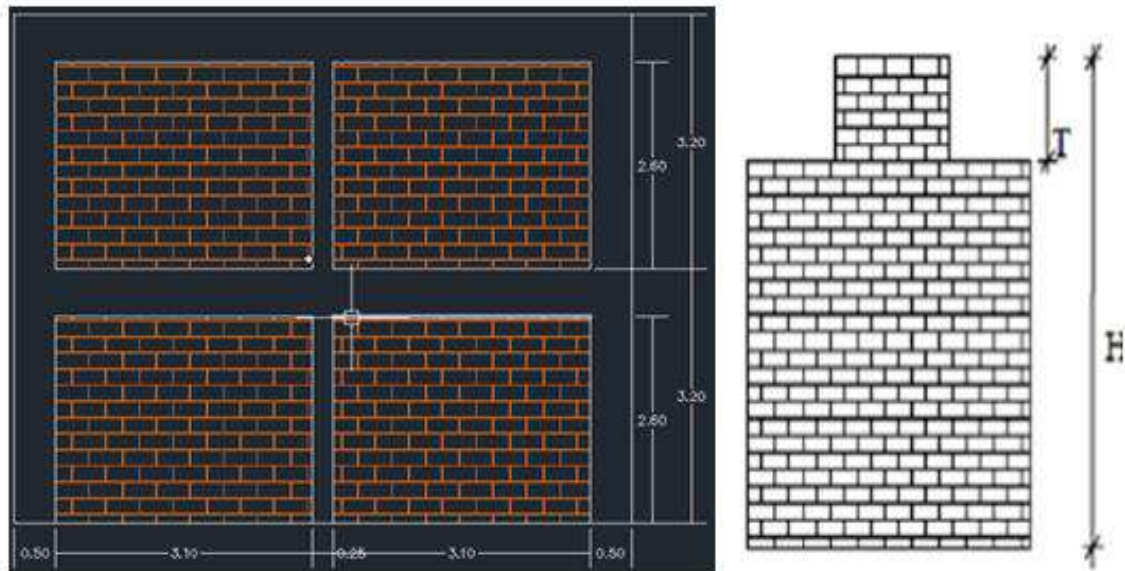


Figura 3. Altura de muros de pabellones de la I.E. N° 20979.

viii. Conexión entre elementos críticos.

El parámetro de la distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado fue evaluado considerando el año de construcción y la presencia de asesoramiento técnico. Siguiendo el mismo criterio que los parámetros I y II, este también cumplió con la asesoría técnica y, al ser una construcción posterior a 1997, recibió una calificación A. Esta calificación refleja que la edificación ha sido diseñada y construida bajo estándares actualizados, contando con la guía y supervisión de expertos en ingeniería durante su proceso de realización. La presencia de asesoramiento técnico garantiza un enfoque profesional en la planificación y ejecución del proyecto, lo que fortalece la confianza en la integridad estructural del edificio. La consideración del año de construcción, posterior a 1997, indica que la edificación se beneficia de los avances tecnológicos y las regulaciones actualizadas, lo que contribuye a su calidad y seguridad. En conjunto, estos factores respaldan la clasificación A del parámetro de distancia máxima entre muros y columnas de concreto armado,

destacando su cumplimiento con criterios rigurosos de diseño y construcción, que aseguran un entorno seguro y funcional para sus usuarios.

ix. Elementos de baja ductilidad.

En este parámetro, los pabellones recibieron una calificación de A, principalmente porque la edificación según la norma E.030, es una “Edificación esencial” (institución educativa), las cuales deben garantizar el no colapso de la edificación ante un evento sísmico. La calificación A sugiere que la estructura consta de características que reflejan calidad y solidez. Al igual que en el parámetro 8, la edificación en sus etapas de concepción y ejecución, tuvieron profesionales (ingenieros estructuralistas, arquitectos, etc.), los cuales garantizan la estabilidad y durabilidad del centro educativo.

x. Elementos no estructurales.

Este parámetro evalúa elementos no estructurales, tales como cornisas, parapetos y otros elementos similares. Durante la inspección realizada, se confirmó que los balcones del pabellón 1 están adecuadamente conectados al sistema resistente, al igual que los parapetos, lo cual justifica su calificación A. La calificación A indica que estos elementos no estructurales han sido diseñados e instalados de manera que están integralmente vinculados al sistema resistente del edificio. Esta conexión sólida contribuye a la estabilidad general de la estructura y aumenta su capacidad para resistir fuerzas externas, como vientos fuertes o movimientos sísmicos. La correcta conexión de los balcones y parapetos al sistema resistente no solo garantiza la seguridad de la edificación, sino que también puede mejorar su estética y funcionalidad. Además, esta conexión adecuada ayuda a prevenir daños y posibles riesgos para los ocupantes y la estructura en general.

xi. Estado de conservación.

Dado que se trata de un parámetro cualitativo, se llevó a cabo una observación directa del estado de los elementos estructurales y no estructurales. Durante la visita al pabellón 1, se pudo constatar que tanto los elementos estructurales como los no estructurales se hallan en condiciones óptimas de conservación, lo que justifica la calificación A. Esta evaluación implica que tanto los componentes que proporcionan soporte y estabilidad al edificio como aquellos que no tienen una función estructural directa están en un estado satisfactorio. El buen estado de conservación de estos elementos sugiere un mantenimiento adecuado y una gestión efectiva de la infraestructura. La calificación A refleja la solidez y la seguridad de la edificación, ya que un mantenimiento adecuado de los elementos estructurales y no estructurales es crucial para garantizar la integridad del edificio a lo largo del tiempo. Además, una estructura bien conservada puede contribuir a la seguridad y al bienestar de quienes la utilizan.

Luego de conocer a qué clase pertenece cada parámetro se usará la siguiente ecuación para calcular la vulnerabilidad.

$$Iv = 100 * \frac{(\sum_{i=1}^{11} K_i * W_i) + 1}{34}$$

Donde el valor de $Iv \leq 23.53$

Tabla 7. Análisis de Parámetros en edificación de concreto armado.

Parámetros	Clase K_i			K_i	W_i	$K_i * W_i$	
	A	B	C				
1	0	1	2	A	0	4.00	0.00
2	0	1	2	A	0	1.00	0.00
3	-1	0	1	A	-1	1.00	-1.00

Parámetros	Clase K_i			K_i	W_i	$K_i * W_i$	
	A	B	C				
4	0	1	2	A	0	1.00	0.00
5	0	1	2	A	0	1.00	0.00
6	0	1	2	A	0	1.00	0.00
7	0	1	3	A	0	2.00	0.00
8	0	1	2	A	0	1.00	0.00
9	0	1	2	A	0	1.00	0.00
10	0	1	2	A	0	1.00	0.00
11	0	1	2	A	0	1.00	0.00

Tabla 8. Valor de la vulnerabilidad.

“Vulnerabilidad”		“Valores I_v ”	“Porcentaje”	
“A”	“Baja”	$I_v \leq 23.53$	“0”	“25”
“B”	“Media Baja”	$47.06 \geq I_v > 23.53$	“25”	“50”
“C”	“Media Alta”	$70.59 \geq I_v > 47.06$	“50”	“75”
“D”	“Alta”	$I_v > 70.59$	“75”	“100”

4.1.3 Método FEMA P-154.

a) Determinación de la región sísmica.

Tabla 9. Factores de zona sísmica

“Zona”	“Z”
“4”	“0,45”
“3”	“0,35”

“2”	“0,25”
“1”	“0,10”

Debido a que nos encontramos en la zona costera, se selecciona la zona 4.

b) Tipo de suelo.

Tabla 10. Factor de suelo.

“ASCE/SEI 7-10”	“RNE-E 0,30”
“A”	“So”
“B”	“S1”
“C”	“S2”
“D”	“S3”
“E”	“S4”
“F”	“S4”

c) Tipo de construcción.

Concreto con albañilería sin refuerzo (C3).

d) Irregularidades verticales.

La edificación presenta fisuras en las juntas de la edificación y leves fisuras en los muros.

e) Irregularidades en planta.

No presenta irregularidades horizontales.

f) Definición de pre-codes y post-benchmarks.

Construcción realizada en el año 2014, construcción realizada después del año 1997.

g) Verificación del índice

Se adjunta en el ANEXO V-1, donde el índice obtenido es de 2.9 para una sismicidad BAJA para el nivel 1, es opcional evaluar el nivel 2, ya que el índice de sismicidad “S” obtenido, supera el valor de “Smin”, además para la evaluación utilizando el formulario mostrado en el ANEXO V-2, es necesario la intervención de un especialista (ingeniero civil y/o arquitecto).

Finalmente, ya calculado el valor final de “S” > “Smin”, se puede predecir el posible comportamiento de la estructura ante actividades sísmicas, por lo que se predice que la edificación tiene probabilidad de sufrir daños leves a moderados en elementos estructurales y/o en elementos de mampostería.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

El estudio realizado por Lara y Martínez (2021) ofrece una visión integral sobre la vulnerabilidad sísmica de un centro de salud, centrándose en la evaluación de su resistencia ante terremotos y proponiendo medidas de refuerzo estructural para mitigar los riesgos asociados. Este análisis resulta fundamental, dado el papel crítico que desempeñan los centros de salud en la atención médica y la respuesta a emergencias durante y después de desastres naturales como los terremotos. Una de las fortalezas del estudio radica en la utilización de

metodologías reconocidas y establecidas, como la ficha FEMA-154 y la metodología de Benedetti y Petrini, para evaluar la vulnerabilidad sísmica del centro de salud. Estas herramientas proporcionan un marco estructurado y confiable para recopilar datos tanto de manera descriptiva como cuantitativa, permitiendo una comprensión más profunda de los riesgos sísmicos que enfrenta la infraestructura hospitalaria. Los resultados obtenidos a través de estas metodologías son reveladores. Según el factor cuantitativo del FEMA-154, el índice de vulnerabilidad sísmica del hospital fue evaluado como alto, con un valor de 0,5. Esta cifra indica la presencia de serias vulnerabilidades estructurales que podrían poner en peligro tanto la integridad física de la infraestructura como la seguridad de los pacientes y el personal médico en caso de un terremoto. Es importante destacar que, aunque el método de Benedetti y Petrini arrojó un factor cuantitativo ligeramente más bajo, indicando una vulnerabilidad moderadamente baja en comparación con el método anterior, aún sugiere la necesidad de una evaluación más exhaustiva. Esta discrepancia subraya la importancia de considerar múltiples enfoques y herramientas para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, ya que cada método puede proporcionar perspectivas únicas y complementarias sobre la seguridad ante terremotos. Un aspecto relevante del estudio es su enfoque no experimental, que se basó en la recopilación y análisis de datos existentes sin manipular variables ni realizar pruebas en el terreno. Aunque este enfoque puede limitar la capacidad de obtener datos específicos y detallados sobre la resistencia estructural del hospital, sigue siendo una aproximación válida y útil para comprender la vulnerabilidad sísmica y orientar decisiones futuras en materia de refuerzo estructural. En última instancia, los hallazgos del estudio de Lara y Martínez son fundamentales para la planificación de mejoras estructurales en el Hospital San Luis de Otavalo. La identificación de una vulnerabilidad sísmica significativa destaca la urgencia de tomar medidas concretas para reforzar la infraestructura y garantizar su capacidad para resistir y responder eficazmente a eventos sísmicos. Esta información proporciona una base

sólida para la toma de decisiones informadas y la asignación de recursos destinados a mejorar la resiliencia de la infraestructura de salud ante desastres naturales.

El estudio llevado a cabo por Once y Panchana (2020) presenta una evaluación detallada sobre la vulnerabilidad sísmica de una estructura específica, centrándose en su capacidad para resistir la adición de un piso adicional. Este análisis se realiza en el contexto de la Escuela Teodoro Wolf y su pabellón de 9 aulas, utilizando el formulario FEMA-154 como instrumento de observación. Los resultados obtenidos en este estudio son reveladores y plantean preocupaciones significativas sobre la capacidad de la estructura existente para soportar cargas adicionales, como la construcción de un nuevo piso. El valor de ponderación "S" obtenido, que fue igual a 1,5, sugiere una alta vulnerabilidad sísmica de la estructura según la escala de valoración del formulario. Este hallazgo indica una alta susceptibilidad a sufrir daños en caso de un terremoto, lo cual es fundamental para la seguridad de los ocupantes y la integridad estructural del edificio. La alta vulnerabilidad sísmica identificada en el estudio es un punto crítico que debe ser considerado en la planificación de futuras expansiones o modificaciones en la estructura del pabellón. La adición de un nuevo piso podría aumentar la carga sobre la estructura existente, lo que podría exacerbar su vulnerabilidad sísmica y aumentar el riesgo de colapso en caso de un terremoto. Es importante destacar que los resultados de este estudio tienen implicaciones importantes para la seguridad y el bienestar de la comunidad escolar. La capacidad de la estructura para resistir eventos sísmicos es fundamental para garantizar un entorno escolar seguro y proteger la vida de los estudiantes, maestros y personal administrativo. La utilización del formulario FEMA-154 como herramienta de evaluación proporciona un marco estructurado y confiable para comprender la vulnerabilidad sísmica de la estructura. Este enfoque metodológico permite una evaluación sistemática y cuantitativa de los riesgos sísmicos, lo que facilita la identificación de áreas críticas que requieren atención y acción inmediata. En resumen, el

estudio realizado por Once y Panchana (2020) ofrece una perspectiva valiosa sobre la vulnerabilidad sísmica de la estructura escolar y destaca la importancia de considerar cuidadosamente la capacidad de resistencia sísmica al planificar cualquier modificación o expansión. Estos hallazgos subrayan la necesidad de medidas preventivas y de seguridad para proteger la vida y la integridad de la comunidad escolar en caso de un terremoto u otro desastre natural.

El estudio realizado por Marcillo (2019) ofrece una valiosa contribución al campo de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras, centrándose en dos pabellones específicos con el objetivo de identificar posibles medidas de refuerzo estructural para el futuro. Marcillo utilizó la ficha FEMA-154 y aplicó el método de Benedetti y Petrini para llevar a cabo esta evaluación detallada. Los resultados obtenidos en el estudio revelaron un índice de vulnerabilidad baja en ambos pabellones, tanto según el factor cuantitativo del FEMA 154 como según los parámetros del método de Benedetti y Petrini. El valor del factor cuantitativo del FEMA 154 fue de 4,1 para ambos pabellones, lo que sugiere una vulnerabilidad baja según la escala establecida en el formulario. Asimismo, al emplear los 11 parámetros del método de Benedetti y Petrini, se obtuvieron valores de 18,75 para el primer pabellón y 21,75 para el segundo, lo que indica nuevamente una vulnerabilidad baja en ambas estructuras desde una perspectiva cuantitativa. Este hallazgo es significativo, ya que sugiere que los pabellones estudiados no necesitan una evaluación estructural detallada en ese contexto específico. La baja vulnerabilidad sísmica identificada en los pabellones de la carrera de Ingeniería Agropecuaria ofrece tranquilidad en términos de seguridad estructural y sugiere que, en general, estas estructuras están adecuadamente diseñadas para resistir eventos sísmicos de baja magnitud. Es importante destacar que el estudio realizado por Marcillo (2019) se basó en un diseño no experimental, lo que significa que se centró en la recopilación y análisis de datos existentes sin manipular la unidad muestral. Esta metodología proporciona

una perspectiva sólida y confiable sobre la vulnerabilidad sísmica de los pabellones estudiados, sin la necesidad de realizar pruebas adicionales en el terreno. Los resultados del estudio tienen importantes implicaciones para la planificación y toma de decisiones en cuanto a posibles reforzamientos estructurales o mejoras en la infraestructura. Al identificar una vulnerabilidad baja en los pabellones de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, se brinda una base sólida para futuras intervenciones, lo que puede ayudar a garantizar la seguridad y estabilidad de estas estructuras en caso de eventos sísmicos. En resumen, el estudio de Marcillo (2019) ofrece una evaluación precisa y detallada de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones estudiados, destacando su baja susceptibilidad a sufrir daños significativos durante un terremoto. Estos hallazgos son fundamentales para informar decisiones futuras sobre la seguridad y estabilidad de las estructuras en cuestión, y proporcionan una base sólida para la planificación de medidas de refuerzo estructural en el futuro.

El estudio realizado por Orostegui (2021) proporciona una perspectiva valiosa sobre las ventajas y desventajas del método FEMA 154 en la evaluación de edificaciones con posible riesgo sísmico. Orostegui se propuso analizar a fondo este método utilizando una muestra que incluyó diversas evaluaciones de edificaciones a nivel internacional, utilizando el formato de observación FEMA-154 como herramienta principal de análisis. Los resultados obtenidos en este estudio revelaron que el método FEMA-154 demostró ser una herramienta práctica y efectiva para identificar el estado estructural de las edificaciones y determinar el índice de vulnerabilidad sísmica. Esta conclusión resalta la utilidad del método en la evaluación del riesgo sísmico, ya que proporciona información valiosa sobre la seguridad estructural de las construcciones. La importancia de este hallazgo radica en que subraya la eficacia del método FEMA 154 como una herramienta confiable en la evaluación de edificaciones en riesgo sísmico. Esta validación puede ser crucial en la toma de decisiones relacionadas con la seguridad de las edificaciones y la implementación de medidas de

refuerzo estructural para mitigar posibles daños en caso de un evento sísmico. Sin embargo, es fundamental considerar ciertos aspectos importantes. Aunque el método FEMA-154 se ha demostrado efectivo en la identificación de la vulnerabilidad sísmica, es necesario que cada evaluación se realice cuidadosamente por expertos calificados. La precisión y confiabilidad de los resultados dependen en gran medida de la competencia y experiencia del equipo de evaluación. Además, es esencial reconocer que las ventajas y desventajas de cualquier método pueden variar según las circunstancias específicas de la evaluación y la ubicación geográfica de las edificaciones. Lo que funciona bien en un contexto puede no ser igualmente efectivo en otro. Por lo tanto, es crucial adaptar el enfoque de evaluación a las características particulares de cada situación. Es importante mencionar que el estudio de Orostegui (2021) contribuye significativamente al cuerpo de conocimientos en el campo de la evaluación del riesgo sísmico al proporcionar una evaluación crítica y exhaustiva del método FEMA 154. Sus hallazgos ofrecen orientación y perspectivas útiles para profesionales y tomadores de decisiones involucrados en la seguridad estructural de edificaciones frente a posibles eventos sísmicos. En conclusión, el estudio de Orostegui (2021) resalta la importancia del método FEMA 154 como una herramienta valiosa en la evaluación del riesgo sísmico, pero también subraya la necesidad de realizar evaluaciones cuidadosas y considerar las circunstancias específicas de cada situación.

El estudio llevado a cabo por Pinto (2020) ofrece una perspectiva valiosa sobre la vulnerabilidad sísmica de un pabellón, utilizando tanto la ficha FEMA-154 como el método de Benedetti y Petrini para su evaluación. Este enfoque integral permite una comprensión más completa de los riesgos sísmicos asociados con la estructura en cuestión. Es importante destacar que el estudio de Pinto se caracteriza por su rigor metodológico. Se llevó a cabo sin manipulación alguna de la unidad muestral y se clasificó como un diseño no experimental. Esto significa que se basó en la recopilación y el análisis de datos existentes, lo que le

confiere un alto grado de fiabilidad y validez en sus conclusiones. Los resultados obtenidos en el estudio revelaron un índice de vulnerabilidad media para la unidad muestral, según el factor cuantitativo del FEMA-154, que fue de 2,4. Este hallazgo sugiere que el pabellón presenta cierta susceptibilidad a sufrir daños en caso de un evento sísmico, lo que justifica la necesidad de una evaluación estructural más detallada. Además, al aplicar el método de Benedetti y Petrini, se obtuvo un factor cuantitativo de 112,5, indicando una vulnerabilidad media baja. Aunque este resultado sugiere una vulnerabilidad relativamente menor en comparación con el método FEMA-154, sigue subrayando la importancia de una evaluación exhaustiva para identificar y definir los posibles problemas estructurales que podrían surgir durante un sismo. El estudio de Pinto ofrece valiosas implicaciones para la práctica y la investigación en ingeniería sísmica. Al identificar la necesidad de una evaluación estructural más detallada, proporciona una guía clara para la implementación de medidas de refuerzo o mitigación que pueden ayudar a mejorar la seguridad sísmica del pabellón y reducir los riesgos para sus ocupantes. Es importante resaltar que la vulnerabilidad sísmica es un aspecto crítico en la planificación y el diseño de estructuras, especialmente en áreas propensas a terremotos. Los resultados del estudio de Pinto subrayan la importancia de abordar esta cuestión de manera integral y proactiva, no solo para garantizar la seguridad de las edificaciones existentes, sino también para informar el diseño de nuevas estructuras con estándares más altos de resistencia sísmica. En resumen, el estudio de Pinto destaca la necesidad de una evaluación estructural exhaustiva y la implementación de medidas de refuerzo o mitigación en respuesta a los riesgos sísmicos identificados. Su enfoque metodológico riguroso y sus conclusiones fundamentadas contribuyen significativamente al avance del conocimiento en el campo de la ingeniería sísmica y la seguridad estructural.

El estudio realizado por Ascoy (2016) proporciona una visión exhaustiva de la vulnerabilidad sísmica de diferentes pabellones, lo que destaca la importancia de evaluar

detalladamente la seguridad estructural en entornos educativos. El análisis de cada pabellón revela distintos niveles de vulnerabilidad sísmica, lo que resalta la diversidad de problemas estructurales que pueden existir en edificaciones similares. Por ejemplo, el Pabellón N°01, clasificado como de vulnerabilidad media-baja, exhibe riesgos potenciales debido a la configuración estructural y los deterioros en las juntas de dilatación. Esta evaluación subraya la necesidad de abordar estos problemas para reducir la vulnerabilidad ante eventos sísmicos. El Pabellón N°02, con un nivel medio de vulnerabilidad, muestra un riesgo significativo de daños estructurales debido a las juntas de dilatación deterioradas y la falta de confinamiento en la mampostería, así como otros problemas estructurales relacionados con la edad del edificio. Cada evaluación realizada por Ascoy (2016) proporciona recomendaciones específicas para mejorar la seguridad estructural de los pabellones. Por ejemplo, la sugerencia de realizar evaluaciones estructurales más detalladas en los Pabellones N°03 y N°04 resalta la importancia de comprender completamente los riesgos sísmicos y tomar medidas preventivas adecuadas. El estudio también hace hincapié en la necesidad de considerar factores como la presencia de agrietamientos en la mampostería y la humedad por capilaridad, que pueden influir en la vulnerabilidad sísmica de los edificios. La clasificación de los pabellones según su nivel de vulnerabilidad sísmica subraya la importancia de abordar los problemas estructurales de manera proactiva. La ausencia de juntas de dilatación adecuadas, identificada en varios pabellones, es un factor preocupante que aumenta el riesgo de daños sísmicos. En el contexto educativo, donde la seguridad de los estudiantes y el personal es fundamental, las recomendaciones del estudio de Ascoy (2016) son especialmente relevantes. La necesidad de realizar evaluaciones detalladas y tomar medidas preventivas para mejorar la seguridad de los edificios en caso de un sismo es una prioridad. En conclusión, el estudio de Ascoy (2016) resalta la importancia de evaluar y abordar la vulnerabilidad sísmica en entornos educativos. Proporciona una base sólida para la toma de decisiones en la implementación de medidas de

refuerzo estructural y la mejora de la seguridad en caso de eventos sísmicos. La atención a los detalles y las recomendaciones específicas ofrecidas para cada pabellón destacan la necesidad de una evaluación exhaustiva y acciones preventivas para garantizar la seguridad de todos los ocupantes de las edificaciones educativas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. El análisis del estado estructural mediante la normativa de vulnerabilidad sísmica en los pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023, ha arrojado un resultado alentador, indicando un nivel de vulnerabilidad baja según la valoración obtenida, que es casi nula. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, aunque el valor de vulnerabilidad sea bajo, existen indicios que sugieren posibles afectaciones en caso de un evento sísmico, con alta probabilidad de daños leves a moderados en elementos estructurales, grietas en albañilería y/o caída de revoques. Aunque el valor de vulnerabilidad indique que la estructura está clasificada como de baja vulnerabilidad, la predicción del posible comportamiento ante un sismo resalta la importancia de tomar medidas preventivas y de ser necesario un refuerzo estructural para garantizar la seguridad de los ocupantes y la integridad de la infraestructura escolar.

2. El objetivo de identificar el estado estructural mediante la normativa de vulnerabilidad sísmica utilizando la metodología Benedetti y Petrini, en los pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez en Barranca ha arrojado resultados alentadores que indican un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo. Con un valor obtenido de vulnerabilidad de $I_v \leq 23.53$, según el cuadro de análisis utilizado, se determina que los pabellones de la institución presentan una vulnerabilidad baja ante posibles eventos sísmicos. Este resultado es una señal positiva en términos de la seguridad estructural de las instalaciones educativas y sugiere que las edificaciones pueden resistir adecuadamente las fuerzas generadas por un terremoto de intensidad moderada. La determinación de una vulnerabilidad baja proporciona una base sólida para la tranquilidad y confianza de la comunidad escolar, incluidos estudiantes, personal docente y administrativo, así como de los padres y representantes. Indica que las estructuras están diseñadas y construidas de manera adecuada para resistir las fuerzas sísmicas y proteger la vida y la integridad de las personas que las ocupan. Este resultado también destaca la importancia de seguir cumpliendo con las normativas de construcción y seguridad sísmica en el diseño y mantenimiento de infraestructuras educativas. Además, resalta la relevancia de realizar evaluaciones periódicas de la vulnerabilidad sísmica para garantizar que las edificaciones sigan cumpliendo con los estándares de seguridad y que cualquier deterioro o debilidad estructural sea identificado y abordado a tiempo.

3. El objetivo de identificar el estado estructural mediante la normativa de vulnerabilidad sísmica utilizando la metodología FEMA P-154 en los pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez en Barranca arrojó resultados que indican un nivel de vulnerabilidad sísmica de leve a moderada. El valor final obtenido de "S" ha sido superior al del "S_{min}", lo que sugiere que, ante eventos sísmicos, la integridad de los elementos estructurales y de albañilería no tiene riesgo de colapso. Este resultado no revela una vulnerabilidad estructural que podría comprometer la seguridad de los ocupantes y la integridad de la infraestructura en

caso de un terremoto. Este análisis de vulnerabilidad sísmica es el inicio para implementar acciones que garanticen la integridad de los pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, cumpliendo así con los estándares de seguridad sísmica establecidos. Esto podría implicar la realización de inspecciones estructurales más exhaustivas, la implementación de medidas de refuerzo de ser necesarias y la atención a cualquier aspecto de mantenimiento que pueda contribuir con la sismo resistencia de las edificaciones.

6.2. Recomendaciones

Primero. A pesar de que el nivel de vulnerabilidad sea bajo, se sugiere realizar una evaluación estructural detallada de los pabellones para identificar posibles áreas de mejora y determinar la necesidad de refuerzos específicos.

Segundo. Es fundamental implementar medidas correctivas para abordar las posibles deficiencias identificadas durante la evaluación estructural. Esto puede incluir la reparación de fisuras, grietas y la mejora de la resistencia sísmica general de los pabellones.

Tercero. Establecer un plan de mantenimiento preventivo regular para asegurar que la infraestructura escolar se mantenga en óptimas condiciones. Esto puede ayudar a prevenir problemas estructurales futuros y a garantizar la seguridad a largo plazo de los estudiantes, el personal y cualquier persona que utilice las instalaciones.

Cuarto. Es importante brindar capacitación y concientización sobre seguridad sísmica a estudiantes, personal docente y administrativo. Esto puede incluir la realización de simulacros de evacuación y la difusión de información sobre medidas de seguridad durante un evento sísmico.

Quinto. De ocurrir un evento sísmico, se deberán reforzar y/o reemplazar los elementos estructurales afectados. A continuación, se presenta un plan detallado que cubre los pasos y consideraciones esenciales para llevar a cabo este proceso.

El primer paso es realizar una evaluación exhaustiva de la estructura afectada y las deficiencias estructurales causada por los sismos.

Se llevará a cabo una inspección visual detallada de todos los componentes de la estructura, incluyendo cimientos, columnas, vigas, paredes y conexiones. Se registrarán y evaluarán los siguientes aspectos: Grietas y fisuras en paredes y elementos estructurales. Deformaciones visibles o desplazamientos en la estructura. Condiciones de los cimientos y la losa de cimentación. Estado de las conexiones entre elementos estructurales.

Selección de Técnicas de Refuerzo, se identificarán y seleccionarán las técnicas de refuerzo más adecuadas para abordar las vulnerabilidades específicas de la estructura. Estas técnicas pueden incluir: Reforzamiento de columnas y vigas mediante la adición de refuerzos metálicos, como placas de acero o fibra de carbono. Consolidación de cimientos mediante la inyección de resinas o la instalación de micro pilotes. Mejora de la capacidad de confinamiento de muros de albañilería mediante la adición de refuerzos verticales y horizontales. Refuerzo de conexiones estructurales mediante la instalación de placas y pernos de acero de alta resistencia.

Consideraciones de Costo y Tiempo, se realizará una estimación detallada de los costos asociados con las medidas de refuerzo propuestas, incluyendo materiales, mano de obra, equipos y supervisión técnica. Además, se elaborará un cronograma de trabajo que establezca las etapas del proyecto y los plazos de ejecución.

Las actividades de refuerzo se deberán llevar a cabo de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas aprobadas. Se prestará especial atención a la calidad de la mano de obra y al cumplimiento de las normas de seguridad laboral. Se designará un equipo de supervisión técnica responsable de verificar la correcta ejecución de las medidas de refuerzo. Se realizarán inspecciones periódicas para asegurar la conformidad con los estándares de calidad establecidos. Una vez finalizadas las obras de refuerzo, se llevarán a cabo pruebas de

carga y ensayos de resistencia para verificar la efectividad de las medidas implementadas. Se emitirá un informe técnico que certifique el cumplimiento de los requisitos de diseño y las normativas aplicables. Se deberá desarrollar un programa de educación y concientización dirigido a los ocupantes del pabellón para informarles sobre las medidas de seguridad sísmica y las acciones a seguir en caso de un sismo. Se organizarán seminarios y talleres de capacitación donde se proporcionará información sobre los riesgos sísmicos, las medidas de autoprotección y los procedimientos de evacuación. Se deberán realizar simulacros de evacuación periódicos para familiarizar a los ocupantes con los protocolos de seguridad y mejorar su capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

Arias, J. L. et al. (2022). *Metodología de la investigación*. Editorial INUDI.

<https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>

Ascoy, K. A. (2016). Niveles de vulnerabilidad sísmica y medidas de mitigación en edificaciones de las Instituciones Educativas Domingo Mandamiento Sipán y Pedro Emilio Paulet Mostajo de la provincia de Huaura – 2015. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho.

Benedetti, D. y Petrini, V. (1984). Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura i proposte di un método di valutazione. Italia. Caballero, A. (2014). *Metodología integral innovadora para planes y tesis. Metodología del cómo formularlos*. Cengage Learning Editores, S.A.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill.

<https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/1385>

Instituto Nacional de Defensa Civil (2011). Proyecto N° 00058530: preparación ante desastres sísmicos y/o tsunamis y recuperación temprana en Lima y Callao, riesgo sísmico y medidas de reducción del riesgo en el centro histórico de Lima. Lima, Perú.

Lara, A. M. y Martínez, K. R. (2021). Análisis de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del Hospital San Luis de Otavalo. [Trabajo de grado, Ingeniero Civil]. Universidad de las Fuerzas Armadas.

Marcillo, G. T. (2019). Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos Benedetti y Petrini; FEMA 154 del edificio carrera de Ingeniería Agropecuaria - UNESUM. [Trabajo de grado, Ingeniero Civil]. Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Once, C. D. y Panchana, G. E. (2020). Análisis estructural y verificación de propuesta de reforzamiento para construcción del cuarto piso en el pabellón de 9 aulas de la unidad educativa Teodoro Wolf, del cantón Santa Elena. [Trabajo de grado, Ingeniero Civil]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Orostegui, N. B. (2020). Análisis de las ventajas y desventajas del método FEMA 154 empleando en la evaluación de edificaciones con posible riesgo sísmico. [Trabajo de grado, Ingeniero Civil]. Universidad Peruana Unión.

Pinto, G. A. (2020). Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020. [Trabajo de grado, Ingeniero Civil]. Universidad César Vallejo.

7.2 Referencias documentales

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma Técnica de Diseño Sismo Resistente E-030. Lima, Perú.

ANEXOS

Matriz de consistencia


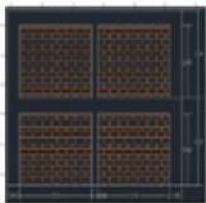

Comparación del estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023

Problema general	Objetivo General	Variables	Dimensión	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023?	Analizar cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023.		FEMA P-154	$S_{min} \leq S$ $S > S_{min}$	Nivel: Descriptivo Diseño: No experimental Tipo: Básica Enfoque: Cuantitativo
Problemas específicos	Objetivos específicos				Población: Pabellones de la I.E. N° 20979 Luis Alberto Sánchez - Buena Vista
a) ¿Cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología FEMA 154 en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023?	a) Identificar cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología FEMA 154 en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023.	Estado estructural	Benedetti y Petrini	Alta:	Técnica: Observación Instrumento: Ficha de Campo
				$I_v > 70.59$ Media alta: $70.59 \geq I_v > 47.06$	
b) ¿Cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología Benedetti y Petrini en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023?	b) Identificar cuál es el estado estructural mediante normativa de vulnerabilidad sísmica mediante la metodología Benedetti y Petrini en pabellones de la I.E. Luis Alberto Sánchez, Barranca - 2023.			Media baja: $47.06 \geq I_v > 23.53$ Baja: $I_v \leq 23.53$	Procesamiento: FEMA 154 Benedetti y Petrini

ANEXO V-1

Exploración rápida visual de los edificios para los posibles riesgos sísmicos
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos

Nivel 1
BAJA Sismicidad

Dirección: Calle Buena Vista - Barranca
Código Postal:

Otra Identificación:

Nombre del Edificio: I.E. N° 20979 LUIS ALBERTO SANCHEZ
Uso: Educación

Latitud: -10.747013 **Longitud:** -77.747646

Ss: **S1:**

Inspector(s): **Fecha/Hora:** Dic 2023

No. Pisos: 02 Niveles superiores: 02 Niveles inferior: Año de Construcción: 2014
Superficie total del Suelo (sq. Ft.): 1880.487 **Código año:**

Adiciones: Ninguna Sí, Años Construcción:

Ocupación:
 Asamblea Comercial Ser. Emergencia Histórico Albergue
 Industrial Oficina Escuela Gobierno
 Utilidad Almacén Residencial, # Unid: 1

Tipo de Suelo:
A **B** **C** **D** **E** **F** **No sé**
 Roca Roca Suelo Suelo Suelo Suelo Si No sabe, asumir Tipo D.
 Dura Debil Denso Duro Blando pobre

Riesgos Geológicos: Licuefacción: Si/No Deslizamientos: Si/No Rop. Superf.: Yes/No/No sé

Adyacencia: Golpes Peligro de Caída del Edificio Adyacente
Irregularidad: Vertical (tipo/severidad)

Planta (tipo)
y una abertura en la losa en el área de la escalera.

Peligros: Chimeneas sin soporte lateral Revestimiento pesado o enchapado de madera pesada
Caída de Exterior: Parapetos Apéndice
 Otros:

COMENTARIOS:
La evaluación contempla los pabellones educativos 1 y 2 del centro educativo.

Dibujos Adicionales o comentarios en pagina separada.

NOTA DE BASE, MODIFICADORES, Y ÚLTIMA PUNTAJACIÓN NIVEL 1, SL1

FEMA TIPO DE EDIFICIO	No Sabemos	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM NF)	PC1 (TV)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Puntaje Básico	6,2	5,9	5,7	3,8	3,9	4,4	4,1	4,5	3,3	4,2	3,5	3,8	3,3	3,7	3,7	3,2	4,6	
Irregularidad Vertical Grave, VL1	-1,5	-1,5	-1,5	-1,4	-1,3	-1,6	-1,2	-1,3	-1,3	-1,2	-1,1	-1,3	-1,1	-1,1	-1,1	-1,2	NA	NA
Irregularidad Vertical Moderada, VL1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-1,0	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,8	-0,6	-0,6	-0,6	-0,7	NA
Irregularidad de planta, PL1	-1,6	-1,4	-1,3	-1,2	-1,1	-1,4	-1,0	-1,1	-1,0	-1,0	-0,9	-1,2	-0,9	-0,9	-0,9	-1,0	NA	NA
Pre-Código	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Posterior-año de Referencia	2,2	2,4	2,5	2,0	1,6	1,4	2,1	NA	2,3	2,2	NA	1,9	2,6	2,3	2,3	NA	1,8	
Suelo Tipo A o B	0,9	1,1	1,3	1,0	1,2	0,8	1,3	1,4	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	0,9	
Suelo Tipo E(1-3 Pisos)	-1,2	-1,7	-2,3	-1,2	-1,4	-1,0	-1,7	-2,0	-1,4	-2,0	-1,6	-1,7	-1,6	-1,7	-1,7	-1,5	-2,1	
Suelo Tipo E(>3 Pisos)	-1,7	-2,0	-2,2	-1,2	-1,4	NA	-1,7	-1,9	-1,3	-1,9	-1,6	NA	-1,6	-1,6	-1,7	-1,4	NA	
Puntaje Mínimo S _{MIN}	2,7	2,1	1,5	0,9	0,8	1,2	0,8	0,9	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	2,5	

FINAL PUNTAJE NIVEL 1, SL1 ≥ S_{MIN} 3.5 - 0.6 = 2.9

<p>Alcance de Control</p> <p>Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los <input type="checkbox"/> Aéreo</p> <p>Interior: <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Visible</p> <p>Dibujo comentado: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>Tipo de fuente de Suelo:</p> <p>Tipo de fuente peligro Geológico:</p> <p>Persona de Contacto</p>	<p>OTROS RIESGOS</p> <p>¿Hay peligros que provocan una evaluación detallada estructural?</p> <p><input type="checkbox"/> Golpeado potencial (a menos SL2 > línea de corte si se conoce)</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgo de caída de mas edificios altos adyacentes</p> <p><input type="checkbox"/> Riesgos Geológicos o Tipo de Suelo</p> <p><input type="checkbox"/> daños significativos / deterioro al sistema estructural.</p>	<p>ACCION REQUERIDA</p> <p>Evaluación detallada estructural requerida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sí, tipo de edificio desconoce Fema u otro edificio.</p> <p><input type="checkbox"/> Sí, el resultado da menos que el de corte</p> <p><input type="checkbox"/> Sí, si presentan otros peligros.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No</p> <p>Evaluación detallada no estructural recomendada?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí, los peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados</p> <p><input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que pueden requerir la mitigación, sino una evaluación detallada no es necesaria</p> <p><input type="checkbox"/> No, no hay peligros no estructurales identificados <input type="checkbox"/> No sé</p>
<p>INSPECCIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA ?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sí, Final puntuación Nivel 2, SL2 = 3.5 <input type="checkbox"/> No</p> <p>Peligros No estructurales: <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No</p>		

Cuando la información no puede ser verificada, se criba en cuenta lo siguiente: EST = estimado o datos fiables o DNK un = No lo sé

Legenda	MRF= Momento resistente marco	RC= Concreto Reforzado	URM INF= Mampostería de relleno no reforzada.
	BR= Marco arriostrado	SW= Muro de Corte	TU= Levantarse
	MH= Casas Manufacturadas	FD= Diafragma Flexible	
	LM= Metal Ligero	RD= Diafragma rigido	

ANEXO V-2

Exploración rápida visual de los edificios de posibles riesgos sísmicos.		Nivel 2 (Opcional)		
FEMA P-154 Formulario de Recolección de Datos.		Baja sismicidad		
La recopilación de datos de nivel 2 opcional al ser realizado por un profesional de la Ingeniería civil o estructurales, un arquitecto o un estudiante graduado con experiencia en la evaluación y el diseño de edificios sísmicos.				
Nombre edificio:	Puntaje Final Nivel 1: $S_{L1} =$ _____ (no se considera S_{MIN})			
Inspector:	Modificadores de irregularidad Nivel 1: Vertical Irregularity, $V_{L1} =$ _____ Irregularidad planta, $P_{L1} =$ _____			
Fecha/Hora:	PUNTAJE BASE AJUSTADO: $S^* = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1}) =$ _____			
MODIFICADORES ESTRUCTURAL PARA AGREGAR A LA Puntuación DE REFERENCIA AJUSTADA				
Tema	Declaración (Si la declaración es verdad, encierre el modificador en un círculo el "Si", sino tachar el modificador)	Si	Subtotales	
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Pendiente	Edificio W1: Hay por lo menos un completo cambio de grado de piso desde el lado del edificio al otro.	-1,5	
	en sitio	No Edificio W1: Hay por lo menos un completo cambio de grado de piso desde el lado del edificio al otro.	-0,4	
	Piso debil	Edificio W1 pared baja: Una pared baja sin refuerzo es visible en el espacio de rastreo	-0,7	
	Y/o biando (maximo encierre en un circulo)	W1 casa de garaje: Debajo de un piso que ocupa, hay una apertura de garaje sin un marco de acero y de momento hay menos de 20 cm de pared en la misma línea para multiples pisos ocupados anteriormente, utilizar 40 cm mínimo de pared.	-1,5	
		W1 Un edificio abierto de frente: Hay aberturas en el suelo de los pisos (como para el estacionamiento) en por lo menos 50% de la longitud del edificio.	-1,5	
		No edificio W1: Longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que 50% del piso superior o la altura de cualquier piso es mas de dos veces la altura del piso superior.	-1,3	
		No edificio W1: Longitud del sistema lateral en cualquier piso es entre el 50% y el 75% de los del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,6	
		Caidas: Elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están por fuera de los del piso de abajo haciendo el desplazamiento en el diafragma a voladizo.	-1,3	
		Elementos verticales del sistema lateral en plantas superiores estan por dentro de los que estan en pisos inferiores.	-0,6	
		Hay un desplazamiento de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos en el plano.	-0,4	
Columna/Pila Corta	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos 20% de columnas (o pilares) a lo largo del eje de la columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/ancho de menos de 50% de la relación altura/ancho nominal a ese nivel.	-0,6		
	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: El ancho de la columna (o ancho de pilar) es menos de la mitad del ancho de la enjuta o hay paredes adyacentes o suelos de relleno que acortan la columna.	-0,6		
Dividido	Hay un nivel de división en uno de los niveles de piso o en el techo	-0,6	$V_{L2} =$ _____	
Otras	Hay otra irregularidad grave vertical observable que obviamente afecta el comportamiento sísmico del edificio	-1,3		
Irregularidad	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar al comportamiento sísmico del edificio.	-0,6		
Irregularidad Planta, P_{L2}	Sistema lateral no aparece relativamente bien distribuida en planta en cualquiera o ambas direcciones. (No incluya la irregularidad frente abierto W1A enumerados anteriormente).	-1,1	$P_{L2} =$ _____	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más principales elementos verticales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0,6		
	Esquina reentrante. Ambas proyecciones, desde la esquina interior superen el 25% de la dimensión global del plan en esa dirección.	-0,6		
	Abertura de diafragma. Hay una abertura en el diafragma con una anchura de más de 50% del total al ancho de diafragma en ese nivel.	-0,4		
	Edificio C1, C2 desplazado fuera del plano: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas en el plano.	-0,5		
	Otra irregularidad. Hay otra irregularidad plana observable que obviamente afecta al comportamiento sísmico de los edificios.	-1,1		
Exceso	El edificio tiene al menos dos tramos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,4	$P_{L2} =$ _____	
Golpeando	El edificio se separa de una estructura adyacente en menos del 1% de la altura de la mas corta del edificio y estructura adyacente y:	Las plantas no se alinean verticalmente dentro de 60 cm (Cap total golpeteo modificadores de -1,2)		-1,3
		Un edificio es de 2 o más pisos más alto que el otro.		-1,3
		El edificio se encuentra al final del bloque.		-0,6
Edificio S2	"K" geometría de arriostramiento es visible	-1,3	$M =$ _____	
Edificio C1	Placa plana sirve como la viga en el marco de momento.	-0,6		
Edificio PC1/RM1	There are roof-to-wall ties that are visible or known from drawings that do not rely on cross-grain bending (Do not combine with post - benchmark or retrofit modifier)	0,4		
PC1/RM1 Bldg	El edificio tiene espacios estrechos, alturas llenas de las paredes interiores (en lugar de un espacio interior con algunas paredes interiores como un almacen)	0,4		
URM	Gabletes de paredes estan presentes.	-0,6		
MH	Hay un sistema de soporte sísmico suplementario proporcionado entre el carro y el suelo.	1,8		
Reequipamiento	Reforzamiento sísmico integral es visible o conocido a partir de dibujos	1,6		
Puntuación Final Nivel 2, $S_{L2} = (S^* + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$:				(Trasladado al formulario del N° 1)
Hay un daño o deterioro observable u otra condición que afecta negativamente al comportamiento sísmico del edificio: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No				
En caso afirmativo, describir la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indicar en el formulario de nivel 1 que la evaluación detallada se requiere anotar independiente de los edificios				
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES				
Ubicación	Declaración (Marque "Si" o "No")	Si	No	
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzada no arriostrado o chimenea de mampostería no reforzada no arriostrado			
	Hay revestimiento pesado o enchapado pesado.			
	Hay una gran cubierta sobre las puertas de salida o pasarelas de peatones que parece apoyado de manera adecuada.			
	Hay un accesorio de mampostería no reforzada sobre las puertas de salida o zonas peatonales.			
	Hay un letrero en el edificio que indica los materiales peligrosos están presentes.			
	Hay un edificio URM adyacente más alto con una pared no anclada o parapeto URM no arriostrado o chimenea			
Interior	Otros riesgo de caída exterior no estructural observado:			
	Hay teja de barro o ladrillo hueco particiones en cualquier escalera o salida pasillo.			
	Otros peligros no estructurales interiores que caen observados.			
Rendimiento sísmico estimado para no estructural (Marque la casilla apropiada y traslado al Nivel 1 del formulario conclusiones)				
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales potenciales con amenaza significativa para la seguridad de la vida del inquilino - Detallado no estructural evaluación recomendada <input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes - Detallado no estructural evaluación necesaria. <input type="checkbox"/> Baja o ninguna amenaza de peligro estructural de seguridad de la vida del ocupante - Detallado no estructural No se requiere evaluación				
Comentarios:				

Solicitud para realizar investigación en la I.E. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"



SEÑOR(A):

DIRECTOR(A) DE LA I.E. N 20979 LUIS ALBERTO SANCHEZ

Yo, Sergio Alexander Laura Huanca, identificado con DNI N° 46844101, con domicilio en Av. Pedro Ruiz Gallo I-2, Santiago, Cusco. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que llevando a cabo el "CURSO DE TESIS ASISTIDA CON FORTALECIMIENTO EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA", para optar el título de Ingeniero Civil, en la UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN. Solicito a Ud. permiso para realizar el trabajo de investigación intitulada: "COMPARACIÓN DEL ESTADO ESTRUCTURAL MEDIANTE NORMATIVA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN PABELLONES DE LA I.E. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ, BARRANCA – 2023", en la institución de la cual está a cargo.

Por lo expuesto, ruego a su persona acceder a mi solicitud.

Barranca, 10 de Noviembre del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'SALH', written over a horizontal dotted line.

Sergio Alexander Laura Huanca
DNI 46844101

Autorización para realizar investigación en la I.E. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ

CONSTANCIA DE CONSENTIMIENTO PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Lic. Eva M. Echevarría Changanaqui, identificada con DNI N° 07904417, con el cargo de directora de la Institución Educativa N° 20979 LUIS ALBERTO SANCHEZ, doy mi consentimiento al Bachiller: Sergio Alexander Laura Huanca, identificado con DNI N° 46844101, estudiante del curso de tesis asistida, con fortalecimiento en la investigación, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, para realizar la investigación denominada: "COMPARACIÓN DEL ESTADO ESTRUCTURAL MEDIANTE NORMATIVA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN PABELLONES DE LA I.E. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ, BARRANCA – 2023" , para obtener el título profesional en Ingeniería Civil.

Por consiguiente, la Institución Educativa y su personal, permitirá la ejecución de actividades, tales como: mediciones, toma de datos, fotografías de la infraestructura de la Institución Educativa, entre otras actividades técnicas no destructivas, que demande la investigación, para realizar el correcto diagnóstico de la infraestructura de la Institución Educativa.

En consecuencia, en mi calidad de directora de la Institución Educativa N° 20979 LUIS ALBERTO SANCHEZ, al consentir dicha investigación, insto que la información recopilada sea estrictamente confidencial y utilizada netamente en la investigación.

Barranca, 18 de Diciembre del 2023.



LIC. EVA M. ECHEVARRÍA CHANGANAQUI
DIRECTORA DE LA I. E. N° 20979 LUIS ALBERTO SANCHEZ
DNI 07904417

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 4. I.E. N° 20979 Luis Alberto Sánchez, infraestructura a evaluar durante la investigación.



Figura 5. Estado del Pabellón 1 y 2 de la I.E. Luis Alberto Sánchez.



Figura 6. Medición de elementos estructurales en el Pabellón 1 y 2.



Figura 7. Medición de elementos estructurales en el Pabellón 1 y 2.



Figura 8. Desprendimiento de cobertura y tarrajeo en el Pabellón 1.