



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE
EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA
ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA
MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE
EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA
ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. RONALD MADERA TERÁN

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1589-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 17150 presentado por el (la) Bachiller: **CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. **EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 05 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. **MILTON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. **Efraín Parillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1228-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 07 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 012129 por el señor (a): **CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1134 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 204 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 204 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 860-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-10005, presentado el señor (a) CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN EL PROVEIDO - N° 830-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 242 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 242 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (s)



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

15 %

FUENTES DE INTERNET

4 %

PUBLICACIONES

12 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
6	journalingeniar.org Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

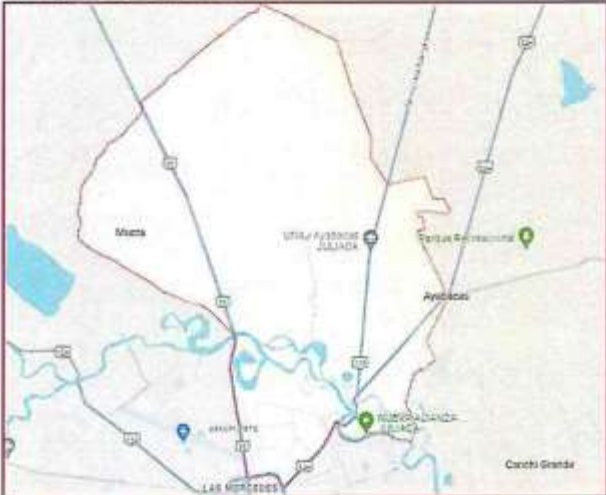
Submitted to Universidad Técnica de Machala



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Christian Joseph Paredes Ancco
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72220132
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-7674-0051
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Ronald Madera Terán
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3qJ4nL7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



Dr. Efraim Pajillo
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO, identificado con DNI Nro. 72220132, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL

PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA

ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 03 de enero del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y hermanas que me vieron en el día a día del largo camino de la vida universitaria apoyándome y brindando su apoyo incondicional hasta lograr esta meta que en familia soñamos y agradecer a Dios por hacerlo realidad.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia de sangre y a mis amigos que serán mi familia profesional gracias por crecer en conjunto logramos nuestras metas profesionales así nos vemos hasta llegar al infinito, agradezco a los Ingenieros docentes que nos guiaron a ser mejores estudiantes y ahora profesionales.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática	12
1.2	Planteamiento del problema	13
1.2.1	Problema general	13
1.2.2	Problemas específicos.....	14
1.3	Objetivos de la investigación	14
1.3.1	Objetivo general	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	Justificación de la investigación	15
1.4.1	Justificación técnica.....	15
1.4.2	Justificación económica.....	15
1.4.3	Justificación social.....	16
1.4.4	Justificación ambiental.....	16
1.5	Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1	Hipótesis general.....	17
1.5.2	Hipótesis específicas.....	17
1.6	Variables	17
1.6.1	Variable independiente	17
1.6.2	Variable dependiente.....	17
1.7	Operacionalización de variables	18



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.....	19
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	21
2.1.3	Antecedentes regionales.....	23
2.2	Marco teórico.....	25
2.2.1	Vulnerabilidad estructural.....	25
2.2.2	Vulnerabilidad no estructural.....	27
2.2.3	Sismo.....	29
2.2.4	Evaluación sísmica.....	31
2.2.5	Sismos en instituciones educativas.....	32
2.2.6	Fema.....	33
2.3	Marco conceptual.....	39

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación.....	40
3.2	Métodos de la investigación.....	41
3.3	Nivel y tipo de investigación.....	41
3.3.1	Tipo de la investigación.....	41
3.3.2	Nivel de la investigación.....	42
3.4	Población y muestra de la investigación.....	43
3.4.1	Población.....	43
3.4.2	Muestra.....	43
3.5	Técnicas e instrumentos.....	45
3.5.1	Técnicas.....	45
3.5.2	Instrumentos.....	46
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento.....	46
3.6.1	Validación de los instrumentos.....	46
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos.....	47
3.7	Procedimiento de recolección de datos.....	47
3.8	Procesamiento y análisis de datos.....	52



CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	54
4.1.1	Estado actual de la estructura del colegio Pedro Vilcapaza	54
4.1.2	Resistencia de los principales elementos estructurales mediante la prueba de esclerometría	64
4.1.3	Desempeño sísmico mediante las fichas FEMA - 154	70
4.1.4	Alternativas de reforzamientos estructurales	77
4.2	Discusión de resultados.....	92
CONCLUSIONES.....		96
RECOMENDACIONES.....		97
BIBLIOGRAFÍA.....		98
ANEXO.....		102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	18
Tabla 2 Análisis de las columnas.....	56
Tabla 3 Análisis de las vigas	58
Tabla 4 Análisis de las losas	60
Tabla 5 Análisis de los muros.....	62
Tabla 6 Esclerometría en columnas	64
Tabla 7 Esclerometría en vigas	66
Tabla 8 Esclerometría en losa	68
Tabla 9 Irregularidad en los pabellones - Altura.....	70
Tabla 10 Irregularidad en los pabellones - Planta.....	71
Tabla 11 Resumen de refuerzos para columnas	83
Tabla 12 Resumen de refuerzos para vigas	86
Tabla 13 Resumen de refuerzos para losas	89
Tabla 14 Resumen de refuerzos para muros.....	92



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Colegio Pedro Vilcapaza	44
Figura 2	Pabellón del colegio	44
Figura 3	Infraestructura del colegio	44
Figura 4	Análisis de las columnas	57
Figura 5	Análisis de las vigas	59
Figura 6	Análisis de las losas	61
Figura 7	Análisis de los muros	63
Figura 8	Esclerometría en columnas	65
Figura 9	Esclerometría en vigas	67
Figura 10	Esclerometría en losa	69
Figura 11	Vulnerabilidad sísmica en pabellón A	73
Figura 12	Vulnerabilidad sísmica en pabellón B	74
Figura 13	Vulnerabilidad sísmica en pabellón C	75
Figura 14	Vulnerabilidad sísmica en pabellón D	76

RESUMEN

En el presente estudio titulado "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante la agencia federal para el manejo de emergencias en el Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del Distrito de San Miguel 2024", se estableció como objetivo principal evaluar la vulnerabilidad sísmica del colegio utilizando los lineamientos de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA). El diseño metodológico fue de tipo no experimental, aplicado y con un alcance descriptivo. Los resultados revelaron que los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón presentan fisuras, grietas y desprendimientos de diversa intensidad, que varían entre leves, moderadas y severas, evidenciando un deterioro estructural que podría comprometer la integridad y seguridad del edificio ante un evento sísmico. Para el análisis de la resistencia de los elementos estructurales, se aplicó la prueba de esclerometría, obteniendo que las columnas presentan una resistencia de 280 kg/cm² a 287 kg/cm², las vigas de 234 kg/cm² a 242 kg/cm² y las losas de 231 kg/cm² a 239 kg/cm². La evaluación sísmica se llevó a cabo mediante las fichas de análisis del método FEMA 154 en los pabellones A, B, C y D, y los resultados indicaron que ninguno de los pabellones presentó irregularidades en altura o planta, obteniendo un puntaje sísmico de 1.1. Además, se determinó que la probabilidad de falla para los cuatro pabellones es del 6.30%, lo que indica un nivel moderado de vulnerabilidad frente a eventos sísmicos. Finalmente, se diseñó una propuesta de mejora que incluye la aplicación de técnicas como el encamisado con láminas y mallas de acero, así como el uso de fibras de carbono, con el propósito de incrementar la capacidad estructural del edificio y reforzar su resistencia ante posibles eventos sísmicos, asegurando un mayor nivel de seguridad para los ocupantes.

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, evaluación estructural, FEMA, refuerzo estructural y esclerometría.



ABSTRACT

In the present study entitled "Seismic vulnerability assessment using the federal agency for emergency management at the Pedro Vilcapaza Alarcón School in the District of San Miguel 2024", the main objective was to evaluate the seismic vulnerability of the school using the guidelines of the Federal Emergency Management Agency (FEMA). The methodological design was non-experimental, applied and descriptive in scope. The results revealed that the structural elements of the Pedro Vilcapaza Alarcón School present fissures, cracks and detachments of varying intensity, ranging from slight, moderate and severe, showing structural deterioration that could compromise the integrity and safety of the building in the event of a seismic event. For the analysis of the resistance of the structural elements, the sclerometry test was applied, obtaining that the columns have a resistance of 280 kg/cm² to 287 kg/cm², the beams of 234 kg/cm² to 242 kg/cm² and the slabs of 231 kg/cm² to 239 kg/cm². The seismic evaluation was carried out using the FEMA 154 method analysis sheets in pavilions A, B, C and D, and the results indicated that none of the pavilions presented irregularities in height or floor plan, obtaining a seismic score of 1.1. In addition, the probability of failure for the four pavilions was determined to be 6.30%, which indicates a moderate level of vulnerability to seismic events. Finally, an improvement proposal was designed that includes the application of techniques such as steel sheet and mesh jacketing, as well as the use of carbon fibers, with the purpose of increasing the structural capacity of the building and reinforcing its resistance to possible seismic events, ensuring a higher level of safety for the occupants.

Keywords: Seismic vulnerability, structural evaluation, FEMA, structural reinforcement and sclerometry.



INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad sísmica de las estructuras educativas es un factor crítico que debe ser evaluado de manera exhaustiva, especialmente en zonas con alta actividad sísmica. En el Perú, la realidad geográfica y sísmica del país presenta desafíos particulares para la seguridad y estabilidad de los edificios, especialmente aquellos destinados a la educación. Los colegios, como el Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel, albergan diariamente a un gran número de estudiantes y personal, lo que hace indispensable la evaluación de su capacidad para resistir eventos sísmicos y garantizar la seguridad de sus ocupantes.

El presente estudio se enfoca en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, utilizando la metodología propuesta por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos. Este método es ampliamente reconocido a nivel internacional por proporcionar herramientas y criterios objetivos que permiten la identificación y clasificación del nivel de riesgo estructural de edificaciones. Su aplicación en el contexto del distrito de San Miguel permitirá obtener un diagnóstico detallado de las condiciones de la edificación, identificando las áreas críticas que requieren intervenciones para minimizar posibles daños durante un sismo.

El distrito de San Miguel, ubicado en una zona con alta actividad sísmica, representa un escenario idóneo para aplicar este tipo de evaluaciones, ya que el impacto de un evento sísmico en la infraestructura escolar no solo afecta la continuidad de la educación, sino que también pone en riesgo la vida de los estudiantes, docentes y personal administrativo. Por ello, la identificación de la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón es fundamental para implementar medidas preventivas y correctivas que aseguren la resiliencia de la infraestructura educativa ante posibles eventos sísmicos.



La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar la vulnerabilidad sísmica del mencionado colegio, basándose en los parámetros y metodologías establecidos por FEMA, con la finalidad de proponer recomendaciones que permitan mejorar su capacidad de resistencia sísmica. Este estudio contribuirá significativamente a la planificación y desarrollo de políticas de prevención y mitigación de desastres a nivel local, garantizando un ambiente seguro para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el distrito de San Miguel.

Este documento se organiza de la siguiente manera: en el Capítulo 1 se establecen las variables y se plantea la problemática que aborda el tema de investigación. El Capítulo 2 presenta el marco teórico que sustenta el estudio, detallando los conceptos clave y la metodología FEMA utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. En el Capítulo 3 se describe la metodología aplicada para la recolección y análisis de datos. El Capítulo 4 expone los resultados obtenidos junto con su interpretación, y finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la evaluación.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, los desastres sísmicos han dejado un impacto significativo en la infraestructura educativa, afectando la seguridad y la continuidad del proceso de enseñanza. Por ejemplo, el terremoto de 2010 en Haití y el de 2011 en Japón expusieron la vulnerabilidad de las edificaciones escolares frente a eventos sísmicos de gran magnitud. En Haití, más del 80% de las escuelas fueron destruidas o dañadas, mientras que en Japón, a pesar de contar con estrictos códigos de construcción, hubo importantes afectaciones en varios edificios escolares. Estas situaciones resaltan la importancia de contar con evaluaciones periódicas de la vulnerabilidad sísmica en las instituciones educativas, para garantizar la seguridad de los estudiantes y del personal docente.

En el contexto nacional, el Perú se ubica en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas con mayor actividad sísmica del mundo. La ocurrencia de sismos de gran magnitud es un fenómeno recurrente en el país, lo que pone en riesgo a las edificaciones, en particular a aquellas que han sido construidas sin seguir los estándares de seguridad adecuados. El terremoto de Pisco en 2007, que causó la destrucción de muchas infraestructuras, incluidas escuelas, demostró la vulnerabilidad de las construcciones escolares en el país. A pesar de la existencia de normativas como la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, muchas edificaciones educativas aún no cumplen con los

requisitos necesarios para garantizar su seguridad ante un evento sísmico, lo que plantea un desafío en la mitigación del riesgo sísmico en la infraestructura escolar.

A nivel local, el distrito de San Miguel no es ajeno a esta problemática. El Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, construido hace varios años y con características estructurales que no necesariamente cumplen con las exigencias de las normativas modernas de construcción, enfrenta un riesgo potencial ante la ocurrencia de un sismo de magnitud considerable. La falta de evaluaciones periódicas de su vulnerabilidad sísmica y la ausencia de intervenciones preventivas hacen que esta institución educativa sea susceptible a sufrir daños significativos durante un evento sísmico, poniendo en peligro la integridad física de los estudiantes, docentes y personal administrativo. Esto representa una amenaza para la continuidad de la educación en la comunidad y subraya la necesidad de realizar una evaluación detallada de su vulnerabilidad sísmica, aplicando metodologías reconocidas como la propuesta por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA).

La presente investigación, por lo tanto, busca abordar esta problemática mediante una evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, con el objetivo de identificar las deficiencias estructurales y proponer medidas correctivas que contribuyan a mejorar la seguridad y resiliencia de la institución educativa frente a futuros eventos sísmicos.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica mediante la agencia federal para el manejo de emergencias en el colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel 2024?



1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿En qué condiciones se encuentra actualmente la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel?
- b. ¿Qué nivel de resistencia presentan los principales elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, evaluados mediante la prueba de esclerometría, en el distrito de San Miguel?
- c. ¿Cuál es el desempeño sísmico-estructural del colegio Pedro Vilcapaza Alarcón según la evaluación realizada con las fichas FEMA 154, en el distrito de San Miguel?
- d. ¿Qué alternativas de reforzamiento se proponen para los elementos estructurales del colegio Pedro Vilcapaza Alarcón en el distrito de San Miguel?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante la agencia federal para el manejo de emergencias en el Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de san miguel 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar el estado actual de la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel.
- b. Evaluar el nivel de resistencia de los principales elementos estructurales mediante la prueba de esclerometría en el Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, en el distrito de San Miguel.
- c. Analizar el desempeño sísmico-estructural del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón a través de la evaluación realizada con las fichas FEMA 154, en el distrito de San Miguel.
- d. Proponer alternativas de reforzamiento para los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, basadas en los resultados obtenidos de la evaluación.



1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón utilizando la metodología de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) es esencial desde un punto de vista técnico, ya que proporciona un enfoque sistemático y reconocido internacionalmente para identificar las debilidades estructurales de edificaciones ante eventos sísmicos. Esta metodología permite analizar de manera detallada y precisa los factores que influyen en la capacidad de resistencia del edificio, incluyendo aspectos como los materiales de construcción, la antigüedad de la estructura, y la configuración arquitectónica. Al aplicar este método, se obtendrán datos confiables y actualizados sobre el estado actual de la infraestructura, lo que es crucial para proponer intervenciones que mejoren la seguridad y reduzcan el riesgo de colapso durante un sismo. Además, esta evaluación contribuirá a la elaboración de un plan de acción y reforzamiento estructural, asegurando que el colegio cumpla con los estándares de construcción sismorresistente establecidos en las normativas vigentes.

1.4.2 *Justificación económica*

Desde una perspectiva económica, la prevención y mitigación de desastres resultan significativamente menos costosas que la reconstrucción de infraestructuras dañadas tras un evento sísmico. La inversión en la evaluación y posterior reforzamiento del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón permitirá evitar gastos elevados en caso de que la estructura sufra daños durante un terremoto. Al identificar de manera oportuna las deficiencias y proponer soluciones adecuadas, se asegura una utilización eficiente de los recursos económicos, evitando pérdidas materiales y garantizando la continuidad de las actividades educativas. Además, contar con una infraestructura escolar segura genera confianza en la comunidad, lo que se traduce en un valor agregado para la institución y el ahorro de recursos públicos y privados destinados a la reparación y reconstrucción en caso de desastres.



1.4.3 Justificación social

La seguridad de los estudiantes, docentes y personal administrativo es una prioridad para cualquier comunidad. La evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón contribuye a garantizar la integridad y el bienestar de quienes utilizan la infraestructura diariamente. Al contar con una edificación segura y resistente a eventos sísmicos, se protege la vida de los miembros de la comunidad educativa y se garantiza la continuidad del proceso de enseñanza, incluso después de un evento sísmico. Esta acción también crea conciencia sobre la importancia de la prevención y la resiliencia ante desastres naturales, fomentando una cultura de seguridad y protección civil en el distrito de San Miguel. En consecuencia, esta tesis aporta significativamente al fortalecimiento de la cohesión social y al desarrollo sostenible de la comunidad local.

1.4.4 Justificación ambiental

El impacto ambiental de los desastres sísmicos suele ser considerable, ya que los escombros y materiales resultantes de edificaciones colapsadas generan grandes cantidades de residuos que afectan el entorno. Al evaluar y reforzar la infraestructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, se minimiza el riesgo de colapso y, por ende, la generación de escombros y residuos en caso de un sismo. Esto contribuye a la protección del medio ambiente y a la reducción de la huella ecológica asociada a la construcción y reconstrucción de edificaciones. Además, la implementación de técnicas de reforzamiento estructural basadas en principios sostenibles y el uso de materiales de bajo impacto ambiental garantizarán que el proceso de mejora de la edificación sea respetuoso con el entorno, contribuyendo así al desarrollo de una infraestructura más resiliente y sostenible en el distrito de San Miguel.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 *Hipótesis general*

El estado actual de la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel presenta un nivel de deterioro significativo, evidenciando condiciones deficientes que afectan su capacidad para resistir eventos sísmicos.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. El estado actual de la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel presentara un nivel de deterioro significativo, evidenciando condiciones deficientes que afectan su capacidad para resistir eventos sísmicos.
- b. La resistencia de los principales elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, evaluada mediante la prueba de esclerometría, se encontrará por debajo de los valores de diseño requeridos, indicando un potencial riesgo estructural.
- c. El nivel de desempeño sísmico-estructural del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, analizado a través de las fichas FEMA 154, se clasificará en el nivel moderado que significa que, si bien la estructura podría evitar el colapso total durante un sismo, existe una alta probabilidad de sufrir daños considerables.
- d. La alternativa más efectiva para el reforzamiento de los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón será la implementación de refuerzos con fibra de carbono, lo cual proporcionará una mejora significativa en la capacidad estructural.

1.6 Variables

1.6.1 *Variable independiente*

Vulnerabilidad sísmica

1.6.2 *Variable dependiente*

Colegio Pedro Vilcapaza



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
VI: Vulnerabilidad sísmica	Se refiere a la susceptibilidad del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón ante la ocurrencia de un evento sísmico, evaluando su capacidad estructural y funcional para resistir el impacto de un terremoto	Estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia de materiales - Tipo de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección técnica - Evaluación mediante el método FEMA 154
VD: Colegio Pedro Vilcapaza	Hace referencia a la infraestructura educativa del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, que será evaluada en cuanto a su vulnerabilidad y capacidad de respuesta ante eventos sísmicos.	Infraestructura educativa	<ul style="list-style-type: none"> - Edad y estado de la edificación - Tipo de material utilizado - Número de aulas y bloques - Estado de los techos, paredes y columnas 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección ocular - Análisis documental - Fichas de observación - Planos estructurales



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

(Pizarro et al., 2021) en su estudio "Vulnerabilidad sísmica de edificios educacionales. comparación de dos métodos cualitativos. casos de estudio", los edificios educativos construidos antes de la implementación de normativas sismorresistentes deben ser evaluados debido a su importancia crítica para la sociedad y el riesgo que representan en zonas sísmicas. La evaluación de su vulnerabilidad sísmica permite a las autoridades planificar adecuadamente las medidas necesarias para su adaptación y refuerzo. El presente estudio analiza el nivel de seguridad sismorresistente de cuatro colegios ubicados en la zona Centro-Norte de la provincia de Mendoza, Argentina, una región de alto riesgo sísmico. Se utilizan dos métodos cualitativos: el Índice de Vulnerabilidad (Iv) adaptado para edificios educacionales, y la metodología de "Determinación Visual Rápida" (RVS) del FEMA P-154. Los resultados obtenidos por ambos métodos se comparan mediante un análisis de regresión para validar los hallazgos. Los resultados muestran que el método del Índice de Vulnerabilidad (Iv) es particularmente útil en la evaluación de irregularidades estructurales y ofrece una mayor precisión en situaciones especiales, arrojando valores comparables a los obtenidos mediante el método FEMA P-154. Sin embargo, el análisis proporcionado por la metodología RVS tiende a ser más general, lo que puede generar



errores si el evaluador no posee suficiente experiencia en diseño sismorresistente. El estudio concluye que el método del Iv, apoyado por una inspección ocular rigurosa pero sencilla, proporciona resultados más detallados y seguros, lo que facilita la decisión de aplicar análisis cuantitativos más rigurosos. Además, permite obtener información clave sobre aspectos críticos como las irregularidades estructurales, la calidad del terreno de fundación y el comportamiento de la mampostería, factores esenciales para una evaluación sismorresistente completa.

(Saraguro, 2021) en su investigación titulada "Vulnerabilidad sísmica de la unidad educativa Juan Montalvo aplicando metodología fema p-154 y normativa ecuatoriana de construcción", el objetivo de la presente investigación es evaluar la vulnerabilidad sísmica de un bloque de la unidad educativa del Colegio de Bachillerato Juan Montalvo, ubicado en el cantón Machala, provincia de El Oro. Para ello, se ha aplicado el método de "Rapid Visual Screening" (RVS), desarrollado por la Agencia Federal para la Gestión de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA P-154). Este método se enfoca en 17 tipos de estructuras, clasificadas en cinco niveles según la región sísmica, basados en la aceleración espectral de respuesta. Los niveles varían desde bajo hasta muy alto riesgo sísmico. El método FEMA P-154 es cualitativo y se basa en una inspección visual rápida. En este caso, se realizó una inspección detallada que incluyó la toma de fotografías y mediciones del inmueble, lo que permitió identificar las condiciones de peligro sísmico en las que se encuentra la estructura. Entre los problemas detectados se encuentran la exposición del hierro debido a la falta de recubrimiento, el deterioro superficial de la mampostería, la rotura de paredes y asentamientos en los pisos. Además, se identificaron columnas cortas en los dos niveles del bloque, lo que sugiere posibles fallas por esfuerzos cortantes. La ausencia de planos estructurales y estudios de suelos específicos representó un desafío. Sin embargo, se decidió comparar la edificación con las normas vigentes (NEC-SE-DS) y, para el análisis del suelo, se utilizó información proporcionada por una edificación cercana. Con estos datos, se procedió a aplicar el formulario de evaluación para

zonas de alta sismicidad según el método FEMA P-154, el cual es recomendado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE 2015) en su capítulo sobre Riesgo Sísmico, Evaluación y Rehabilitación de Estructuras. El resultado de la evaluación arrojó un puntaje de -0.4, inferior al valor mínimo aceptado por la metodología, que es 0.3. Además, se observó que las escaleras del bloque funcionan como una estructura independiente y que el año de construcción del bloque no se ajusta a los códigos de construcción y diseño actuales. Se concluye que es necesario realizar un estudio minucioso del suelo para complementar los hallazgos y establecer las medidas correctivas adecuadas.

2.1.2 Antecedentes nacionales

(Zarate, 2024) en su investigación titulada "Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares mediante el FEMA 154 en el AA.HH. Nuestra Señora de Cocharcas en la ciudad de Huancayo", tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares en el Asentamiento Humano Nuestra Señora de Cocharcas, ubicado en Huancayo, Junín, utilizando el método FEMA 154. Para ello, se evaluaron 24 viviendas seleccionadas mediante un muestreo probabilístico, basado en el número total de viviendas del asentamiento. La evaluación se llevó a cabo utilizando una ficha de registro con los parámetros recomendados por el método FEMA 154. Los resultados indicaron que ocho viviendas, equivalentes al 33.33 %, presentan una vulnerabilidad sísmica baja; cinco viviendas, que representan el 20.83 %, muestran una vulnerabilidad media; y siete viviendas, que constituyen el 29.17 %, presentan una vulnerabilidad sísmica alta. Por otro lado, cuatro viviendas, un 16.67 %, no pudieron ser clasificadas. En conclusión, el análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas unifamiliares en el asentamiento humano Nuestra Señora de Cocharcas reveló que un 33 % de las viviendas tiene una clasificación de vulnerabilidad baja, un 20.83 % es de vulnerabilidad media, y un 29.17 % presenta vulnerabilidad alta. Este último grupo es el más preocupante, con una probabilidad de falla estimada entre el 6.31 % y el 7.94 %.



(Trujillo, 2019) en su investigación titulada “Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos fema 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en Huánuco, Distrito de Huánuco – Provincia y Departamento de Huánuco – 2019”, el objetivo de desarrollar planes de mitigación y reducción de daños. Existen varios métodos para diagnosticar esta vulnerabilidad, destacando los enfoques analíticos y cualitativos. En este contexto, es fundamental recopilar información clave sobre las características estructurales de las edificaciones para entender mejor los riesgos y planificar medidas preventivas. Para este estudio, se emplearon dos metodologías: el método de Benedetti-Petrini y el desarrollado por la Federal Emergency Management Agency (FEMA 154). Estos enfoques permitieron diagnosticar y obtener el índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones evaluadas. Según los resultados obtenidos con el método Benedetti-Petrini, el 72 % de las edificaciones presentan una vulnerabilidad sísmica media. Muchas de estas construcciones fueron realizadas de manera empírica, sin un informe técnico que respalde el proceso constructivo, lo que incrementa su vulnerabilidad. Este método resulta particularmente útil para proporcionar datos específicos sobre aspectos como la geometría de la vivienda, irregularidades en las edificaciones, profundidad de los cimientos y la separación máxima entre muros. En este último aspecto, la distancia entre los muros se identificó como el factor crítico que afecta a las viviendas, ya que la mayoría de las edificaciones evaluadas fueron construidas sin asesoría técnica profesional.

(Jibaja, 2023) en su investigación titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología FEMA 154 en el Pabellón de Administración de la UNAM Moquegua 2021”, tuvo como objetivo evaluar la fragilidad sísmica del pabellón de Administración de la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM) en 2021, aplicando la metodología FEMA 154. Este método práctico permite estimar la vulnerabilidad sísmica de una edificación al considerar las características sísmicas de la zona, el tipo de suelo y las

irregularidades estructurales de la construcción. El trabajo se centró en demostrar los beneficios de la metodología FEMA 154 en la valoración de la vulnerabilidad sísmica. Durante el proceso, se utilizaron los formatos establecidos en la normativa FEMA 154, que describe el comportamiento de las edificaciones bajo el enfoque de causa-efecto: donde el sismo es la causa y el daño estructural, el efecto. En este sentido, la vulnerabilidad de la edificación se relaciona directamente con su diseño estructural, los procesos constructivos empleados y la calidad de los materiales utilizados. La metodología incluyó la aplicación de tablas y figuras especificadas por el FEMA 154, ajustándose a las hipótesis planteadas en la investigación. Como resultado, se determinó que el pabellón presentaba una fragilidad sísmica significativa, evidenciando un comportamiento estructural inadecuado frente a sismos. Esto llevó a la necesidad de reforzar varios elementos estructurales verticales para garantizar la seguridad de la edificación. Finalmente, se concluyó que el método FEMA 154 es una herramienta eficaz para estimar la vulnerabilidad sísmica, permitiendo una evaluación práctica y precisa de las edificaciones, como fue demostrado en el análisis realizado en el pabellón de Administración de la UNAM Moquegua.

2.1.3 Antecedentes regionales

(Rojas, 2021) en su investigación titulada "Evaluación de los métodos cualitativos de vulnerabilidad sísmica en el Colegio San Juan Bosco de la Ciudad de Puno-2021", tuvo como propósito identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica a través de la implementación y análisis de métodos cualitativos. La investigación se clasifica como aplicada, con un diseño no experimental de tipo transeccional. Para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, se utilizaron tres enfoques cualitativos: el método FEMA P-154, el método de Benedetti y Petrini, y el método AIS. La población estudiada incluyó colegios de la ciudad de Puno, siendo seleccionada la institución educativa San Juan Bosco mediante un muestreo no probabilístico. En esta institución se evaluaron cuatro módulos. Los resultados obtenidos con el método FEMA P-154 revelaron una alta vulnerabilidad en los cuatro módulos. Del mismo modo, el método de Benedetti y Petrini indicó un índice elevado de



vulnerabilidad. En cuanto al método AIS, este arrojó un nivel alto de vulnerabilidad para los módulos A y B, y un nivel medio para los módulos C y D. El análisis integral del colegio San Juan Bosco muestra un nivel elevado de vulnerabilidad sísmica. Se concluyó que el método de Benedetti y Petrini fue el más relevante para esta evaluación, ya que ofrece un análisis más detallado de los aspectos críticos de la estructura.

(Galdos, 2022) en su investigación titulada "Evaluación y refuerzo estructural de los pabellones A Y B de la I.E.P. 70550- Los Libertadores, Juliaca-Puno 2022", El objetivo principal de esta investigación es llevar a cabo una evaluación estructural detallada de los Pabellones A y B de la Institución Educativa Pública (IEP) 70550 Los Libertadores, ubicada en la ciudad de Juliaca. Como parte de este estudio, también se plantea la propuesta de un refuerzo estructural adecuado para garantizar la seguridad y estabilidad de las edificaciones. Para desarrollar esta investigación, se utilizó la metodología descrita en la guía FEMA P-154, la cual incluye el uso de una ficha técnica para obtener un puntaje preliminar de riesgo sísmico para cada pabellón. Los resultados obtenidos indicaron que ambas edificaciones requieren una evaluación más profunda debido a sus características estructurales. Posteriormente, se procedió a realizar esta evaluación utilizando la normativa peruana E-030, que regula el diseño y construcción en zonas sísmicas. Se llevaron a cabo análisis sísmicos estáticos y dinámicos para identificar las deficiencias estructurales de los pabellones. Los resultados de estos análisis revelaron diversas falencias estructurales. En particular, las derivas observadas en las edificaciones se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la normativa E-030, lo que indica que, en términos de desplazamientos laterales, las estructuras cumplen parcialmente con los requisitos establecidos. En cuanto a la participación de las masas en los modos modales analizados, los resultados fueron satisfactorios, alcanzando un 86.33% en el primer modo y un 92.39% en la dirección y-y, lo cual es consistente con las expectativas de un comportamiento estructural adecuado. Sin embargo, al evaluar el cumplimiento de los requisitos de resistencia según la normativa E-060, se detectaron problemas significativos,



especialmente en las vigas en voladizo, las cuales no cumplen con los requisitos de resistencia establecidos. Además, se identificaron deflexiones en estos mismos elementos que superan los límites permitidos, siendo el valor máximo registrado de 4.2 mm, lo cual excede las tolerancias normativas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Vulnerabilidad estructural

El concepto de vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad o debilidad que presenta una edificación o estructura frente a un evento peligroso, como un sismo, el cual, al ocurrir, puede generar diversos niveles de daño. En el contexto de la vulnerabilidad estructural, este término hace referencia a la propensión de los elementos que conforman una estructura a sufrir daños cuando están expuestos a las fuerzas sísmicas (Galdos, 2022).

El grado de afectación que puede experimentar una edificación dependerá de múltiples factores, tales como los materiales utilizados en su construcción, la normativa sismo-resistente bajo la cual fue diseñada y edificada, y la presencia de irregularidades en altura o planta, entre otros. Cada uno de estos aspectos influye directamente en la capacidad de la estructura para resistir un sismo y minimizar los daños potenciales (Ludeña, 2017).

La vulnerabilidad sísmica de las edificaciones puede definirse como el nivel de susceptibilidad o propensión que una estructura tiene a sufrir daños como consecuencia de un evento sísmico. Esta vulnerabilidad se refiere no solo a los posibles daños visibles en la totalidad de la estructura, sino también a las afectaciones que comprometen su estabilidad y capacidad de soportar fuerzas extremas. Identificar y evaluar esta vulnerabilidad es un aspecto crítico en el diseño y construcción de edificaciones en zonas sísmicas, lo que ha llevado a que su estudio sea un campo de investigación prioritario en diversas universidades e instituciones especializadas en ingeniería estructural y sísmica.

Existen múltiples enfoques metodológicos para evaluar los desastres que un sismo puede causar en una edificación. Los métodos analíticos, ampliamente utilizados, se basan en la creación de modelos numéricos que representan la estructura bajo estudio, simulando cómo ésta respondería ante una carga sísmica determinada. Dichos modelos permiten predecir el comportamiento estructural en función de las características específicas del edificio, como los materiales de construcción, el diseño estructural y las condiciones geotécnicas. Los resultados obtenidos mediante estos modelos suelen ser altamente precisos en cuanto a la conformación de la estructura y su capacidad de respuesta ante un sismo potencial (Hanco & Ticona, 2023).

Por otro lado, existen los métodos cualitativos, que ofrecen una alternativa más rápida y sencilla para realizar evaluaciones preliminares de la vulnerabilidad sísmica. A diferencia de los métodos analíticos, estos enfoques cualitativos se basan principalmente en observaciones directas de campo y en la inspección visual de la estructura, evaluando aspectos como el estado de los materiales, posibles deformaciones, y otras señales que indiquen debilidades estructurales. Aunque este tipo de evaluación es menos detallada y rigurosa, puede ser una herramienta eficaz para obtener una visión inicial de las condiciones de una edificación y su susceptibilidad ante eventos sísmicos. Sin embargo, es importante reconocer que, debido a la naturaleza subjetiva de estas observaciones, los resultados obtenidos con métodos cualitativos pueden carecer del nivel de precisión que se consigue mediante los análisis numéricos detallados (Jibaja, 2023).

En relación con las edificaciones de uso especial, se espera que mantengan su operatividad incluso después de un evento sísmico, dado que su diseño está basado en normativas estrictas de resistencia sísmica. Sin embargo, algunos edificios, tanto en la fase de diseño como de construcción, no han cumplido con todos los requisitos establecidos en los códigos de construcción. Esta situación, comúnmente atribuida a la falta de control durante la ejecución de las obras, resulta en edificaciones más vulnerables.

Es importante destacar que algunas estructuras de vital importancia, como instituciones educativas, hospitales y edificios gubernamentales, fueron construidas antes de la implementación de las normativas sísmicas más recientes, lo que incrementa su vulnerabilidad ante un sismo. Por otro lado, las edificaciones destinadas a viviendas o hospedajes suelen ser las más afectadas en términos de colapso estructural, lo cual representa un riesgo considerable para la vida de sus ocupantes, quienes pueden verse atrapados o sufrir graves consecuencias (Trujillo, 2019).

Según diversos estudios, la evaluación de la vulnerabilidad estructural es crucial para identificar los elementos que son más susceptibles a sufrir daños frente a cargas sísmicas. Esta información es vital para considerar las medidas de reforzamiento estructural necesarias, con el objetivo de incrementar la resistencia de la edificación. Los estudios internacionales sobre este tema han aportado técnicas que ayudan a prevenir y mitigar daños severos en edificaciones ubicadas en áreas urbanas de alta sismicidad (Pacho, 2020).

2.2.2 Vulnerabilidad no estructural

Los componentes de vulnerabilidad no estructural son aquellos que no aportan a la capacidad de la estructura para soportar cargas, tanto gravitacionales como laterales, pero que se encuentran sujetos o vinculados a los principales elementos estructurales, como vigas, columnas y losas. Estos elementos tienen un propósito más orientado a la estética o la funcionalidad arquitectónica dentro del edificio. Pueden estar fabricados con diversos materiales y cumplir funciones específicas, como:

- Muros
- Barandillas
- Ventanas
- Cubiertas
- Cielorrasos



La vulnerabilidad de los elementos no estructurales frente a los efectos de un sismo es altamente variable e impredecible, ya que pueden presentar desde daños menores hasta fallos graves. La naturaleza errática de su comportamiento durante un movimiento sísmico los convierte en un factor potencial de riesgo, lo que subraya la necesidad de aplicar criterios estrictos en su diseño y construcción (Pacho, 2020).

En muchos casos, los daños causados a los elementos no estructurales de un edificio pueden ser incluso más peligrosos que los sufridos por los componentes estructurales principales. Aunque la integridad de vigas, columnas o losas no se vea comprometida por un terremoto, el deterioro de los elementos no estructurales podría inutilizar completamente el edificio. Esto no solo implica altos costos de reparación, sino también una pérdida de funcionalidad, afectando su capacidad de ocupación (Cunalata et al., 2022).

Al realizar evaluaciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones, es evidente que la caída o fractura de paredes, cielorrasos y barandas de concreto representa una amenaza significativa para la seguridad de quienes habitan estos espacios, especialmente si no han sido construidos conforme a los estándares adecuados. Por otro lado, el empleo de materiales como metal, madera o vidrio demanda una estricta adherencia a las normativas de seguridad que regulan su utilización, según los códigos de construcción vigentes. Además, el uso de mampostería en las paredes puede alterar la respuesta dinámica del edificio ante un sismo, influyendo de manera directa en el comportamiento de los elementos estructurales principales (Del Carpio & Huamán, 2024).

Esta interacción entre elementos estructurales y no estructurales exige una evaluación cuidadosa en el diseño y construcción, ya que los efectos de un sismo pueden tener un impacto profundo en la estabilidad general de la edificación, más allá de lo visible en su estructura principal.

2.2.3 Sismo

Los sismos son perturbaciones que tienen su origen en el interior de la Tierra y que, a su vez, generan vibraciones o desplazamientos en la superficie del suelo. En el caso de nuestro territorio, la principal causa de estos movimientos sísmicos se debe a la interacción entre la placa de Nazca, que es una placa oceánica, y la placa Sudamericana, una placa continental. Este fenómeno ocurre frente a la costa del Perú, donde se da el proceso de subducción, en el cual la placa de Nazca se desliza por debajo de la placa Sudamericana (Machaca, 2020).

El Perú se ubica entre los países con mayor actividad sísmica en el mundo, principalmente debido al proceso de subducción de la placa de Nazca que se desplaza por debajo de la placa Sudamericana. Este proceso se extiende de norte a sur a lo largo del borde occidental del país, con una velocidad relativa de entre 8 y 10 cm por año. El borde occidental del continente sudamericano es uno de los márgenes más activos del planeta y representa el límite de placa más extenso. Como consecuencia de esta dinámica, la Cordillera de los Andes ha surgido a lo largo de distintas etapas orogénicas. La alta velocidad de convergencia entre estas placas genera un fuerte acoplamiento que resulta en la ocurrencia frecuente de sismos de diversas magnitudes y profundidades, ya sea en la superficie de contacto entre placas, en el interior de la placa continental o dentro de la placa oceánica que se introduce bajo el continente (Soto, 2018).

Cuando se produce un desplazamiento relativo entre estas dos placas tectónicas, se generan ondas sísmicas, las cuales se propagan a través de la tierra y provocan los movimientos del suelo que percibimos durante un sismo. Esta actividad tectónica es la principal responsable de los eventos sísmicos que afectan al país.

En particular, en el departamento de Puno y su provincia homónima, la causa principal de los sismos está relacionada con la existencia de una placa tectónica menor conocida como la placa del Altiplano. Esta placa, aunque de menor tamaño, también influye en los movimientos sísmicos de la región, ya que sus interacciones con las placas mayores

generan tensiones y liberaciones de energía en forma de temblores. De esta manera, la actividad sísmica en el área se debe tanto a las interacciones entre las placas mayores como a la dinámica de la placa del Altiplano, contribuyendo a la generación de movimientos telúricos en la región (Peñaloza, 2021).

Los sismos se pueden evaluar en función de dos aspectos: su magnitud y su intensidad.

- La magnitud se refiere a la medida instrumental del terremoto, determinada por la amplitud de las ondas sísmicas que un sismógrafo registra. Esta magnitud está directamente relacionada con la cantidad total de energía que se libera a través de las ondas sísmicas y se cuantifica utilizando la Escala de Richter.
- Por otro lado, la intensidad es una estimación empírica que mide la vibración o el movimiento del suelo, y se clasifica según la Escala Modificada de Mercalli. Esta medida de intensidad considera los daños producidos por el sismo en las personas, el terreno y las edificaciones, evaluando el grado o porcentaje de daño en diferentes tipos de construcciones.

Las ondas sísmicas se dividen en dos categorías principales: ondas de cuerpo y ondas de superficie. Las ondas de cuerpo son aquellas que se propagan desde el interior de la corteza terrestre hacia la superficie, viajando a través del material sólido que compone las capas internas de la Tierra. Estas ondas son fundamentales para comprender cómo se propagan los movimientos sísmicos desde su punto de origen en las profundidades terrestres hasta las áreas superficiales.

Por otro lado, las ondas de superficie se desplazan exclusivamente a lo largo de la superficie terrestre. Aunque estas ondas no penetran en el interior del planeta como lo hacen las ondas de cuerpo, tienen un impacto mucho más destructivo cuando alcanzan estructuras en la superficie, lo que las convierte en las más dañinas para las edificaciones y construcciones humanas. Su energía concentrada a nivel superficial es la principal responsable de los daños severos que suelen acompañar a los terremotos (Larico, 2022).

Para llevar a cabo un estudio detallado y preciso sobre los fenómenos sísmicos, es fundamental comprender y analizar dos aspectos clave: primero, el comportamiento de las ondas de cuerpo que nos brindan información sobre el origen del sismo y su propagación a través de la corteza terrestre; y segundo, el impacto de las ondas superficiales, que son las que generan los mayores riesgos para las estructuras en la superficie. El conocimiento de estos dos tipos de ondas es esencial para desarrollar estrategias efectivas en la prevención y mitigación de los efectos de los sismos en las construcciones.

2.2.4 Evaluación sísmica

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad inherente a una estructura, que se refiere a cómo esta responde frente a un evento sísmico. Este comportamiento puede describirse mediante la relación causa-efecto, donde la causa es el movimiento sísmico y el efecto es el daño que dicho movimiento genera en la edificación. La definición de vulnerabilidad sísmica de una estructura debe estar condicionada por el tipo de daño que se desea evaluar, así como por el nivel de amenaza sísmica presente en la región.

El grado de daño que una edificación sufra dependerá en gran medida tanto de la magnitud y características de la acción sísmica a la que se vea sometida, como de la capacidad estructural que posee para resistir dicha acción. Por lo tanto, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica implica una conexión directa entre cómo se define la acción sísmica y cómo se anticipa el posible daño que esta pueda causar. Es decir, la forma en que se caracterice el sismo (intensidad, duración, frecuencia, entre otros factores) y la resistencia de la estructura frente a tales fuerzas serán determinantes para comprender y evaluar su vulnerabilidad.

2.2.4.1 Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica de una edificación, conjunto de edificaciones o incluso de una zona urbana completa se refiere a la susceptibilidad inherente que tiene para

experimentar daños cuando se produce un movimiento sísmico. Esta vulnerabilidad está íntimamente relacionada con las características físicas y estructurales de la construcción o área en cuestión.

En esencia, la vulnerabilidad sísmica es una cualidad inherente de la estructura, que refleja su propio comportamiento frente a la acción de un sismo. Se describe mediante una relación de causa y efecto, donde el sismo actúa como la causa y el daño que sufre la estructura constituye el efecto. Es fundamental que al definir la naturaleza y el alcance de un estudio sobre vulnerabilidad sísmica, se consideren el tipo de daños que se desea evaluar y el nivel de amenaza sísmica que existe en el área bajo análisis.

El concepto de vulnerabilidad sísmica es crucial cuando se realizan estudios sobre riesgo sísmico y para la planificación de medidas de mitigación de desastres provocados por terremotos. Tener un conocimiento profundo sobre cómo se comportan las estructuras frente a la actividad sísmica es clave para establecer mecanismos de refuerzo y acciones correctivas que reduzcan los efectos adversos que producen los movimientos del terreno.

La vulnerabilidad sísmica de una estructura depende de varios factores, como su geometría, los aspectos constructivos y las características estructurales que posee. Debido a esta diversidad de factores, realizar una estimación precisa del grado de impacto que un sismo podría tener sobre una estructura se convierte en una tarea sumamente compleja. Cada edificación presenta un conjunto único de características y variables que influyen en su comportamiento sísmico, lo que hace que la evaluación de su vulnerabilidad sea un desafío que requiere un análisis detallado y personalizado.

2.2.5 Sismos en instituciones educativas

En las áreas urbanas, la mayoría de los centros educativos de nivel primario y secundario están compuestos por dos o más bloques de construcción en concreto armado o albañilería, que pueden tener uno o dos pisos. Estas estructuras suelen tener una forma



rectangular y contar con dos o más aulas dispuestas de manera contigua en cada nivel. Los espacios destinados a bibliotecas y oficinas administrativas suelen ubicarse también en este tipo de edificaciones, utilizando divisiones de tabiquería. En el interior del país, se encuentran centros educativos con características arquitectónicas similares, aunque las edificaciones se construyen con materiales como barro, sillar o quincha.

Por otro lado, en las zonas rurales, los centros educativos generalmente cuentan con un solo bloque. Estas construcciones son de un solo nivel, elaboradas en adobe o tapial, y en muchos casos se llevaron a cabo sin la supervisión de personal técnico especializado.

Cuando ocurre un sismo, las estructuras de los edificios reaccionan a las aceleraciones que se transmiten desde el suelo a través de sus cimientos. La inercia del edificio genera deformaciones en la estructura, lo que resulta en una concentración de tensiones en las paredes más débiles o en las uniones de la estructura, provocando daños significativos o incluso el colapso total de la edificación.

Los sismos registrados en el Perú han causado daños considerables en muchas instituciones educativas. En numerosos casos, las escuelas y colegios se han construido con un efecto de columna corta, lo que las convierte en construcciones altamente vulnerables. La siguiente tabla muestra los edificios que requirieron reparaciones después de los sismos ocurridos en el Perú.

2.2.6 Fema

El método FEMA (Failure Mode and Effects Analysis, por sus siglas en inglés) es una técnica utilizada en ingeniería y gestión de calidad para identificar y analizar los posibles modos de falla en un sistema, componente o proceso. Su principal objetivo es prevenir y mitigar los riesgos asociados a estas fallas, asegurando que se tomen medidas correctivas antes de que ocurran problemas significativos.

El proceso de implementación del método FMEA (Análisis de Modo y Efectos de Falla) se desarrolla a través de una serie de etapas clave, que buscan identificar y mitigar posibles fallos en un sistema, componente o proceso antes de que estos lleguen a manifestarse. A continuación, se describen los pasos fundamentales de este método:

- **Formación de un equipo multidisciplinario:** El primer paso es reunir un grupo de trabajo conformado por expertos provenientes de diversas áreas, quienes poseen un conocimiento profundo del sistema, componente o proceso a ser evaluado. Este equipo suele incluir ingenieros, técnicos, especialistas en control de calidad y otros profesionales con experiencia relevante, asegurando que se aborden todos los aspectos críticos desde diferentes perspectivas.
- **Identificación de los posibles modos de falla:** Una vez conformado el equipo, el siguiente paso es identificar de manera exhaustiva todos los posibles modos en los que el sistema, componente o proceso podría fallar. Un "modo de falla" describe la manera en que un elemento deja de cumplir con los requisitos o expectativas establecidas, es decir, cómo algo podría dejar de funcionar o no operar conforme a lo previsto.
- **Determinación de las causas subyacentes de las fallas:** Para cada uno de los modos de falla previamente identificados, el equipo procede a analizar y determinar las posibles causas que podrían desencadenar esas fallas. Este análisis requiere una investigación profunda de los factores que podrían estar contribuyendo a que esos fallos ocurran, ya sea debido a problemas de diseño, errores en los procesos o condiciones operativas desfavorables.
- **Evaluación de los efectos de las fallas:** En esta fase, el equipo examina las consecuencias y el impacto que cada modo de falla podría tener en el sistema general, en un componente específico o en el proceso evaluado. Se consideran factores clave como la seguridad, la calidad del producto o servicio, y el desempeño operativo. Este análisis permite determinar la gravedad de las consecuencias que podría generar cada falla, ayudando al equipo a priorizar cuáles fallas requieren atención más urgente.



- Desarrollo de medidas preventivas y acciones de mitigación: Con base en la evaluación de los efectos de las fallas, el equipo establece un plan de acción para prevenir la ocurrencia de los modos de falla o para mitigar sus consecuencias en caso de que lleguen a ocurrir. Las medidas pueden incluir mejoras en el diseño, ajustes en los procesos operativos o la implementación de controles de calidad más estrictos, con el objetivo de reducir significativamente el riesgo asociado a cada modo de falla.
- Asignación de puntajes de gravedad, ocurrencia y detección: A cada uno de los modos de falla se le asignan tres puntajes: uno para la gravedad (SG) de los efectos, otro para la frecuencia con la que se espera que ocurra la falla (SO), y uno más para la probabilidad de que sea detectada antes de que cause problemas graves (SD). Estos puntajes permiten calcular el Número de Prioridad de Riesgo (NPR), que sirve para clasificar y priorizar los modos de falla en función del nivel de riesgo que representan. Un NPR alto indica una mayor urgencia para tomar medidas correctivas.
- Implementación de acciones correctivas: Tras calcular los NPR, el equipo determina cuáles acciones correctivas deben implementarse para reducir los riesgos identificados. Estas acciones pueden incluir cambios en el diseño, la optimización de procesos, la mejora de controles de calidad, o incluso la capacitación del personal para prevenir futuras fallas. La prioridad de las acciones se define en función de los NPR asignados, garantizando que los riesgos más graves se aborden de manera inmediata.

El FMEA es ampliamente reconocido como una herramienta estratégica para anticiparse a posibles fallos, minimizando riesgos antes de que estos afecten la operación. Su aplicación ha demostrado ser valiosa en múltiples industrias, tales como la automotriz, aeroespacial, manufacturera y de dispositivos médicos, donde la calidad, confiabilidad y seguridad son de suma importancia. Gracias a su enfoque preventivo, el FMEA ayuda a mejorar tanto la eficiencia como la calidad en los sistemas y procesos, generando soluciones proactivas que permiten evitar problemas futuros (Marcillo & Autores, 2023).

La metodología FEMA P-154, referenciada en la sección 7 de la normativa actual para la evaluación y rehabilitación de edificaciones (NEC – SE – RE), es mencionada como uno de los enfoques recomendados para llevar a cabo inspecciones rápidas y evaluaciones visuales de estructuras que presentan un alto riesgo sísmico. El propósito fundamental de este método es detectar aquellas construcciones que podrían necesitar análisis más profundos y detallados, los cuales deberían ser realizados por profesionales altamente capacitados y especializados en el área (Terrazos, 2022).

Este procedimiento, conocido como "Examen de Visualización Rápida" o en inglés "Rapid Visual Screening" (RVS), se basa en una observación detallada del edificio empleando un formulario estandarizado que ha sido diseñado tomando en cuenta el espectro de respuesta de aceleración elástica del suelo. Una vez completada la inspección visual de la estructura, se procede a una evaluación preliminar. Esta metodología destaca por ser eficiente tanto en términos de tiempo como de recursos económicos, ya que no requiere grandes inversiones para su implementación (Falera, 2020).

Durante la aplicación de esta técnica, el evaluador asigna una puntuación inicial al edificio, que luego es ajustada en función de diversos factores relacionados con el tipo de construcción y las características específicas de la estructura. Estos ajustes permiten que el sistema de evaluación refleje de manera precisa las condiciones particulares de cada inmueble, permitiendo una clasificación más precisa del riesgo sísmico que podría enfrentar la edificación.

Dentro de la metodología FEMA P-154, existen dos niveles de análisis:

- Nivel 1: Se recolecta información básica sobre el edificio, como sus dimensiones y características generales, complementada con evidencia fotográfica. Con base en estos datos, el evaluador asigna una puntuación preliminar, relacionándolos con los criterios establecidos en el formulario de evaluación.



- Nivel 2: Este es un estudio opcional que requiere una recopilación de información más detallada sobre el inmueble. Aunque es más exhaustivo, ofrece resultados más confiables, ya que el evaluador aplica una mayor experiencia en evaluación sísmica y profundiza en aspectos técnicos que no se cubren en el Nivel 1.

El sistema de puntuación utilizado en la metodología FEMA P-154 asigna una calificación final que oscila entre 0 y 7. Esta puntuación se emplea para clasificar los edificios en dos grupos distintos según su riesgo sísmico. Aquellas edificaciones que obtienen una calificación igual o inferior a 2 se consideran con alto potencial de peligro ante eventos sísmicos, lo que sugiere la necesidad de someterlas a estudios más exhaustivos para evaluar su seguridad estructural con mayor precisión. Por otro lado, los edificios que alcanzan una puntuación superior tienden a demostrar un comportamiento más estable durante un sismo, con un riesgo significativamente menor de colapso o fallos graves en su estructura (De La Barra & Lopez, 2022).

El proceso de evaluación bajo este enfoque es notablemente eficiente, ya que simplifica el análisis al enfocarse exclusivamente en la recopilación de datos esenciales que el evaluador puede obtener directamente, eliminando la necesidad de información adicional que no contribuye de manera relevante a los objetivos de la inspección. Este método de evaluación preliminar, conocido como de Nivel 1, puede ser llevado a cabo por una variedad de profesionales del sector, sin exigir un gran desembolso económico ni consumir una cantidad considerable de tiempo. Además, no requiere el uso de herramientas o software avanzado especializado en análisis estructural, lo que lo convierte en un procedimiento accesible y práctico para su aplicación en diferentes escenarios (Carrillo, 2022).

Este enfoque permite una valoración inicial que, aunque simple, resulta altamente efectiva para identificar los edificios que podrían necesitar una revisión técnica más



profunda, facilitando así la gestión de recursos al priorizar los inmuebles con mayor vulnerabilidad frente a riesgos sísmicos

La metodología FEMA P-154 emplea una serie de formularios específicos que se adaptan al nivel de riesgo sísmico de cada región, basándose en el espectro de respuesta de aceleración elástica del suelo y la localización geográfica del inmueble. Esta localización se determina a partir del mapa de zonificación sísmica, lo que permite ajustar el procedimiento de evaluación según el nivel de exposición a sismos en la zona en cuestión. Así, dependiendo de la región en la que se encuentre el edificio, se debe utilizar uno de los formularios disponibles, que están categorizados de la siguiente manera:

- Zonas con Baja Sismicidad
- Zonas con Sismicidad Moderada
- Zonas con Sismicidad Moderadamente Alta
- Zonas con Alta Sismicidad
- Zonas con Muy Alta Sismicidad

Los formularios han sido diseñados específicamente para reflejar las características y riesgos sísmicos del mapa de zonificación sísmica de los Estados Unidos. No obstante, cuando se aplica en contextos diferentes, como en el caso de Ecuador, es necesario tener en cuenta las normativas locales. En este sentido, se utilizará la Norma Ecuatoriana de la Construcción, que contempla las particularidades del territorio ecuatoriano, junto con las curvas de peligro sísmico específicas del área en estudio. De este modo, se asegura que la metodología se ajuste a la realidad sísmica del país, garantizando que la evaluación refleje de manera precisa los riesgos potenciales a los que están expuestas las edificaciones en función de su ubicación geográfica.



2.3 Marco conceptual

- a. Fema 154: FEMA 154 es un método desarrollado por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de Estados Unidos (Federal Emergency Management Agency) para realizar evaluaciones rápidas de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones. Este método, titulado "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards," permite identificar, mediante inspección visual, los edificios que presentan mayor riesgo ante un sismo, utilizando formularios y un sistema de puntuación para evaluar aspectos estructurales y no estructurales.
- b. Sismo: Un sismo, también conocido como terremoto, es un movimiento brusco y repentino de la corteza terrestre causado por la liberación de energía acumulada en el interior de la Tierra. Esta energía se genera por la fricción y el desplazamiento de placas tectónicas y se propaga en forma de ondas sísmicas, lo que puede causar vibraciones y daños en la superficie terrestre y en las construcciones.
- c. Riesgo sísmico: El riesgo sísmico es la probabilidad de que ocurran daños o pérdidas económicas, sociales y humanas como resultado de un sismo en una determinada zona. Este concepto implica la combinación de la amenaza sísmica (posibilidad de que ocurra un sismo en la región), la vulnerabilidad de las edificaciones y la exposición de la población y bienes en la zona.
- d. Vulnerabilidad sísmica: La vulnerabilidad sísmica se refiere al grado de susceptibilidad o propensión que tiene una estructura, población o área geográfica a sufrir daños o pérdidas en caso de un sismo. Esta vulnerabilidad depende de factores como el diseño, los materiales de construcción, el estado de conservación de las edificaciones y su adaptación a las normas sísmicas.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La "Metodología de la Investigación" es el conjunto de procedimientos, técnicas y estrategias sistemáticas que se emplean para abordar, analizar y comprender un fenómeno o problema de estudio de manera científica. La metodología de investigación abarca la elección del tipo de estudio, el diseño de la investigación, la selección de herramientas y métodos de recopilación de información, así como la manera en que se analizan los datos para llegar a conclusiones fundamentadas (Rodríguez, 2020).

3.1 Diseño de la investigación

El "Diseño de Investigación No Experimental" es un tipo de enfoque metodológico en el que el investigador observa y analiza los fenómenos tal como se presentan en su entorno natural, sin manipular ni controlar las variables de estudio. En este diseño, se recopila información para describir, correlacionar o explorar relaciones entre variables, pero no se generan intervenciones que alteren las condiciones originales del contexto. Se enfoca en entender cómo se comportan las variables en su estado natural, y es especialmente útil en estudios descriptivos y correlacionales que buscan analizar situaciones o comportamientos tal como ocurren en la realidad (Villanueva, 2022).

Diseño de Investigación No Experimental: porque el objetivo principal es evaluar la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón en su estado actual, sin realizar modificaciones o intervenciones en la infraestructura. En este tipo de diseño, se busca observar y analizar cómo la estructura del colegio responde a posibles eventos sísmicos utilizando un método ya establecido (en este caso, la metodología de FEMA) para obtener una evaluación precisa de la situación.

3.2 Métodos de la investigación

El "Método Científico" es un proceso sistemático y riguroso que se utiliza para investigar fenómenos, adquirir nuevos conocimientos o corroborar teorías existentes de manera objetiva y verificable. Este método se basa en una secuencia de pasos que incluyen la observación de un fenómeno, la formulación de preguntas o problemas, la elaboración de hipótesis, el diseño y realización de experimentos o investigaciones para recoger datos, el análisis de los resultados y la formulación de conclusiones. A través del método científico, se busca generar conocimientos válidos y confiables que puedan ser reproducidos y contrastados por otros investigadores, asegurando la solidez y credibilidad del proceso investigativo (Villanueva, 2022).

3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 Tipo de la investigación

La "Investigación Aplicada" es un tipo de estudio que se enfoca en resolver problemas concretos y prácticos, utilizando conocimientos y teorías previamente desarrollados. A diferencia de la investigación básica, que busca expandir el conocimiento sin un objetivo práctico inmediato, la investigación aplicada tiene como finalidad directa generar soluciones que se puedan implementar para mejorar procesos, desarrollar nuevas tecnologías, optimizar recursos o abordar desafíos específicos en contextos reales. Se caracteriza por su orientación hacia la acción y su contribución al desarrollo de estrategias

o productos que tienen un impacto tangible en la sociedad, la industria o la comunidad (Rodríguez, 2020).

Investigación Aplicada: porque el objetivo es evaluar y proponer soluciones prácticas a un problema real: la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón. A través de la aplicación de conocimientos y metodologías, como la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), buscas identificar debilidades estructurales y ofrecer recomendaciones concretas que contribuyan a mejorar la seguridad de la infraestructura escolar.

3.3.2 Nivel de la investigación

El "Nivel de Investigación Descriptiva" es un enfoque metodológico que tiene como objetivo principal describir las características, propiedades y comportamientos de un fenómeno, población o situación tal como se presentan en su realidad. En este nivel de investigación, el investigador se enfoca en recopilar información detallada y precisa sin manipular variables, proporcionando una visión clara y completa del objeto de estudio. La investigación descriptiva busca responder preguntas como "qué", "cómo", "cuándo" y "dónde", y es fundamental para establecer un conocimiento básico y comprensivo que puede servir como base para investigaciones más profundas o para la toma de decisiones informadas (Villanueva, 2022).

Nivel de Investigación Descriptiva: porque el objetivo es analizar y describir detalladamente la vulnerabilidad sísmica del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón tal como se presenta en su realidad actual. En este nivel de investigación, te enfocas en observar, medir y documentar las características y condiciones de la infraestructura del colegio sin intervenir ni modificar el entorno, utilizando herramientas como la metodología de FEMA para evaluar su resistencia ante eventos sísmicos.



3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

La "Población de Investigación" se refiere al conjunto total de individuos, elementos, eventos o unidades que comparten una o más características comunes y que son objeto de estudio en una investigación. Es el grupo completo del cual el investigador desea obtener información para responder las preguntas de la investigación y alcanzar los objetivos planteados. La población puede ser finita o infinita y es la base sobre la cual se selecciona la muestra, en caso de que no sea posible estudiar a todos sus integrantes. Definir adecuadamente la población es crucial para garantizar la validez y representatividad de los resultados obtenidos en el estudio (Iglesias, 2021).

La población está compuesta por todas las estructuras y componentes arquitectónicos y no arquitectónicos del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, en el distrito de San Miguel, que serán evaluados para determinar su vulnerabilidad sísmica.

3.4.2 Muestra

La "Muestra de Investigación" es un subconjunto representativo de la población de estudio que se selecciona para participar en la investigación. Esta selección se realiza cuando no es factible o práctico estudiar a toda la población debido a limitaciones de tiempo, recursos o accesibilidad. La muestra debe reflejar las características esenciales de la población para asegurar que los hallazgos sean generalizables y válidos. El proceso de selección de la muestra, ya sea probabilístico o no probabilístico, es fundamental para garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados y conclusiones de la investigación (Castillo et al., 2014).

La muestra de esta tesis está compuesta por pabellones del Colegio Pedro Vilcapaza

Figura 1

Colegio Pedro Vilcapaza



Figura 2

Pabellón del colegio



Figura 3

Infraestructura del colegio



3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Las "Técnicas de Investigación" son los procedimientos, herramientas y métodos específicos que un investigador utiliza para recolectar, analizar e interpretar datos durante el proceso de investigación. Estas técnicas permiten obtener información de manera sistemática y organizada, y varían según el enfoque del estudio, el tipo de datos requeridos (cualitativos o cuantitativos) y los objetivos de la investigación. Ejemplos de técnicas de investigación incluyen encuestas, entrevistas, observación, análisis documental y experimentos. La elección adecuada de las técnicas es crucial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, así como para responder de manera efectiva a las preguntas de investigación planteadas (Hadi et al., 2023).

En este estudio, se han empleado y desarrollado las siguientes técnicas:

- Análisis documental
- Observación
- Análisis de datos

3.5.2 Instrumentos

Los "Instrumentos de Investigación" son herramientas o recursos que el investigador utiliza para recopilar datos de manera estructurada y sistemática durante el proceso de investigación. Estos instrumentos permiten medir, registrar y obtener información relevante de la muestra o población de estudio, asegurando la precisión y consistencia de los datos recolectados. Algunos ejemplos comunes de instrumentos de investigación incluyen cuestionarios, encuestas, entrevistas, guías de observación y escalas de medición. La selección y diseño adecuado de los instrumentos son fundamentales para garantizar que los datos obtenidos sean válidos, confiables y pertinentes para los objetivos de la investigación (Hadi et al., 2023).

Los instrumentos para este estudio son:

- Esclerómetro
- Fichas FEMA 154
- Registro de datos.

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

La "Validación de los Instrumentos" es el proceso mediante el cual se evalúa y determina si un instrumento de investigación mide con precisión y de manera consistente lo que se propone medir. Este proceso asegura que el instrumento sea adecuado, pertinente y fiable para recopilar datos que sean representativos y relevantes para los objetivos de la investigación. La validación implica revisar la claridad, coherencia y pertinencia de los ítems o preguntas, así como la aplicación de pruebas estadísticas y la consulta con expertos para verificar su contenido, estructura y funcionalidad. Un instrumento validado garantiza que los resultados obtenidos sean válidos y confiables, fortaleciendo la calidad de la investigación.

3.6.2 *Confiabilidad de instrumentos*

La "Confiabilidad de los Instrumentos" se refiere al grado de consistencia y estabilidad con que un instrumento de investigación mide un fenómeno o variable en diferentes momentos y condiciones. Un instrumento es confiable cuando produce resultados similares al ser aplicado repetidamente bajo las mismas circunstancias, es decir, cuando minimiza los errores de medición y ofrece datos precisos y reproducibles. La confiabilidad se evalúa a través de diversos métodos, como el coeficiente de consistencia interna (Alfa de Cronbach), la prueba-reprueba y la confiabilidad entre evaluadores. Un alto nivel de confiabilidad es esencial para asegurar que los datos recopilados reflejen de manera fiel y consistente la realidad estudiada.

3.7 Procedimiento de recolección de datos

❖ Observación de la infraestructura

La inspección técnica y visual constituye un método esencial y ampliamente reconocido para realizar una evaluación preliminar del estado de la infraestructura, proporcionando información detallada sobre la integridad estructural de un edificio. Este proceso implica un examen riguroso y meticuloso llevado a cabo por profesionales calificados, como ingenieros civiles o técnicos especializados en construcción, quienes se encargan de identificar y documentar cualquier signo visible de deterioro o daño que pudiera comprometer la estabilidad de la estructura. La inspección se enfoca en los siguientes aspectos:

- Identificación y clasificación de grietas:

Las grietas son uno de los indicadores más críticos de problemas estructurales y deben ser observadas con especial atención. El proceso de inspección debe incluir la identificación del tipo, ubicación, extensión y patrón de las

grietas, ya que cada característica puede revelar información sobre la causa y gravedad del daño.

Grietas en muros de carga o elementos estructurales principales pueden ser un signo de asentamientos desiguales o sobrecarga, mientras que grietas en elementos no estructurales podrían estar relacionadas con fenómenos como la contracción del concreto o la expansión térmica.

La clasificación de las grietas debe ser realizada de manera detallada, diferenciando entre grietas superficiales, que no representan un riesgo inmediato, y grietas profundas o extensas, que podrían ser indicativas de fallas severas en la estructura.

- Detección de deformaciones:

Las deformaciones en vigas, columnas u otros elementos estructurales son señales de posibles problemas de carga o distribución. Durante la inspección, se deben observar cuidadosamente los elementos que presenten curvaturas, desviaciones o inclinaciones anormales.

Es importante medir y registrar el grado de deformación, ya que puede proporcionar información valiosa sobre la magnitud de la sobrecarga o los problemas de diseño que podrían estar presentes.

- Evaluación de la corrosión:

En estructuras que incorporan acero en refuerzos o componentes metálicos, la corrosión es un problema que puede debilitar significativamente la integridad estructural. La inspección debe incluir una revisión minuciosa de los puntos de unión y superficies metálicas expuestas, buscando signos de óxido, decoloración o desprendimiento de material.

La evaluación visual de la corrosión se debe complementar con la identificación de áreas donde la protección contra la corrosión (como recubrimientos

o pinturas) se haya deteriorado, lo cual facilita la identificación temprana de problemas.

- Detección de desprendimiento del recubrimiento:

En elementos de concreto, el desprendimiento del recubrimiento es una señal de deterioro avanzado que deja los refuerzos de acero expuestos a factores ambientales. La inspección visual debe incluir la verificación de la integridad del recubrimiento de concreto y la identificación de áreas donde se observe delaminación o exposición del refuerzo.

❖ Prueba de la esclerometría

La prueba de esclerometría es un método no destructivo que se utiliza para medir la dureza superficial del concreto en una estructura y, a partir de ello, estimar su resistencia a la compresión. Para realizar esta prueba, se emplea un dispositivo llamado **esclerómetro** o **martillo de rebote Schmidt**. El procedimiento es el siguiente:

1. Preparación del área de prueba:

- Selecciona las áreas del elemento estructural donde se realizará la prueba (muros, columnas, vigas, etc.). Asegúrate de que la superficie esté limpia, libre de polvo, pintura, grasa u otros materiales que puedan interferir con la medición.
- Si la superficie está rugosa o tiene irregularidades, utiliza una lija o un cepillo de alambre para alisarla y garantizar un buen contacto con el esclerómetro.

2. Calibración del esclerómetro:

- Antes de comenzar la prueba, verifica que el esclerómetro esté correctamente calibrado. Coloca el martillo en una superficie de calibración suministrada por el fabricante o en una superficie de concreto de resistencia conocida para asegurarte de que los resultados sean precisos.

- Ajusta el equipo según las instrucciones del fabricante para asegurar lecturas exactas.

3. Realización de la medición:

- Coloca el esclerómetro en posición perpendicular a la superficie del concreto que se va a evaluar. Asegúrate de que esté en contacto directo y sin ningún tipo de inclinación para evitar errores en la medición.
- Presiona el esclerómetro hasta que el martillo interno se dispare y rebote sobre la superficie del concreto.
- Lee el valor de rebote en la escala del esclerómetro. Este valor representa la dureza superficial del concreto y está directamente relacionado con su resistencia.

4. Repetición de las mediciones:

- Realiza al menos **10 a 12 mediciones** en diferentes puntos de la misma área del elemento estructural, manteniendo una distancia mínima de 20 mm entre cada medición. Esto asegura la obtención de un valor promedio representativo de la resistencia del concreto.
- Es importante que las mediciones se distribuyan de manera uniforme en el área seleccionada para obtener un resultado fiable.

5. Registro y análisis de los resultados:

- Anota todos los valores de rebote obtenidos en cada medición y calcula el valor promedio, descartando los valores que se desvíen significativamente del resto (valores atípicos).
- Utiliza la tabla de conversión suministrada por el fabricante del esclerómetro para convertir el valor promedio de rebote en un estimado de la resistencia a la compresión del concreto en megapascales (MPa).

6. Interpretación de los resultados:

- Comparar los valores de resistencia obtenidos con los valores de diseño o normativos para determinar si el concreto cumple con los requisitos

estructurales. En el caso de detectar áreas con baja resistencia, se recomienda realizar pruebas adicionales o estudios más detallados para evaluar la necesidad de intervenciones o reforzamientos.

Precauciones a tener en cuenta:

- Evita realizar la prueba en superficies que tengan grietas visibles, áreas con exposición a corrosión o elementos que estén en contacto con agua, ya que los resultados pueden no ser representativos.
- La prueba de esclerometría proporciona una estimación de la resistencia del concreto, por lo que es recomendable complementarla con otras pruebas como la extracción de muestras (testigos de concreto) para obtener una evaluación más completa y precisa.

Este procedimiento te permitirá evaluar de manera rápida y efectiva la calidad y resistencia del concreto en la infraestructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, contribuyendo a un diagnóstico más completo de su vulnerabilidad sísmica.

❖ **Ficha FEMA 154**

La Ficha FEMA 154 es una herramienta fundamental dentro de los manuales y procedimientos desarrollados por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) para la evaluación rápida y efectiva de edificaciones en áreas propensas a desastres naturales, especialmente terremotos. Esta ficha forma parte de un conjunto de guías metodológicas que tienen como objetivo asistir a ingenieros, arquitectos y personal técnico en la realización de inspecciones visuales rápidas, permitiendo identificar de manera eficiente las vulnerabilidades estructurales de un edificio.

El presente trabajo se enfoca exclusivamente en el Nivel 1 del formulario para realizar el Examen Visual Rápido (RVS), siguiendo las cuatro etapas principales:



- **Investigación Previa:** En esta etapa, se recopila información relevante sobre el objeto de estudio. Esto incluye la revisión de literatura científica, normativas y antecedentes relacionados, permitiendo una evaluación preliminar acompañada de una lectura comprensiva de fuentes bibliográficas pertinentes.
- **Investigación de Campo:** Se realiza una inspección visual del inmueble, revisando su estructura en comparación con los planos originales. Además, se recoge información in situ sobre la unidad educativa para identificar posibles discrepancias y aspectos relevantes.
- **Procesamiento de la Información:** En esta fase, se evalúan los datos recopilados utilizando el formulario correspondiente a la zona de riesgo sísmico del inmueble. Se detallan los parámetros clave que destacan las características esenciales del edificio.
- **Valoración de Resultados:** Tras el análisis en la etapa anterior, se justifica la valoración del estudio y se cuantifica el riesgo sísmico de la unidad educativa, basándose en los datos recopilados y la evaluación realizada.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos es la etapa en la que se organizan, clasifican y examinan los datos recolectados durante la investigación para convertirlos en información significativa y útil. En esta fase, se aplican técnicas estadísticas y herramientas de software para depurar, estructurar y analizar la información, permitiendo identificar patrones, tendencias y relaciones entre las variables de estudio. El objetivo es interpretar los resultados de manera objetiva y fundamentada, de modo que se puedan extraer conclusiones que respondan a los objetivos planteados y se formulen recomendaciones



basadas en la evidencia obtenida. Este proceso es crucial para validar la hipótesis y asegurar la confiabilidad y validez de la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 *Estado actual de la estructura del colegio Pedro Vilcapaza*

a) **Inspección visual:** Se realizó una inspección visual exhaustiva de cada uno de los elementos estructurales, con el objetivo de identificar y evaluar posibles signos de deterioro o daños que pudieran comprometer la integridad de la estructura. Durante esta inspección, se consideraron los siguientes parámetros:

- **Grietas:** Se llevó a cabo un análisis detallado de las grietas presentes, evaluando su longitud, anchura, profundidad y ubicación exacta en los elementos estructurales. Se clasificaron según su origen (por ejemplo, grietas por retracción, asentamiento o sobrecarga) y se registraron para un seguimiento posterior, ya que las grietas pueden ser indicativas de problemas subyacentes de diseño, construcción o mantenimiento.
- **Deformaciones:** Se midió la desviación de cada elemento respecto a su geometría original, utilizando herramientas de medición precisas para identificar cualquier deformación o desplazamiento inusual. Estas deformaciones podrían señalar problemas en la estabilidad o la capacidad de carga de la estructura, por lo que se les prestó especial atención para determinar si requerían intervención inmediata.



- **Corrosión:** Se inspeccionaron minuciosamente los elementos de acero, como vigas y columnas, en busca de signos de corrosión, tales como manchas de óxido, exfoliación o pérdida de sección transversal. La corrosión fue evaluada en términos de su severidad y extensión, ya que puede debilitar significativamente los componentes estructurales y reducir la vida útil de la estructura.
 - **Desprendimientos:** Se identificaron y documentaron los desprendimientos de concreto o mampostería, prestando especial atención a las áreas donde la armadura de acero quedó expuesta, ya que esto puede acelerar el proceso de corrosión y comprometer la resistencia estructural. Además, se evaluó la posible causa de los desprendimientos, ya sea por impacto, desgaste natural o deficiencias en los materiales.
- b) Criterios de evaluación:** Para clasificar el estado de los elementos estructurales inspeccionados, se estableció un sistema de calificación que oscila entre el 1 (muy mal estado) y el 5 (excelente estado). Esta calificación se basó en las observaciones visuales y en el nivel de daño estructural detectado, teniendo en cuenta factores como la severidad de las grietas, la magnitud de las deformaciones, el grado de corrosión y la cantidad de desprendimientos presentes. Este sistema de evaluación proporcionó un marco claro y objetivo para determinar la necesidad de reparaciones o intervenciones.
- c) Registro en tablas:** Los resultados de las inspecciones fueron organizados y registrados en tablas detalladas para cada tipo de elemento estructural (vigas, columnas, losas, entre otros). Estas tablas incluyeron información relevante como la ubicación del elemento, su estado general, los tipos de daños encontrados, su calificación según los criterios establecidos, y las posibles acciones recomendadas para su reparación o mantenimiento.



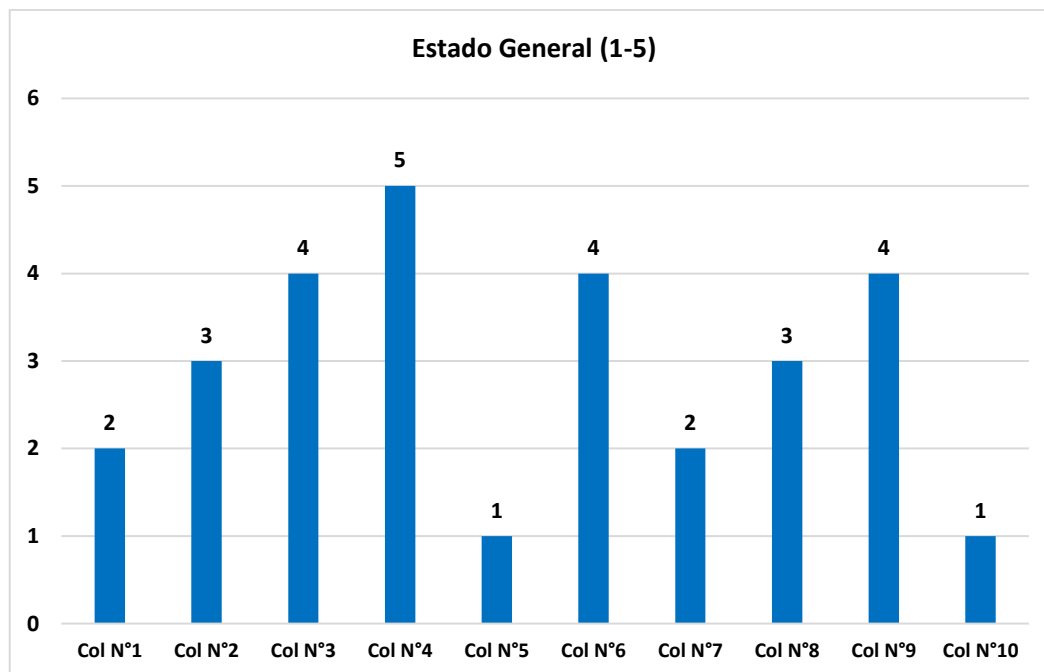
Tabla 2

Análisis de las columnas

Columna	N° de estructura	Altura (m)	Fisuración (mm)	Grietas (mm)	Deformaciones (cm)	Corrosión (%)	Observación del Daño	Estado General (1-5)
Col N°1	1° nivel	4	2	1.8	-	7%	Aparición de grietas superficiales y signos tempranos de corrosión.	2
Col N°2	1° nivel	4	1.3	1.7	0.1	11%	Pequeñas fisuras sin signos de desintegración visible	3
Col N°3	1° nivel	4	1.7	1.4	0.3	9%	Deterioro moderado en la capa superficial del concreto.	4
Col N°4	1° nivel	4	2.1	2	-	14%	Daño corrosivo pronunciado acompañado de desprendimientos importantes.	5
Col N°5	1° nivel	4	1.8	2.1	0.4	5%	Condición global adecuada, sin evidencia de corrosión.	1
Col N°6	2° nivel	3.5	2.3	2.5	-	15%	Desprendimientos significativos acompañados de fisuración avanzada.	4
Col N°7	2° nivel	3.5	1.5	1.4	0.3	13%	Deterioro ligero con fisuras superficiales y bajo control.	2
Col N°8	2° nivel	3.5	2.6	1	0.3	9%	Deterioro moderado en la superficie con fisuras esparcidas.	3
Col N°9	2° nivel	3.5	1.7	1.2	-	5%	Desintegración significativa acompañada de fisuras extendidas.	4
Col N°10	2° nivel	3.5	1.4	1.6	0.2	8%	Condición global adecuada, sin evidencia de corrosión.	1

Figura 4

Análisis de las columnas



La figura muestra un análisis gráfico del "Estado General (1-5)" de las columnas estructurales evaluadas en la Tabla 2. Cada barra representa la condición de una columna, donde 1 indica un estado óptimo y 5 un estado crítico. La Columna N°4 destaca por su calificación de 5, señalando un daño severo con desprendimientos importantes, mientras que las Columnas N°3, N°6 y N°9 también presentan un estado deteriorado con una calificación de 4. Las Columnas N°2 y N°8 tienen una calificación de 3, reflejando una condición moderadamente afectada. En contraste, las Columnas N°1 y N°7 muestran un estado de 2, indicando un deterioro leve, y las Columnas N°5 y N°10 están en el mejor estado posible con una calificación de 1, sin evidencia de corrosión o daños significativos. La combinación de la figura y la tabla facilita la identificación visual de las columnas que requieren intervenciones de mantenimiento más urgentes.



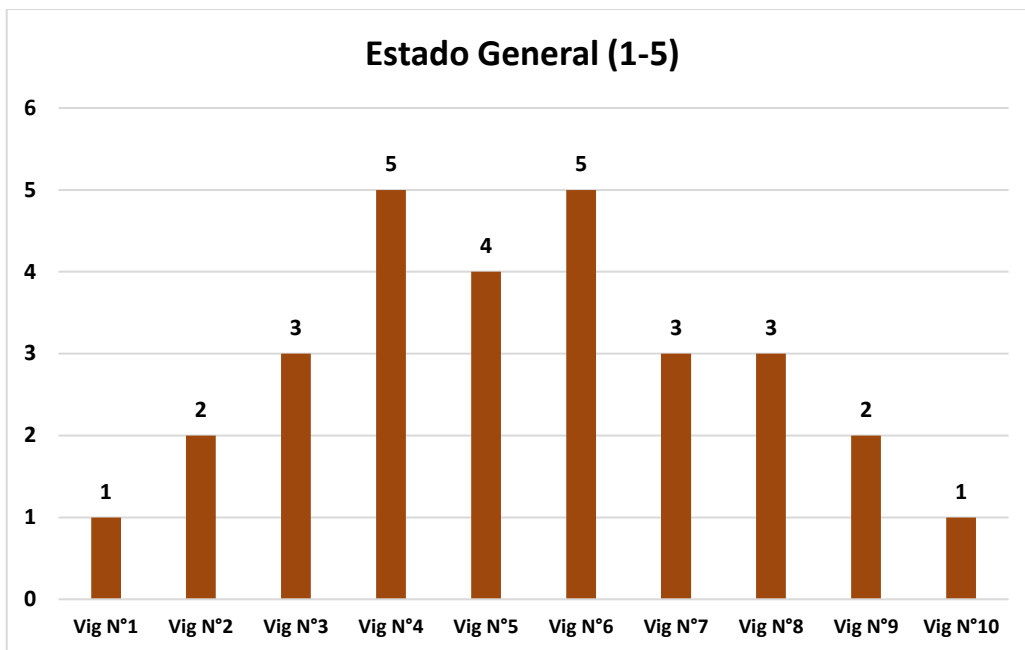
Tabla 3

Análisis de las vigas

Viga	N° de estructura	Luz- Long (m)	Ancho (cm)	Fisuración (mm)	Grietas (mm)	Deformaciones (cm)	Corrosión (%)	Observación del Daño	Estado General (1-5)
Vig N°1	1° nivel	5	30	0.4	1.2	0.1	4%	Fisuras de tamaño reducido con signos iniciales de corrosión.	1
Vig N°2	1° nivel	5	31	0.6	1.4	0.3	5%	Deterioro mínimo con fisuras superficiales bajo control.	2
Vig N°3	1° nivel	5.1	30	1	2.1	0.2	7%	Deterioro moderado en la superficie con fisuras esparcidas.	3
Vig N°4	1° nivel	5.1	31.2	0.9	1.8	0.1	8%	Daño corrosivo pronunciado acompañado de desprendimientos importantes.	5
Vig N°5	1° nivel	4.8	25.6	1.1	1.6	-	11%	Corrosión en áreas específicas y fisuración de nivel medio.	4
Vig N°6	2° nivel	5.1	31.2	0.8	2.4	0.3	5%	Deterioro de grado medio con fisuras gestionables.	5
Vig N°7	2° nivel	5.1	30	1.2	1.8	0.2	4%	Deterioro moderado en la capa superficial del concreto.	3
Vig N°8	2° nivel	4.8	25.4	0.9	2.1	-	6%	Deterioro moderado en la superficie con fisuras esparcidas.	3
Vig N°9	2° nivel	4.8	25.2	0.8	1.5	0.3	3%	Deterioro menor con fisuras superficiales bien gestionadas.	2
Vig N°10	2° nivel	4.8	25	0.5	1.8	0.2	4%	Pequeñas fisuras sin signos de desintegración visible	1

Figura 5

Análisis de las vigas



La figura muestra un análisis visual del "Estado General (1-5)" de las vigas evaluadas, según los datos de la Tabla 2. Cada barra representa la condición de una viga específica, donde 1 indica un estado óptimo y 5 un estado crítico de deterioro. Las vigas N°4 y N°6 presentan la mayor severidad con una calificación de 5, evidenciando daño corrosivo y fisuración avanzada. La Viga N°5 tiene un estado crítico con un valor de 4, mientras que las vigas N°3, N°7 y N°8 tienen un estado general de 3, reflejando un deterioro moderado con fisuración dispersa. Por otro lado, las vigas N°2 y N°9 muestran un estado de 2, indicando daño leve y fisuras controladas. Las vigas N°1 y N°10 se encuentran en condiciones óptimas, con una calificación de 1, presentando solo pequeñas fisuras sin signos de corrosión. Esta representación gráfica, junto con la tabla, facilita la identificación rápida de las vigas que requieren intervenciones de mantenimiento para preservar la integridad estructural.



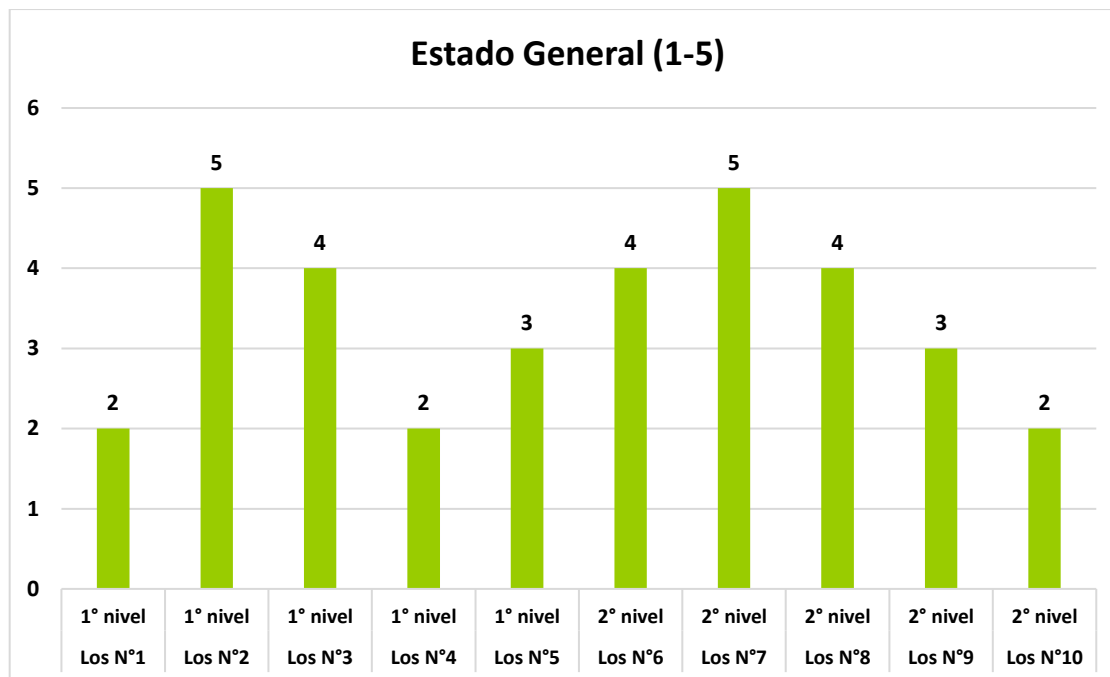
Tabla 4

Análisis de las losas

Losa	N° de estructura	Espesor (cm)	Fisuración (mm)	Grietas (mm)	Deformaciones (cm)	Corrosión (%)	Observación del Daño	Estado General (1-5)
Los N°1	1° nivel	15.00	1.5	1.4	0.2	11%	Condición favorable, sin evidencia notable de deterioro.	2
Los N°2	1° nivel	15.00	2.1	1.9	0.25	15%	Fragmentaciones importantes acompañadas de corrosión severa.	5
Los N°3	1° nivel	15.00	1.8	0.8	0.18	12%	Daño de intensidad media con grietas esparcidas.	4
Los N°4	1° nivel	15.00	0.8	2.3	0.24	9%	Grietas superficiales en una zona de daño restringida.	2
Los N°5	1° nivel	15.00	1.2	2.6	0.32	15%	Corrosión en áreas específicas y fisuración de nivel medio.	3
Los N°6	2° nivel	15.00	2.5	1.7	0.26	8%	Corrosión de nivel medio acompañada de grietas a lo largo de toda la losa.	4
Los N°7	2° nivel	15.00	3.1	1.5	0.15	13%	Fragmentaciones importantes acompañadas de corrosión severa.	5
Los N°8	2° nivel	15.00	2.8	2.7	0.22	21%	Deterioro amplio acompañado de corrosión severa.	4
Los N°9	2° nivel	15.00	1.6	3	0.37	27%	Grietas pronunciadas acompañadas de desprendimientos considerables.	3
Los N°10	2° nivel	15.00	2.6	3.2	0.24	14%	Deterioro de grado medio con grietas distribuidas en diversas áreas.	2

Figura 6

Análisis de las losas



La figura presenta un análisis visual del "Estado General (1-5)" de las losas evaluadas, tal como se detalla en la Tabla 2. Cada barra representa la condición de una losa en particular, donde 1 indica un estado óptimo y 5 refleja un estado crítico de deterioro. Según la gráfica y la información de la tabla, las losas N°2 y N°7 presentan el estado más crítico con una calificación de 5, lo que indica fragmentaciones importantes y una corrosión severa. Las losas N°3, N°6 y N°8 muestran un estado general de 4, reflejando un deterioro significativo que incluye corrosión y fisuración en diferentes grados. Las losas N°5 y N°9 presentan un estado moderado con una calificación de 3, lo que evidencia fisuración y áreas de daño que requieren atención. En contraste, las losas N°1, N°4 y N°10 presentan un estado más favorable, con calificaciones de 2, lo que indica que, aunque hay fisuración y ciertas señales de corrosión, el daño es controlado y menos severo. La figura, en conjunto con la tabla, permite identificar de manera visual y rápida las losas que requieren intervenciones de mantenimiento o reparación para preservar su integridad estructural.



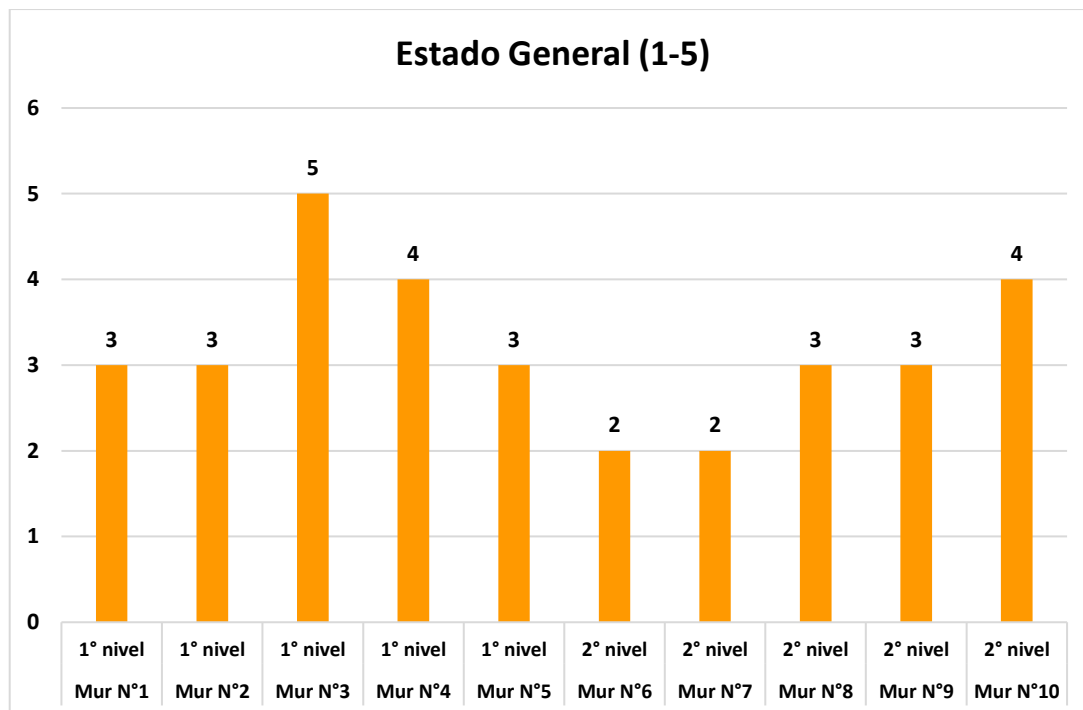
Tabla 5

Análisis de los muros

Muros	N° de estructura	Fisuración (mm)	Grietas (mm)	Desprendimientos %	Corrosión (%)	Observación del Daño	Estado General (1-5)
Mur N°1	1° nivel	1.4	2.1	10%		Deterioro de nivel medio con fisuras adecuadamente gestionadas.	3
Mur N°2	1° nivel	1.6	1.8	12%		Deterioro de intensidad media con grietas superficiales bajo control.	3
Mur N°3	1° nivel	1	2.6	8%		Grietas severas acompañadas de desprendimientos significativos.	5
Mur N°4	1° nivel	1.3	1.4	14%		Deterioro considerable acompañado de grietas intensas.	4
Mur N°5	1° nivel	1.2	1.7	11%	No presenta	Deterioro de nivel medio con fisuras adecuadamente gestionadas.	3
Mur N°6	2° nivel	0.8	2.4	9%		Condición adecuada, sin presencia de grietas importantes.	2
Mur N°7	2° nivel	0.6	2	4%		Grietas superficiales sin signos de desprendimientos importantes.	2
Mur N°8	2° nivel	1.2	3.2	8%		Fragmentaciones considerables acompañadas de deterioro notable.	3
Mur N°9	2° nivel	1.1	1.7	13%		Fragmentaciones considerables acompañadas de deterioro notable.	3
Mur N°10	2° nivel	1.4	2.1	10.00%		Grietas superficiales sin signos de desprendimientos importantes.	4

Figura 7

Análisis de los muros



La figura muestra el "Estado General (1-5)" de los muros evaluados, según los datos detallados en la Tabla 2. Cada barra representa la condición de un muro específico, donde 1 indica un estado óptimo y 5 refleja un estado crítico de deterioro. Según la gráfica y la información de la tabla, el muro N°3 presenta el estado más crítico con una calificación de 5, lo que refleja la presencia de grietas severas y desprendimientos significativos. Los muros N°4 y N°10 muestran un estado preocupante con una calificación de 4, indicando un deterioro considerable acompañado de fisuración intensa. Los muros N°1, N°2, N°5, N°8 y N°9 obtuvieron una calificación de 3, lo que sugiere un deterioro de nivel medio, con fisuras que han sido gestionadas o fragmentaciones acompañadas de deterioro notable. En contraste, los muros N°6 y N°7 presentan un estado más favorable, con una calificación de 2, mostrando fisuración superficial o una condición adecuada sin signos de desprendimientos importantes. La figura, combinada con la tabla, facilita la identificación de los muros que requieren mayor atención y posibles intervenciones de mantenimiento para preservar su integridad estructural.

4.1.2 Resistencia de los principales elementos estructurales mediante la prueba de esclerometría

Se presentan los resultados de la esclerometría a través de tablas que ofrecen un análisis detallado de los elementos estructurales evaluados, proporcionando información precisa sobre la resistencia y calidad del material en diferentes puntos de la estructura.

Tabla 6

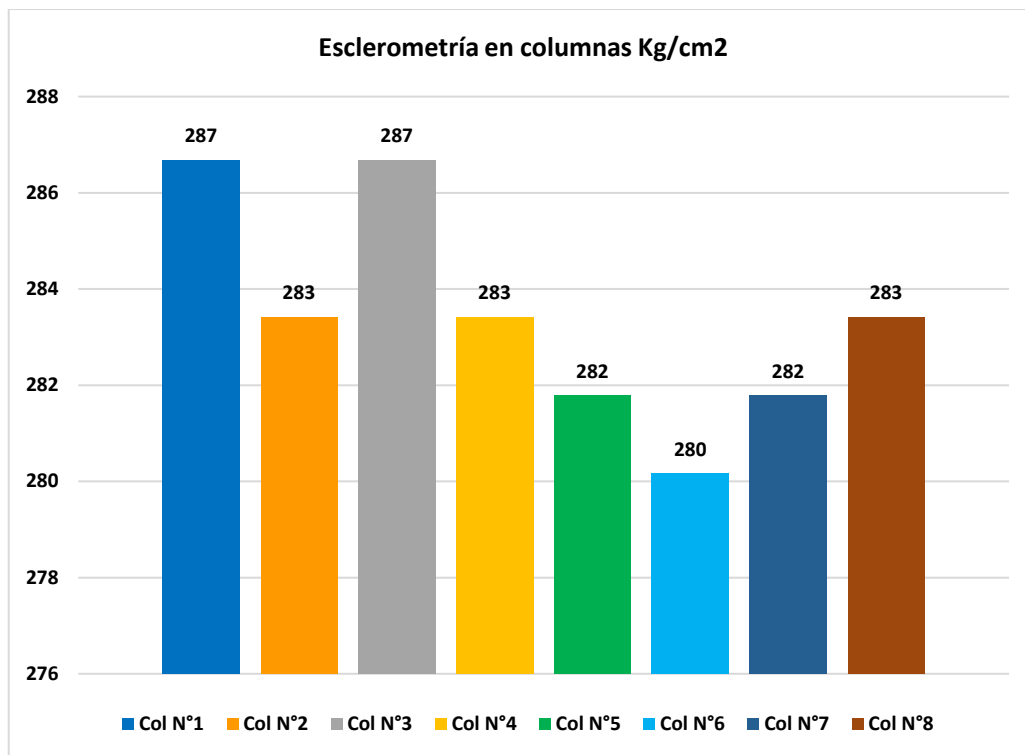
Esclerometría en columnas

Resultado de la esclerometría - Columnas (0°)								
Puntos	Col N°1	Col N°2	Col N°3	Col N°4	Col N°5	Col N°6	Col N°7	Col N°8
1	33	33	35	34	33	34	32	32
2	33	34	33	35	34	34	34	34
3	35	35	34	33	34	32	35	33
4	34	33	35	32	34	35	33	35
5	33	32	34	34	32	34	34	33
6	35	34	33	35	35	32	35	35
7	34	33	35	33	34	33	33	34
8	33	35	33	34	33	34	33	33
9	34	34	34	34	33	33	34	34
10	35	34	33	33	34	34	33	34
Prom	34	34	34	34	33.6	33.5	33.6	33.7
le-correctado	0.204	0.205	0.204	0.205	0.205	0.206	0.205	0.205
Resistencia final kg/cm ²	287	283	287	283	282	280	282	283

La tabla presenta los resultados del ensayo de esclerometría realizado en ocho columnas, evaluando su resistencia superficial en diferentes puntos a un ángulo de 0°. Los valores de esclerometría se registraron en diez puntos por columna, proporcionando una media de resistencia para cada una. Las lecturas varían ligeramente entre las columnas, con valores promedio que oscilan entre 33.5 y 34. El índice de esclerometría corregido (le-correctado) es muy similar en todas las columnas, variando entre 0.204 y 0.206. La resistencia final se expresa en kg/cm², donde la Columna N°1 y Columna N°3 presentan la resistencia más alta (287 kg/cm²), mientras que la Columna N°6 muestra la resistencia más baja (280 kg/cm²). Estos resultados permiten identificar diferencias en la calidad y resistencia del concreto en cada columna evaluada.

Figura 8

Esclerometría en columnas



La figura muestra los resultados de la esclerometría realizada en ocho columnas, expresados en términos de resistencia en kg/cm². Cada barra representa el valor de resistencia final para cada columna. Las columnas N°1 y N°3 presentan la mayor resistencia con un valor de 287 kg/cm², indicando una superficie de concreto más resistente en comparación con las demás. Las columnas N°2, N°4 y N°8 muestran una resistencia de 283 kg/cm², que, aunque es menor que las primeras, aún refleja una buena calidad del concreto. La columna N°5 presenta una resistencia de 282 kg/cm², mientras que la columna N°6 tiene el valor más bajo de 280 kg/cm², sugiriendo que estas últimas podrían ser las áreas más vulnerables en términos de resistencia superficial. En conjunto, la figura ofrece una representación visual clara y comparativa de la resistencia del concreto en cada columna evaluada mediante el ensayo de esclerometría.

Tabla 7

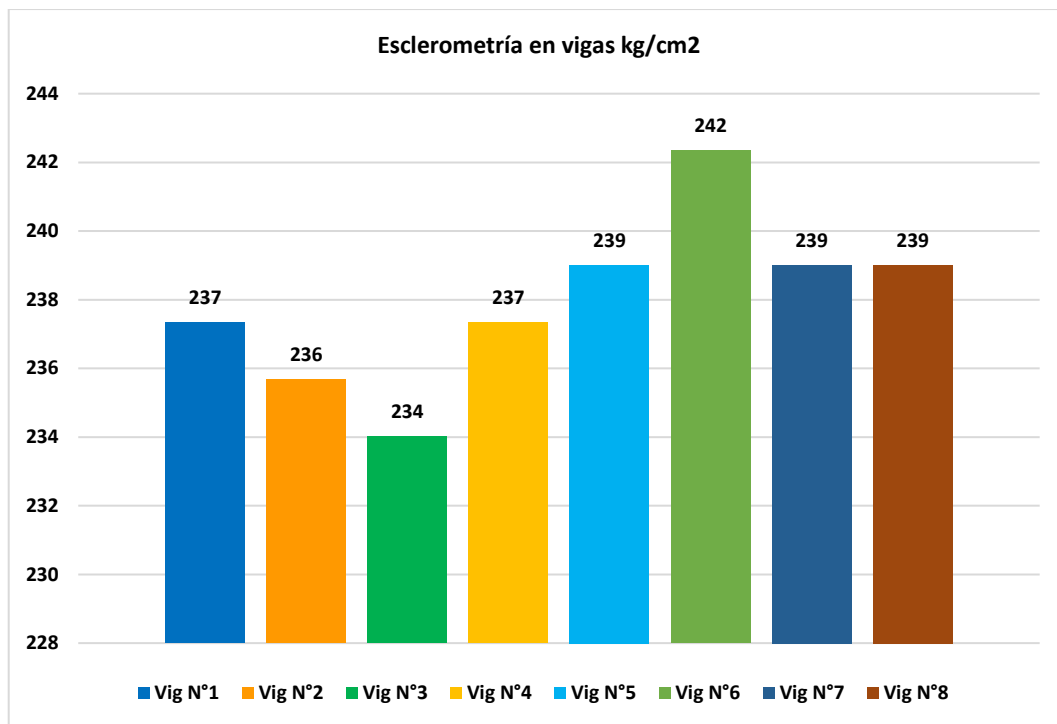
Esclerometría en vigas

Resultado de la esclerometría - Vigas (90°)								
Puntos	Vig N°1	Vig N°2	Vig N°3	Vig N°4	Vig N°5	Vig N°6	Vig N°7	Vig N°8
1	35	35	36	34	36	35	36	34
2	36	34	35	35	35	37	35	35
3	34	35	34	36	34	36	36	36
4	35	35	35	35	35	35	35	36
5	36	36	35	36	36	36	34	34
6	35	34	36	34	35	35	35	35
7	34	36	34	36	34	36	35	36
8	35	34	35	35	36	35	36	35
9	36	35	34	35	35	34	35	36
10	35	36	35	35	36	35	35	35
Prom	35	35	35	35	35.2	35.4	35.2	35.2
le-correctado	0.219	0.219	0.220	0.219	0.218	0.217	0.218	0.218
Resistencia final kg/cm ²	237	236	234	237	239	242	239	239

La tabla presenta los resultados del ensayo de esclerometría realizado en ocho vigas a un ángulo de 90°, con mediciones registradas en diez puntos por viga. Los valores obtenidos se promediaron para cada viga, y se calcularon tanto el índice de esclerometría corregido (le-correctado) como la resistencia final en kg/cm². Los resultados muestran que el promedio de las mediciones de esclerometría es relativamente consistente en todas las vigas, variando ligeramente entre 35 y 35.4. El índice de esclerometría corregido (le-correctado) oscila entre 0.217 y 0.220, indicando poca variabilidad en la calidad del concreto. En términos de resistencia final, la Viga N°6 presenta la mayor resistencia con 242 kg/cm², mientras que la Viga N°3 tiene la menor resistencia con 234 kg/cm². Estos resultados proporcionan información valiosa sobre la uniformidad y calidad del concreto en las vigas evaluadas.

Figura 9

Esclerometría en vigas



La figura muestra los resultados de la esclerometría aplicada a ocho vigas, expresados en términos de resistencia en kg/cm². Cada barra representa el valor de resistencia final obtenido para cada viga, permitiendo comparar la calidad del concreto en cada una. La Viga N°6 destaca como la más resistente, con un valor de 242 kg/cm², lo que sugiere una mayor calidad del concreto en esta viga en comparación con las demás. Las vigas N°5, N°7 y N°8 presentan una resistencia final de 239 kg/cm², manteniendo un buen nivel de resistencia. Por otro lado, la Viga N°3 muestra la menor resistencia con 234 kg/cm², indicando un concreto menos resistente en ese punto específico. Las vigas N°1, N°2 y N°4 presentan resistencias intermedias de 237 kg/cm², 236 kg/cm² y 237 kg/cm² respectivamente. La figura proporciona una representación clara y visual de la variación en la resistencia del concreto entre las diferentes vigas, permitiendo identificar aquellas que podrían requerir un mayor control o refuerzo.

Tabla 8

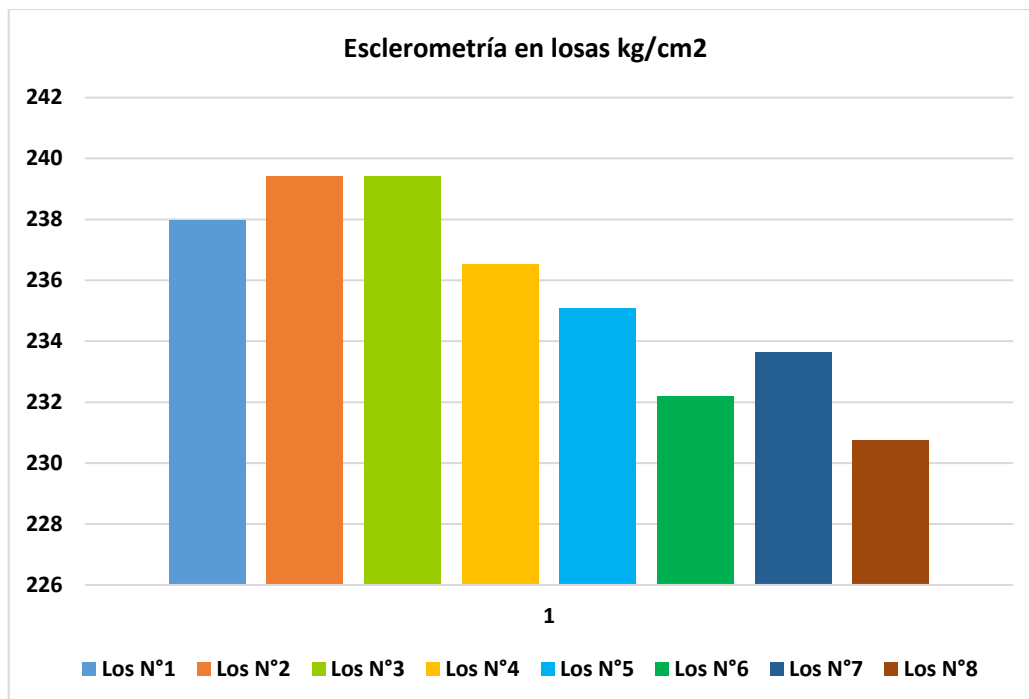
Esclerometría en losa

Resultado de la esclerometría - Losa (-90°)								
Puntos	Los N°1	Los N°2	Los N°3	Los N°4	Los N°5	Los N°6	Los N°7	Los N°8
1	27	27	28	27	26	28	27	28
2	28	28	27	27	27	27	26	26
3	29	27	26	28	28	26	26	27
4	27	27	28	26	27	28	28	26
5	28	27	28	28	28	26	28	27
6	28	27	27	27	27	27	27	28
7	27	28	28	28	26	27	28	26
8	26	28	26	27	27	28	26	26
9	26	27	28	28	28	26	27	27
10	27	28	28	26	27	26	27	27
Prom	27	27	27	27	27.1	26.9	27	26.8
le-correctado	0.219	0.218	0.218	0.219	0.219	0.220	0.220	0.221
Resistencia final kg/cm ²	238	239	239	237	235	232	234	231

La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría realizado en las losas a un ángulo de -90° , con mediciones registradas en diez puntos para cada una de las ocho secciones de la losa evaluada. Los valores obtenidos se promediaron para cada sección de la losa, y se calcularon tanto el índice de esclerometría corregido (le-correctado) como la resistencia final en kg/cm^2 . Los promedios de esclerometría para las secciones de la losa oscilan entre 26.8 y 27.1, mostrando un nivel de uniformidad en la calidad del concreto. El índice de esclerometría corregido (le-correctado) varía ligeramente de 0.218 a 0.221, indicando poca variación en la estructura del concreto. En términos de resistencia final, la sección Los N°2 y Los N°3 presentan la mayor resistencia con 239 kg/cm^2 , mientras que la sección Los N°8 tiene la menor resistencia con 231 kg/cm^2 . Estos resultados proporcionan un análisis detallado de la resistencia del concreto en las distintas secciones de la losa, permitiendo identificar áreas que podrían requerir mayor atención o refuerzo para asegurar la integridad estructural.

Figura 10

Esclerometría en losa



La figura presenta los resultados de la esclerometría realizada en ocho secciones de la losa, expresados en términos de resistencia en kg/cm². Cada barra representa el valor de resistencia final para cada sección, proporcionando una comparación visual de la calidad del concreto en las distintas áreas de la losa. Las secciones N°2 y Los N°3 destacan por presentar las mayores resistencias, con valores de 239 kg/cm², lo que indica que estas áreas tienen una mayor calidad y consistencia del concreto. La sección N°1 sigue con una resistencia de 238 kg/cm², mientras que Los N°4 y Los N°5 muestran valores intermedios de 237 kg/cm² y 235 kg/cm², respectivamente. En contraste, la sección N°8 presenta la menor resistencia con 231 kg/cm², siendo la parte más vulnerable de la losa, seguida por N°6 y N°7 con 232 kg/cm² y 234 kg/cm², respectivamente. Esta representación gráfica permite identificar las áreas de la losa que requieren mayor monitoreo o posibles intervenciones para garantizar la integridad estructural.



4.1.3 Desempeño sísmico mediante las fichas FEMA - 154

a) Irregularidades en altura

Durante la inspección realizada en la institución educativa, se pudo constatar que los pabellones exhiben una homogeneidad en cuanto a su altura, ya que cada uno de los niveles mantiene una elevación uniforme. Las columnas de cada piso presentan ejes con dimensiones consistentes a lo largo de ambas plantas. Además, se verificó que la superficie de los pabellones es completamente plana, sin la presencia de áreas que evidencien la existencia de pisos vulnerables o la formación de columnas de menor longitud.

Tabla 9

Irregularidad en los pabellones - Altura

Pabellón	Niveles	Irregularidad presente	Observación
A	3	No presenta	La simetría en la distribución de los ambientes permite identificar la ausencia de irregularidades en la altura.
B	3	No presenta	
C	2	No presenta	
D	2	No presenta	

La Tabla de Irregularidad en los pabellones - Altura muestra los detalles observados en cada pabellón. En todos los pabellones inspeccionados (A, B, C y D), no se presentó irregularidad alguna en cuanto a la altura. El pabellón A, con tres niveles, presenta simetría en la distribución de los ambientes, lo que permitió identificar la ausencia de irregularidades. Los pabellones B y C también tienen tres y dos niveles, respectivamente, y no presentan irregularidades. Las observaciones confirman que la construcción es uniforme y cumple con los estándares de altura.

b) Irregularidades en la planta

De acuerdo con los planos de arquitectura y la verificación realizada en campo, no se detectaron irregularidades en la planta de los pabellones, ya que presentan una forma rectangular bien definida y conforme a lo especificado en el diseño original. Esta comprobación confirma la congruencia entre los planos y la construcción real, asegurando que la distribución espacial y las dimensiones de los pabellones cumplen con los requisitos establecidos en el proyecto arquitectónico.

Tabla 10

Irregularidad en los pabellones - Planta

Pabellón	Niveles	Irregularidad presente	Observación
A	3	No presenta	La simetría en la distribución de los ambientes permite confirmar la ausencia de irregularidades en la altura, ya que todos los espacios mantienen una disposición uniforme y equilibrada conforme al diseño arquitectónico.
B	3	No presenta	
C	2	No presenta	
D	2	No presenta	

La Tabla de Irregularidad en los pabellones - Planta refleja la inspección realizada a los pabellones A, B, C y D, indicando que en ninguno de ellos se encontraron irregularidades en la planta. El pabellón A, con tres niveles, confirma la simetría en la distribución de los ambientes, lo que garantiza la uniformidad y equilibrio en la disposición de los espacios conforme al diseño arquitectónico. Los pabellones B y C, de tres y dos niveles respectivamente, también mantienen una disposición uniforme y no presentan ninguna irregularidad en la planta. La estructura de los pabellones sigue fielmente el diseño original, sin desviaciones.



c) Tipologías del sistema estructural

La configuración estructural de los pabellones fue determinada como un tipo de construcción que utiliza un sistema de pórticos hechos de concreto reforzado. Según la clasificación y los códigos establecidos en el formato proporcionado por el FEMA 154, esta estructura se ubica dentro de la categoría designada como C1. Esta clasificación indica que la estructura se encuentra dentro de la categoría de edificaciones comunes de concreto, típicamente utilizadas en construcciones de mediana a gran altura. El puntaje inicial de 2.5 refleja una evaluación preliminar de la vulnerabilidad sísmica, que servirá como base para el análisis detallado de la capacidad estructural y la resistencia del edificio frente a posibles eventos sísmicos.

d) Año de construcción

De acuerdo con las definiciones establecidas por el FEMA 154, el concepto de 'Pre-código' se utiliza para describir edificaciones que fueron construidas antes de la adopción de normas sísmicas modernas, las cuales comenzaron a aplicarse de manera generalizada a partir de la década de 1970. En contraste, el término 'Post-Benchmark' hace referencia a construcciones que se llevaron a cabo a partir del año 2015, cuando se implementaron estándares estructurales más avanzados y exigentes. En relación con los pabellones pertenecientes al Colegio Pedro Vilcapaza, el análisis detallado de los planos disponibles reveló que su construcción ya estaba concluida para el año 2013. Por lo tanto, estos pabellones deben clasificarse bajo la denominación de 'Pre-código', debido a que fueron edificados antes de la introducción de las regulaciones sísmicas más recientes y estrictas.

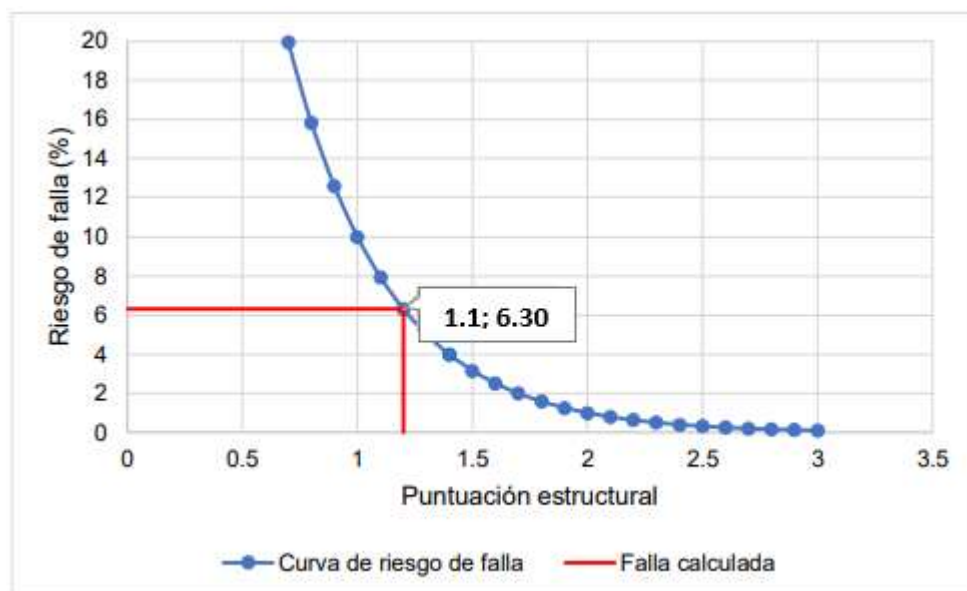
4.1.3.1 Obtención de probabilidad de falla

a) Obtención de la probabilidad de falla en el pabellón A

Al realizar la inspección del Pabellón A del Colegio Pedro Vilcapaza utilizando la ficha de evaluación del FEMA 154, se identificó la siguiente vulnerabilidad estructural. Los resultados obtenidos a través de este método revelan donde la edificación presenta un mayor riesgo en caso de un evento sísmico, permitiendo así un análisis detallado para futuras intervenciones o reforzamientos que garanticen la seguridad de la estructura.

Figura 11

Vulnerabilidad sísmica en pabellón A



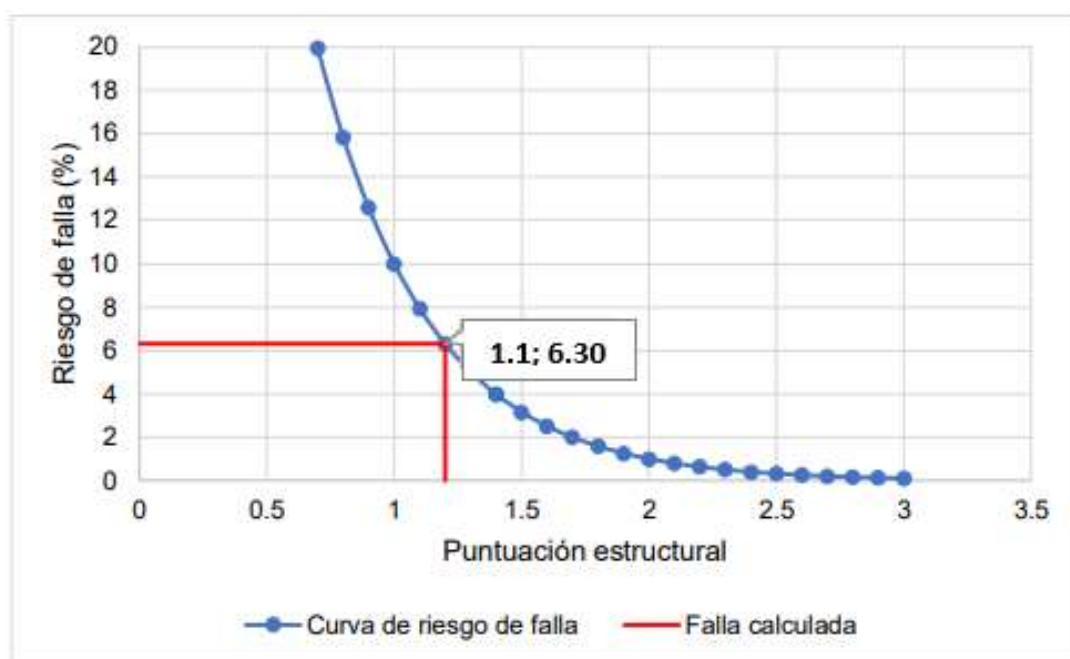
Se graficó la probabilidad de falla determinada para el Pabellón A, obteniéndose un resultado final de 1.1, que corresponde a un 6.30% de probabilidad de falla, de acuerdo con los criterios establecidos por el método FEMA. Este resultado proporciona una estimación cuantitativa de la vulnerabilidad sísmica del pabellón, reflejando un nivel de riesgo moderado dentro de los parámetros evaluados.

a) Obtención de la probabilidad de falla en el pabellón B

Al realizar la inspección del Pabellón B del Colegio Pedro Vilcapaza utilizando la ficha de evaluación del FEMA 154, se identificó la siguiente vulnerabilidad estructural. Los resultados obtenidos a través de este método revelan donde la edificación presenta un mayor riesgo en caso de un evento sísmico, permitiendo así un análisis detallado para futuras intervenciones o reforzamientos que garanticen la seguridad de la estructura.

Figura 12

Vulnerabilidad sísmica en pabellón B



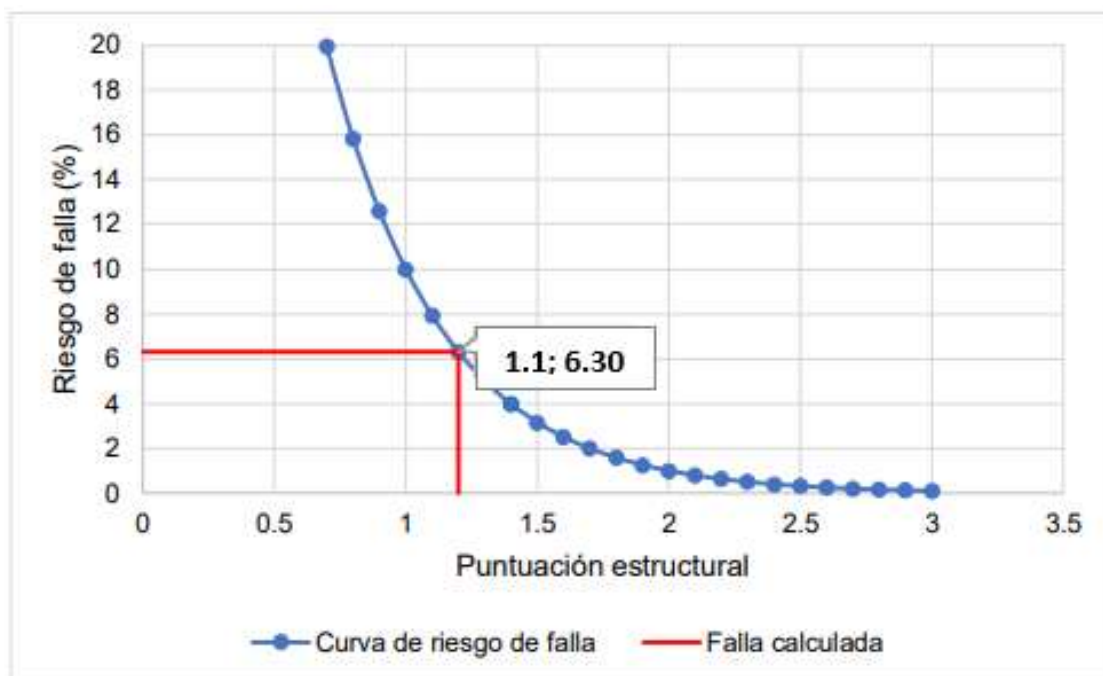
Se graficó la probabilidad de falla determinada para el Pabellón B, obteniéndose un resultado final de 1.1, que corresponde a un 6.30% de probabilidad de falla, de acuerdo con los criterios establecidos por el método FEMA. Este resultado proporciona una estimación cuantitativa de la vulnerabilidad sísmica del pabellón, reflejando un nivel de riesgo moderado dentro de los parámetros evaluados.

b) Obtención de la probabilidad de falla en el pabellón C

Al realizar la inspección del Pabellón C del Colegio Pedro Vilcapaza utilizando la ficha de evaluación del FEMA 154, se identificó la siguiente vulnerabilidad estructural. Los resultados obtenidos a través de este método revelan donde la edificación presenta un mayor riesgo en caso de un evento sísmico, permitiendo así un análisis detallado para futuras intervenciones o reforzamientos que garanticen la seguridad de la estructura.

Figura 13

Vulnerabilidad sísmica en pabellón C



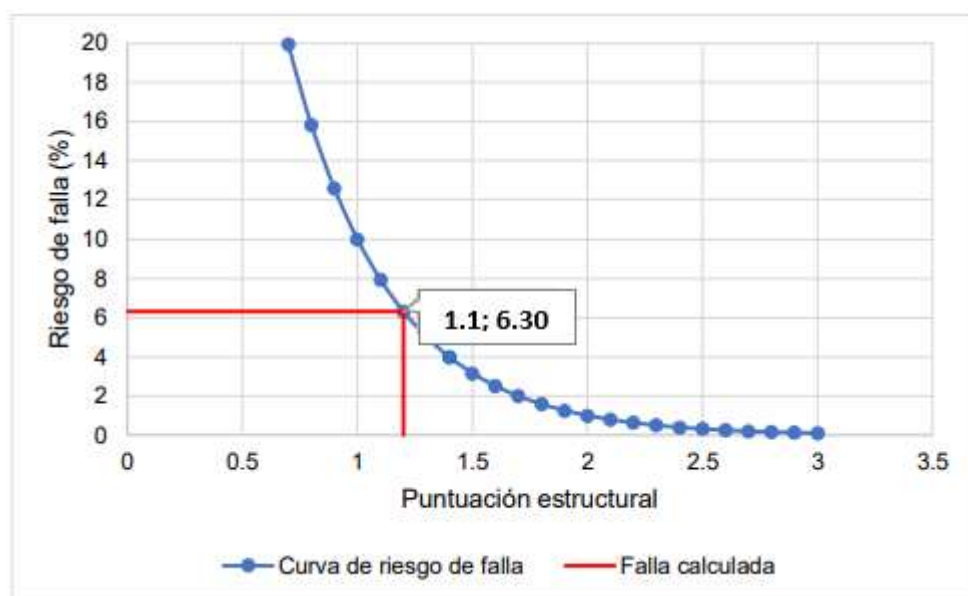
Se graficó la probabilidad de falla determinada para el Pabellón C, obteniéndose un resultado final de 1.1, que corresponde a un 6.30% de probabilidad de falla, de acuerdo con los criterios establecidos por el método FEMA. Este resultado proporciona una estimación cuantitativa de la vulnerabilidad sísmica del pabellón, reflejando un nivel de riesgo moderado dentro de los parámetros evaluados.

b) Obtención de la probabilidad de falla en el pabellón D

Al realizar la inspección del Pabellón D del Colegio Pedro Vilcapaza utilizando la ficha de evaluación del FEMA 154, se identificó la siguiente vulnerabilidad estructural. Los resultados obtenidos a través de este método revelan donde la edificación presenta un mayor riesgo en caso de un evento sísmico, permitiendo así un análisis detallado para futuras intervenciones o reforzamientos que garanticen la seguridad de la estructura.

Figura 14

Vulnerabilidad sísmica en pabellón D



Se graficó la probabilidad de falla determinada para el Pabellón D, obteniéndose un resultado final de 1.1, que corresponde a un 6.30% de probabilidad de falla, de acuerdo con los criterios establecidos por el método FEMA. Este resultado proporciona una estimación cuantitativa de la vulnerabilidad sísmica del pabellón, reflejando un nivel de riesgo moderado dentro de los parámetros evaluados.

4.1.4 Alternativas de reforzamientos estructurales

El reforzamiento estructural se implementará en cuatro etapas: (1) selección de las técnicas de reforzamiento, (2) determinación de los materiales a utilizar y (3) procedimientos específicos de ejecución. Cada etapa ha sido diseñada para abordar de manera efectiva los problemas estructurales identificados, asegurando la mejora de la integridad y seguridad del edificio. A continuación, se describen detalladamente los pasos clave de cada etapa:

1) Selección de las Técnicas de Reforzamiento:

Se han seleccionado técnicas de reforzamiento específicas para cada tipo de elemento estructural (columnas, vigas, losas aligeradas y muros de mampostería) en función de los problemas identificados durante la evaluación, con el objetivo de asegurar la estabilidad y resistencia de la estructura:

- **Reforzamiento de columnas:** Se utilizará un encamisado con concreto reforzado con fibra de carbono o acero, seleccionado según la magnitud del daño presente. Esta técnica incrementa la capacidad de carga y la resistencia a la compresión y flexión, garantizando una mayor durabilidad y seguridad frente a cargas sísmicas.
- **Reforzamiento de vigas:** Para incrementar la capacidad de flexión y resistencia estructural, se aplicarán placas de acero o fibras de carbono. Este método permite fortalecer las vigas, reduciendo la probabilidad de fallas durante eventos sísmicos y aumentando la capacidad de soportar cargas adicionales.
- **Reforzamiento de losas aligeradas:** Se empleará una combinación de mallas de acero y concreto proyectado para aumentar la rigidez y resistencia de las losas. Esta técnica es especialmente efectiva para mejorar la capacidad de carga de las losas y reducir su deformación, asegurando un mejor desempeño estructural en condiciones de estrés.



- **Reforzamiento de muros de mampostería:** El encamisado con mallas de acero y la aplicación de concreto reforzado se realizarán para mejorar la estabilidad y resistencia del muro. Esta técnica proporciona una mayor cohesión y resistencia, fortaleciendo la estructura y minimizando el riesgo de colapso en caso de actividad sísmica.

Estas técnicas han sido seleccionadas por su efectividad y adaptabilidad a las características específicas de los elementos estructurales evaluados, asegurando que el proceso de reforzamiento sea integral, eficiente y que cumpla con los estándares de seguridad y normativas vigentes. Cada método fue escogido cuidadosamente para maximizar la capacidad de la estructura de absorber y disipar las fuerzas sísmicas, minimizando el riesgo de daño y asegurando la protección de la edificación en su totalidad.

2) Determinación de Materiales a Utilizar

Los materiales seleccionados para el reforzamiento estructural han sido cuidadosamente escogidos por su alta resistencia, durabilidad y capacidad para mejorar la integridad y seguridad de edificaciones ubicadas en zonas sísmicas. Cada uno de estos materiales ha sido evaluado bajo estándares de calidad y eficacia, y ha demostrado su capacidad para incrementar la capacidad estructural de los elementos críticos del edificio. A continuación, se detallan los materiales que se utilizarán:

- **Concreto de alta resistencia (40 MPa):** El concreto de alta resistencia se empleará en el encamisado de columnas y muros. Este material proporciona una mayor capacidad de carga y resistencia a la compresión, aspectos fundamentales para reforzar la estructura y mejorar su capacidad de soportar fuerzas sísmicas. Además, el concreto de 40 MPa es ideal para edificaciones en zonas de alta actividad

sísmica, ya que ofrece una mayor durabilidad y capacidad para absorber las vibraciones generadas por los movimientos sísmicos.

- **Fibras de carbono:** Las fibras de carbono son conocidas por su excepcional resistencia a la tracción y su ligereza. Al ser extremadamente livianas, se pueden aplicar a vigas y columnas sin añadir peso adicional a la estructura, lo cual es crucial para no comprometer la integridad del edificio. Estas fibras permiten incrementar la flexibilidad y la resistencia de los elementos reforzados, aumentando la capacidad de la estructura para disipar la energía durante un sismo y reducir el riesgo de daños.
- **Mallas de acero galvanizado:** Se utilizarán mallas de acero galvanizado en los muros de mampostería para mejorar su resistencia frente a cargas laterales, que suelen ser las más críticas durante un evento sísmico. La galvanización de las mallas proporciona una protección adicional contra la corrosión, asegurando que el refuerzo mantenga su efectividad a lo largo del tiempo, incluso en condiciones ambientales adversas. Esta característica es fundamental para garantizar la durabilidad del reforzamiento y prolongar la vida útil de la edificación.
- **Placas de acero (10 mm):** Las placas de acero de 10 mm de grosor se emplearán en las vigas más vulnerables de la estructura. Su instalación permitirá incrementar significativamente la capacidad de flexión y la resistencia al esfuerzo cortante de las vigas, asegurando que puedan soportar las fuerzas inducidas por un sismo sin sufrir daños críticos. Estas placas proporcionan un refuerzo robusto y eficaz, especialmente en aquellas áreas donde se requiere una mayor resistencia estructural debido a la concentración de esfuerzos.

La selección de estos materiales ha sido realizada con base en criterios técnicos y normativos que aseguran un reforzamiento eficiente y duradero. Su correcta aplicación contribuirá a que la estructura alcance un nivel de resistencia óptimo para soportar eventos

sísmicos, minimizando el riesgo de daños y colapsos. Además, la combinación de estos materiales permite un reforzamiento integral que garantiza la seguridad y estabilidad del edificio, protegiendo a los ocupantes y prolongando la vida útil de la construcción frente a futuras amenazas sísmicas.

3) Procedimientos Específicos de Ejecución

Los procedimientos para implementar las técnicas de reforzamiento estructural se adaptarán a las características y necesidades particulares de cada tipo de elemento, con el fin de garantizar un proceso de intervención eficiente y seguro. A continuación, se detallan los pasos que se llevarán a cabo para la intervención en columnas, vigas, losas y muros de mampostería, asegurando que cada componente estructural reciba el tratamiento adecuado para mejorar su capacidad y resistencia.

3.1) Reforzamiento de Columnas

Las columnas presentan una alta vulnerabilidad y baja resistencia a la compresión, lo que hace necesaria una intervención inmediata para evitar posibles fallas estructurales. Para reforzarlas, se aplicará la técnica de encamisado con concreto reforzado y fibras de carbono, un método que ha demostrado ser altamente efectivo para incrementar tanto la resistencia como la ductilidad de las columnas, asegurando un mejor desempeño frente a las cargas sísmicas.

Proceso de ejecución:

1. Preparación de la columna:

- Se inicia con la eliminación cuidadosa del recubrimiento de concreto deteriorado, utilizando herramientas manuales o mecánicas, para exponer la superficie original de la columna. Es fundamental asegurarse de que no

queden restos de materiales sueltos o dañados, ya que esto podría afectar la adhesión de los nuevos materiales de refuerzo.

- A continuación, se limpia y desinfecta la superficie expuesta para eliminar polvo, grasa o cualquier contaminante que pueda interferir con el proceso de refuerzo.

2. Colocación de mallas de acero:

- Se colocan mallas de acero alrededor de la columna, asegurándose de que estén bien ajustadas y fijadas con anclajes o amarres. Esto ayudará a mejorar la ductilidad de la columna, permitiendo que absorba y disipe la energía sísmica de manera más efectiva.
- Las mallas de acero deben cubrir toda la longitud de la columna y se fijarán en varios puntos para evitar desplazamientos durante la aplicación del concreto.

3. Proyección de concreto de alta resistencia:

- Se proyecta una capa uniforme de concreto de 40 MPa sobre la columna, utilizando equipos de proyección para asegurar una cobertura completa y homogénea. Este concreto de alta resistencia proporcionará un refuerzo adicional y mejorará la capacidad de carga y la resistencia a la compresión de la columna.
- Durante la aplicación, se debe asegurar que no queden huecos o espacios vacíos, y se recomienda utilizar vibradores de concreto para garantizar una adecuada compactación y evitar la formación de bolsas de aire.



4. Aplicación de fibras de carbono:

- Una vez que el concreto ha fraguado, se procede a la colocación de bandas de fibra de carbono alrededor de la columna. Estas fibras se aplican en direcciones horizontal y diagonal para reforzar la columna en múltiples ángulos y mejorar significativamente su resistencia a la tracción y su capacidad para resistir deformaciones.
- Las fibras de carbono se adhieren a la superficie de la columna utilizando un adhesivo epóxico de alta resistencia, asegurando una fijación firme y duradera. Se debe prestar especial atención a las esquinas y bordes de la columna para garantizar que las fibras se adapten perfectamente a la geometría de la estructura.

5. Curado y monitoreo:

- Se realiza un proceso de curado adecuado del concreto, manteniendo la humedad constante durante un período de al menos 7 a 14 días, para asegurar que alcance su resistencia máxima. Este proceso puede incluir el uso de mantas húmedas, rociado de agua o la aplicación de agentes de curado especializados.
- Durante el proceso de curado, se llevará a cabo un monitoreo constante para verificar la evolución de la resistencia del concreto y la correcta adhesión de las fibras de carbono. Cualquier anomalía o defecto detectado se corregirá de inmediato para garantizar la calidad y durabilidad del reforzamiento.

Este procedimiento garantiza que las columnas reforzadas no solo adquieran una mayor capacidad de carga y resistencia a las fuerzas sísmicas, sino que también

mantengan su integridad a lo largo del tiempo, incluso en condiciones adversas. La implementación cuidadosa de cada paso del proceso de ejecución asegura que el reforzamiento sea eficiente, efectivo y que contribuya de manera significativa a la seguridad y estabilidad general de la estructura a largo plazo.

Tabla 11

Resumen de refuerzos para columnas

Columna	Técnica Aplicada	Materiales Utilizados	Procedimiento de Ejecución	Beneficios Esperados
Col	Revestimiento utilizando concreto reforzado combinado con la aplicación de fibra de carbono.	-Hormigón con una resistencia de 40 MPa. -Redes de acero reforzado. -Láminas de fibra de carbono.	1. Remoción del recubrimiento que presenta daños o deterioro. 2. Instalación de rejillas de acero. 3. Proyección y aplicación de hormigón a través de un sistema de lanzado. 4. Incorporación y adherencia de fibras de carbono.	Aumento del 50% en la capacidad para soportar cargas axiales, así como en la resistencia frente a fuerzas laterales.

3.2) Reforzamiento de Vigas

Las vigas presentan deficiencias estructurales en términos de flexión y baja rigidez, lo que las hace susceptibles a deformaciones y posibles fallas bajo cargas extremas. Para mejorar su capacidad y comportamiento estructural, se aplicarán técnicas de reforzamiento utilizando placas de acero y fibras de carbono. Estas soluciones combinadas permitirán incrementar la resistencia y rigidez de las vigas, garantizando un desempeño óptimo durante su vida útil y, especialmente, en caso de eventos sísmicos.

Proceso de ejecución:

1. Preparación de la viga:

- Se realiza un diagnóstico inicial para identificar las áreas más afectadas y donde el refuerzo es más necesario. Esto implica una revisión visual y, si es necesario, el uso de herramientas de detección de defectos internos.
- Se procede a la limpieza exhaustiva de la superficie inferior de la viga, utilizando herramientas manuales y mecánicas para eliminar material dañado, concreto suelto, polvo, grasa y otras impurezas. Esta preparación es fundamental para asegurar que el refuerzo se adhiera correctamente.
- Se aplica un tratamiento anticorrosivo en caso de detectar óxido o corrosión en las barras de acero existentes.

2. Adhesión de placas de acero:

- Las placas de acero de 10 mm de grosor se cortan según las dimensiones y necesidades específicas de cada viga, asegurando una cobertura adecuada en las áreas con mayores deficiencias.
- Se aplica una resina epóxica de alta adherencia en la superficie de la viga y la placa de acero, creando una capa de unión resistente que asegura la transferencia efectiva de cargas entre ambos materiales.
- Las placas se fijan a la viga mediante pernos de anclaje y presión controlada, garantizando un anclaje seguro y evitando deslizamientos o separaciones durante la vida útil del refuerzo.

3. Aplicación de fibras de carbono:

- Se seleccionan láminas de fibra de carbono de alta resistencia y se cortan a medida según las dimensiones de la viga, asegurando que cubran de manera uniforme la parte inferior.



- Se aplica una capa de resina epóxica sobre la superficie donde se instalarán las fibras de carbono, asegurando una adherencia perfecta y uniforme.
- Las capas de fibra de carbono se colocan cuidadosamente, evitando la formación de burbujas de aire o pliegues que podrían comprometer la eficacia del refuerzo. Se ejerce presión sobre las fibras para garantizar un contacto total con la superficie de la viga.
- Dependiendo de la magnitud del refuerzo requerido, se pueden aplicar múltiples capas de fibra de carbono, alternando la dirección de las fibras para maximizar la resistencia a la flexión y la rigidez de la viga.

4. Monitoreo del refuerzo:

- Durante todo el proceso de curado, que puede durar entre 24 y 48 horas, se realiza un monitoreo constante de la temperatura, la humedad y la presión aplicada sobre los materiales de refuerzo, asegurando que el proceso de adherencia sea óptimo.
- Se utilizan sensores y mediciones de control para verificar que no haya desplazamientos, deformaciones o fallas en la unión entre la viga y los materiales de refuerzo.
- Al finalizar el curado, se realiza una inspección final para confirmar la adherencia completa de las placas de acero y las fibras de carbono, así como la ausencia de defectos que puedan comprometer el desempeño del refuerzo.

Beneficios esperados:

- El reforzamiento con placas de acero y fibras de carbono permitirá un incremento del 40% al 50% en la resistencia a la flexión y la capacidad cortante de las vigas,

mejorando significativamente su rigidez y capacidad para soportar cargas dinámicas y estáticas.

- Esta mejora reducirá el riesgo de fallos estructurales durante eventos sísmicos, protegiendo la integridad del edificio y brindando una mayor seguridad a sus ocupantes.
- Además, el refuerzo incrementará la vida útil de las vigas, disminuyendo la necesidad de futuras intervenciones y proporcionando una solución rentable y sostenible a largo plazo.

Tabla 12

Resumen de refuerzos para vigas

Columna	Técnica Aplicada	Materiales Utilizados	Procedimiento de Ejecución	Beneficios Esperados
Vigas	Fortalecimiento estructural mediante la incorporación de placas de acero y la aplicación de fibras de carbono.	- Láminas de acero con un espesor de 10 mm - Material de refuerzo a base de fibras de carbono - Aplicación de resina epóxica como agente adhesivo.	1. Preparación y limpieza de la parte inferior de la viga para eliminar impurezas y garantizar una superficie adecuada 2. Colocación y fijación de las placas de acero en la estructura 3. Unión de las fibras de carbono utilizando una capa de resina epóxica para asegurar su adherencia.	Aumento del 50% en la capacidad para soportar cargas axiales, así como en la resistencia frente a fuerzas laterales.

3.3) Reforzamiento de Losas Aligeradas

Las losas aligeradas presentan deficiencias en su rigidez y resistencia estructural, lo que las hace vulnerables a deformaciones bajo cargas pesadas o durante eventos



sísmicos. Para solucionar estos problemas, se aplicará una técnica de reforzamiento utilizando mallas de acero y concreto proyectado, lo que permitirá mejorar su capacidad para soportar cargas y prolongar su vida útil.

Proceso de ejecución:

1. Preparación de la losa:

- Se realiza un diagnóstico inicial de la losa para identificar las áreas más críticas y determinar la extensión del refuerzo necesario.
- Se retira una capa superficial de concreto, utilizando herramientas adecuadas, hasta dejar expuesto el refuerzo de acero existente. Este paso es crucial para asegurar una adecuada unión entre el refuerzo nuevo y el existente.
- Se limpia la superficie de la losa, eliminando polvo, grasa, escombros y cualquier material suelto que pudiera interferir con la adhesión del concreto proyectado.

2. Colocación de mallas de acero:

- Se instalan mallas de acero galvanizado de alta resistencia por encima del refuerzo original de la losa, asegurando un contacto firme y uniforme. La malla se sujeta al refuerzo existente mediante amarres de alambre o grapas metálicas, lo que garantiza una conexión sólida entre ambos refuerzos.
- Las mallas de acero se cortan y ajustan de acuerdo con las dimensiones y necesidades específicas de cada losa, asegurando una cobertura completa y efectiva en las áreas identificadas como débiles.
- Se verifica que la malla esté correctamente tensada y alineada, evitando dobleces o zonas sueltas que puedan afectar la eficacia del refuerzo.



3. Aplicación de concreto proyectado:

- Se proyecta una capa de concreto de alta resistencia sobre la superficie de la losa y la malla de acero utilizando un equipo especializado. El concreto proyectado se aplica bajo presión, asegurando que cubra completamente la malla y se adhiera firmemente al refuerzo original.
- Se utiliza un espesor de concreto adecuado para proporcionar la rigidez y resistencia adicionales necesarias, lo que generalmente oscila entre 3 y 5 cm, dependiendo de las condiciones y requerimientos de la losa.
- Durante la aplicación, se controla la consistencia y densidad del concreto para garantizar un refuerzo homogéneo y libre de huecos o porosidades que puedan comprometer su resistencia.

4. Curado y monitoreo:

- El concreto proyectado se somete a un proceso de curado controlado, que puede durar entre 7 y 28 días, dependiendo de las condiciones ambientales y el tipo de concreto utilizado. Este proceso asegura que el concreto alcance su resistencia máxima y evite la aparición de fisuras o debilitamientos prematuros.
- Durante el curado, se realiza un monitoreo constante de la humedad y temperatura para asegurar un proceso óptimo y prevenir la desecación prematura del concreto.
- Se llevan a cabo inspecciones regulares para verificar la correcta adherencia y consolidación del refuerzo, así como para detectar cualquier posible defecto que requiera corrección.

Beneficios esperados:

- Se espera un incremento del 35% al 40% en la rigidez y resistencia de las losas aligeradas, lo que permitirá una mejora significativa en su capacidad para soportar cargas dinámicas y estáticas, así como en su comportamiento frente a eventos sísmicos.
- El reforzamiento reducirá las deformaciones y vibraciones de la losa, proporcionando una mayor seguridad y estabilidad estructural.
- Esta técnica de reforzamiento prolongará la vida útil de las losas aligeradas, minimizando la necesidad de futuras intervenciones y ofreciendo una solución eficiente y duradera para mejorar la seguridad del edificio.

Tabla 13*Resumen de refuerzos para losas*

Columna	Técnica Aplicada	Materiales Utilizados	Procedimiento de Ejecución	Beneficios Esperados
Losas	Fortalecimiento estructural mediante la implementación de mallas de acero y la aplicación de concreto a través de un proceso de proyección.	-Rejillas de acero galvanizado para mayor resistencia a la corrosión -Concreto proyectado con una resistencia de 40 MPa	1. Eliminación de la capa superficial de concreto deteriorado 2. Instalación de mallas de acero para refuerzo estructural 3. Aplicación de concreto de alta resistencia mediante el método de proyección	Incremento del 40% en la rigidez de la losa, lo que contribuye a prevenir deformaciones y desplazamientos durante eventos sísmicos.

3.4) Reforzamiento de Muros de Mampostería

Los muros han sido clasificados como altamente vulnerables a fallas estructurales debido a su limitada capacidad de compresión y baja resistencia a fuerzas laterales, especialmente durante eventos sísmicos. Para mejorar su desempeño estructural, se

implementará la técnica de encamisado utilizando mallas de acero y concreto proyectado, lo que permitirá incrementar su capacidad de compresión y resistencia lateral, asegurando así una mayor estabilidad y durabilidad.

Proceso de ejecución:

1. Colocación de mallas de acero:

- Se colocan mallas de acero galvanizado de alta resistencia a ambos lados del muro de mampostería, asegurando un refuerzo integral que envuelva toda la estructura. La malla se corta y ajusta de acuerdo con las dimensiones del muro para garantizar una cobertura completa y uniforme.
- Las mallas de acero se fijan al muro utilizando anclajes mecánicos o pernos de expansión en intervalos regulares, lo que asegura que queden firmemente sujetas y eviten cualquier desplazamiento durante la aplicación del concreto proyectado.
- Se verifica que las mallas estén tensadas y adecuadamente posicionadas, evitando dobleces o deformaciones que puedan comprometer la calidad del refuerzo.

2. Aplicación de concreto proyectado:

- Se procede a proyectar una capa de concreto de alta resistencia sobre las mallas de acero, encapsulando completamente el muro original. El concreto se aplica utilizando un equipo especializado que garantiza una distribución homogénea y una adherencia eficaz entre la malla, el concreto y la mampostería.
- Se asegura que la capa de concreto proyectado tenga un espesor adecuado (generalmente entre 3 y 5 cm) para proporcionar la rigidez y resistencia



necesarias, considerando la magnitud de las cargas que el muro deberá soportar.

- Durante la aplicación, se monitorean las condiciones del concreto, evitando la formación de burbujas de aire o vacíos que podrían debilitar la estructura del refuerzo.

3. Curado del concreto:

- El concreto proyectado se somete a un proceso de curado controlado que garantiza que alcance su resistencia final y optimice su desempeño estructural. El curado se realiza mediante la aplicación de agua o compuestos químicos que aseguran una hidratación constante durante el tiempo necesario, que puede variar entre 7 y 28 días, dependiendo de las condiciones ambientales.
- Durante este proceso, se realizan inspecciones periódicas para asegurar la adecuada adherencia del concreto a las mallas de acero y a la superficie del muro, evitando fisuras o desintegraciones prematuras.

Beneficios esperados:

- Se espera un incremento del 50% en la capacidad de compresión de los muros reforzados, lo que permitirá que soporten mayores cargas verticales y mejoren su desempeño ante fuerzas gravitacionales.
- La resistencia a las fuerzas laterales, como las generadas durante un sismo, aumentará significativamente, reduciendo el riesgo de colapso y garantizando una mayor seguridad estructural para el edificio.

- Esta técnica de encamisado no solo mejora la resistencia y rigidez de los muros, sino que también prolonga la vida útil de la estructura, minimizando la necesidad de futuras intervenciones y contribuyendo a la seguridad y estabilidad del edificio a largo plazo.

Tabla 14

Resumen de refuerzos para muros

Columna	Técnica Aplicada	Materiales Utilizados	Procedimiento de Ejecución	Beneficios Esperados
Muros	Revestimiento estructural utilizando mallas de acero reforzado y la aplicación de concreto proyectado.	-Rejillas de acero galvanizado para refuerzo -Aplicación de concreto proyectado para mayor resistencia.	1. Instalación de mallas de acero en ambos lados de la estructura del muro 2. Aplicación de concreto proyectado para encapsular y reforzar el muro en su totalidad.	Aumento del 50% en la capacidad para soportar cargas axiales, así como en la resistencia frente a fuerzas laterales.

4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Zarate, 2024), se analizó la vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares en el asentamiento humano Nuestra Señora de Cocharas utilizando la metodología FEMA 154. Los hallazgos principales fueron los siguientes: El análisis mostró que el 33 % de las viviendas presentaron una clasificación de vulnerabilidad baja, el 20.83 % media y el 29.17 % alta. Este último aspecto es especialmente relevante, ya que la probabilidad de falla de estas viviendas osciló entre el 6.31 % y el 7.94 %. En cuanto a la clasificación de suelos, se determinó que el 83.33 % de las viviendas se encuentran sobre un tipo de suelo D (rígido), mientras que el 16.67 % están sobre un tipo de suelo F (pobre). La estimación del riesgo de caídas mostró que el 50 % de los factores que contribuyen a la vulnerabilidad sísmica están relacionados con parapetos, y un 4.17 % se debe a

parapetos con postes de luz y barandas. Por último, se identificó que el sistema estructural más común en la zona de estudio fue el "concreto reforzado y relleno con muros de mampostería," representando el 50 % de las muestras analizadas, mientras que los "edificios con pórticos de concreto" constituyeron el 33.33 %. Este resumen proporciona una visión clara y concisa de los resultados obtenidos en el estudio sobre la vulnerabilidad sísmica en la zona evaluada.

En el estudio de (Romaní & Villaca, 2023), se evaluó la vulnerabilidad sísmica de una institución educativa utilizando el método FEMA 154. Los resultados finales de la evaluación en los pabellones A, B, C, D y E arrojaron puntajes "S" de 0.9 en cada uno, lo que indica que son menores a 2 y, por lo tanto, requieren una evaluación más detallada debido a su susceptibilidad a los fenómenos sísmicos. El método FEMA 154 permitió realizar una evaluación visual rápida de la edificación sin necesidad de software o cálculos estructurales, lo que lo hace un enfoque cualitativo de fácil aplicación. En la inspección visual, se identificaron las siguientes patologías presentes en la edificación:

- Desprendimientos de concreto en los muros.
- Fisuras en el concreto de las escaleras.
- Fisuras transversales en el concreto.
- Fisuras transversales recubiertas en el concreto.

A pesar de la presencia de estas patologías, el estado de conservación de las estructuras se consideró BUENO, ya que las fisuras y desprendimientos no son de gran magnitud ni afectan la habitabilidad del edificio.

En el estudio de (Quispe & Mamani, 2021), se llevó a cabo una evaluación sísmica visual utilizando el método FEMA 154 en los pabellones del Campus Capanique 1 de la Universidad Privada de Tacna. Los resultados obtenidos mostraron que los puntajes de vulnerabilidad sísmica (S) para los pabellones A, B, C, F y G fueron de 1.3, 1.3, 0.9, 1.3 y



0.8 respectivamente. Dado que estos valores son menores a 2, se concluye que la edificación presenta vulnerabilidad ante eventos sísmicos y requiere una evaluación más detallada. La aplicación del método FEMA 154 permitió una evaluación cualitativa sin necesidad de realizar cálculos estructurales, ya que su enfoque es de fácil aplicación y se basa en la inspección visual. Durante la evaluación, se identificaron las siguientes patologías en la edificación: desprendimiento de concreto en los muros, presencia de sales y humedad en distintas dimensiones, deformación del concreto de la escalera con anclaje de la baranda metálica y fisuración en el parapeto. A pesar de estas observaciones, las patologías no presentan una magnitud considerable y no afectan la habitabilidad de la estructura, calificando su estado de conservación como BUENO.

En nuestro estudio se realizó una evaluación sísmica del Colegio Pedro Vilca Apaza, donde se identificaron diversos daños estructurales en columnas, losas, vigas y muros. Durante la inspección, se observaron fisuras, grietas y corrosiones, las cuales indican un deterioro progresivo en estos elementos estructurales. La evaluación se llevó a cabo utilizando el método FEMA 154, que es una herramienta cualitativa para la identificación rápida de vulnerabilidad sísmica en edificaciones.

Los resultados del análisis indicaron que los pabellones del colegio presentan una probabilidad de vulnerabilidad del 6.30% frente a un evento sísmico. Este porcentaje refleja un riesgo moderado y sugiere la necesidad de intervenciones preventivas para garantizar la seguridad de la infraestructura. Además, la presencia de fisuras y corrosiones evidencia la necesidad de realizar una inspección detallada y posiblemente reforzar las áreas afectadas, ya que estas patologías pueden afectar la integridad estructural del edificio en caso de un sismo de mayor magnitud. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo una



evaluación más exhaustiva y un plan de mantenimiento que permita reducir los riesgos y mejorar la resistencia de la edificación ante futuros eventos sísmicos.



CONCLUSIONES

C1- La evaluación de los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilca Apaza reveló la presencia de fisuraciones, agrietamientos y desprendimientos con diferentes grados de intensidad, que van desde leves y moderados hasta altos. Estos hallazgos indican un deterioro estructural variable puede comprometer la integridad y seguridad del edificio, especialmente en caso de un evento sísmico.

C2- El análisis de la resistencia de los elementos estructurales se realizó mediante la prueba de esclerometría. Los resultados mostraron que las columnas analizadas presentaron una resistencia que oscila entre 280 kg/cm² y 287 kg/cm². En el caso de las vigas, se observaron resistencias en un rango de 234 kg/cm² a 242 kg/cm², mientras que las losas mostraron resistencias que varían entre 231 kg/cm² y 239 kg/cm².

C3- La evaluación sísmica se llevó a cabo utilizando las fichas de análisis del método FEMA 154 en los pabellones A, B, C y D. Los resultados indicaron que ninguno de estos pabellones presentó irregularidades en altura ni en planta, obteniendo un puntaje sísmico de 1.1. Asimismo, se determinó que la probabilidad de falla para los cuatro pabellones es del 6.30%, lo que sugiere un nivel moderado de vulnerabilidad ante eventos sísmicos.

C4- El diseño de la propuesta para la mejora de los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilca Apaza incluyó la aplicación de técnicas como el encamisado con láminas y mallas de acero, así como el uso de fibras de carbono. Estas intervenciones están orientadas a asegurar un incremento significativo en la capacidad estructural del edificio, fortaleciendo su resistencia ante posibles eventos sísmicos.



RECOMENDACIONES

R1- Se sugiere llevar a cabo un diagnóstico exhaustivo de las patologías presentes en los elementos estructurales de todo el colegio militar, con el propósito de evaluar el grado de afectación y determinar la necesidad de realizar trabajos de mantenimiento. Esto permitirá prevenir posibles desastres en caso de un futuro evento sísmico.

R2- Se aconseja llevar a cabo la prueba de extracción con diamantina, ya que este método proporciona resultados más precisos en la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en los elementos estructurales.

R3- Se recomienda llevar a cabo un estudio de vulnerabilidad sísmica utilizando distintos métodos apropiados, con el objetivo de determinar el nivel de vulnerabilidad de las estructuras y compararlo con los resultados obtenidos por los métodos previamente empleados. Esto permitirá obtener una evaluación más precisa y una calificación más exacta de las estructuras existentes.

R4- Se sugiere implementar un refuerzo estructural en los elementos evaluados durante esta investigación o proceder con un mantenimiento y/o rehabilitación de los dos pabellones, dado que ambas edificaciones superan los 50 años de antigüedad y han alcanzado el final de su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo Román, A. A. (2022). Vulnerabilidad sísmica del colegio de bachillerato Jambelí en Santa Rosa aplicando la metodología fema p-154 y normativa ecuatoriana de construcción. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18601>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). Metodología de la Investigación. Grupo Editorial Patria.
- Cunalata, F., Caiza, P., Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. *Revista Politécnica*, 50(1), 55-64. <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>
- De La Barra Tuesta, P. L., & Lopez Otero, R. (2022). Vulnerabilidad sísmica mediante los métodos FEMA 154 e Hirosawa en el pabellón "A" de la UCV sede Tarapoto – San Martín 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111481>
- Del Carpio Velásquez, R. S., & Huamán Rufasto, B. A. (2024). Vulnerabilidad sísmica de edificios con más de 70 años de vida útil en el Centro Histórico de Lima mediante la metodología FEMA 154. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/674477>
- Falera Atanacio, N. E. (2020). Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos fema 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en el sector San Luis, Distrito de Amarilis – Huánuco – 2018. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6066>
- Galdos Tutucayo, R. O. (2022). Evaluación y refuerzo estructural de los pabellones A Y B de la I.E.P. 70550- Los Libertadores, Juliaca-Puno 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94390>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis [Text.Chapter]. Instituto Universitario



de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.

<https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>

Hanco Pilco, E., & Ticona Gomez, R. (2023). Creación del Instituto de Educación

Superior Tecnológico Público "Pedro Vilcapaza", distrito de San Miguel—Provincia de San Román—Departamento de Puno. Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110232>

Iglesias, M. E. (2021). Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos. Noveduc.

Jibaja Lupaca, G. F. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando la

metodología FEMA 154 en el Pabellón de Administración de la UNAM Moquegua 2021. Universidad Continental.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13887>

Larico Uturnco, A. (2022). Evaluación sísmica aplicando métodos convencionales en la

I.E.S Agropecuaria del C.P. de Chocco, distrito de Chupa, Puno-2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91799>

Ludeña Guaicha, G. F. (2017). Estudio de vulnerabilidad sísmica del colegio 9 de octubre aplicando la norma ecuatoriana de construcción mediante metodología fema 154.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11080>

Machaca Vilca, J. D. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de

reforzamiento en la Institución Educativa 70558 José Joaquín Inclán – San Isidro / Juliaca, 2020. Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60973>

Marcillo-Merino, G. L., & Autores, V. (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica mediante la aplicación del método fema en la Capilla Nuestra Sra. Virgen De Lourdes.

Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249., 6(12 Ed. esp.), Article 12 Ed. esp.

<https://doi.org/10.46296/ig.v6i12edespag.0110>



- Pacho Cruz, Á. P. (2020). Vulnerabilidad sísmica de la Unidad Educativa Dr. Manuel A. González aplicando la metodología fema 154 y Normativa Ecuatoriana de Construcción. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15442>
- Peñaloza Condori, R. R. (2021). Análisis estático incremental para estimar el desempeño sísmico de la "Institución Educativa G.U.E. San Carlos" Puno. Universidad Privada de Tacna. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1824>
- Pizarro, N. F., Tornello, M. E., Agüera, N. D., & Gioacchini, G. (2021). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS EDUCACIONALES. COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS CUALITATIVOS. CASOS DE ESTUDIO. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, 26(3), Article 3. <https://doi.org/10.24133/riie.v26i3.2338>
- Quispe Chipana, G. L., & Mamani Gallegos, J. E. (2021). Evaluación sísmica visual rápida por el método Fema 154 de los pabellones del Campus Capanique 1 de la Universidad Privada de Tacna, 2021. Universidad Privada de Tacna. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2108>
- Rodriguez, Y. (2020). Metodología de la investigación. Klik.
- Rojas Aguilar, G. F. (2021). Evaluación de los métodos cualitativos de vulnerabilidad sísmica en el Colegio San Juan Bosco de la Ciudad de Puno-2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62410>
- Romaní Espillico, J. J. P., & Villaca Paco, D. P. (2023). Evaluación sísmica visual rápida por el método FEMA 154 de la Institución Educativa Enrique Paillardelle, Tacna, 2023. Repositorio Institucional - UPT. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3552>
- Saraguro Pin, R. E. (2021). Vulnerabilidad sísmica de la unidad educativa Juan Montalvo aplicando metodología fema p-154 y normativa ecuatoriana de construcción. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17841>
- Soto Raico, E. E. (2018). Comparación de los métodos: Fema 154, hirosawa y demanda - resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – Baños del Inca.



Terrazos Molina, R. J. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante métodos convencionales en la parroquia Santísima Trinidad de Tingo—Arequipa—2022.

Repositorio Institucional - UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/102974>

Trujillo Sanchez, L. M. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos fema 154 e italiano a fin de reducir el riesgo sísmico en Huánuco, Distrito de Huánuco – Provincia y Departamento de Huánuco – 2019.

<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7083>

Villanueva, F. (2022). Metodología de la investigación. Klik.

Zarate Canal, E. L. (2024). Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares mediante el FEMA 154 en el AA.HH. Nuestra Señora de Cocharcas en la ciudad de Huancayo. Universidad Peruana Los Andes.

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/7751>



ANEXO



TÍTULO DE TESIS: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

2024

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica mediante la agencia federal para el manejo de emergencias en el colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel 2024?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante la agencia federal para el manejo de emergencias en el Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de san miguel 2024.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El estado actual de la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel presenta un nivel de deterioro significativo, evidenciando condiciones deficientes que afectan su capacidad para resistir eventos sísmicos.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Vulnerabilidad sísmica.</p> <p>Dimensiones: <i>Estructural.</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Colegio Pedro Vilcapaza.</p> <p>Dimensiones: <i>Infraestructura educativa.</i></p>	<p>- Inspección técnica - Evaluación mediante el método FEMA 154.</p> <p>- Inspección ocular - Análisis documental - Fichas de observación - Planos estructurales.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué condiciones se encuentra actualmente la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel?</p> <p>¿Qué nivel de resistencia presentan los principales elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, evaluados mediante la prueba de esclerometría, en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es el desempeño sísmico-estructural del colegio Pedro Vilcapaza Alarcón según la evaluación realizada con las fichas FEMA 156, en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Qué alternativas de reforzamiento se proponen para los elementos estructurales del colegio Pedro Vilcapaza Alarcón en el distrito de San Miguel?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el estado actual de la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel.</p> <p>Evaluar el nivel de resistencia de los principales elementos estructurales mediante la prueba de esclerometría en el Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, en el distrito de San Miguel.</p> <p>Analizar el desempeño sísmico-estructural del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón a través de la evaluación realizada con las fichas FEMA 156, en el distrito de San Miguel.</p> <p>Proponer alternativas de reforzamiento para los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, basadas en los resultados obtenidos de la evaluación.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El estado actual de la estructura del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón del distrito de San Miguel presentara un nivel de deterioro significativo, evidenciando condiciones deficientes que afectan su capacidad para resistir eventos sísmicos.</p> <p>La resistencia de los principales elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, evaluada mediante la prueba de esclerometría, se encontrará por debajo de los valores de diseño requeridos, indicando un potencial riesgo estructural.</p> <p>El nivel de desempeño sísmico-estructural del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón, analizado a través de las fichas FEMA 156, se clasificará en el nivel moderado que significa que, si bien la estructura podría evitar el colapso total durante un sismo, existe una alta probabilidad de sufrir daños considerables.</p> <p>La alternativa más efectiva para el reforzamiento de los elementos estructurales del Colegio Pedro Vilcapaza Alarcón será la implementación de refuerzos con fibra de carbono, lo cual proporcionará una mejora significativa en la capacidad estructural</p>		



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339.181 - ASTM C 805)

Tema: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

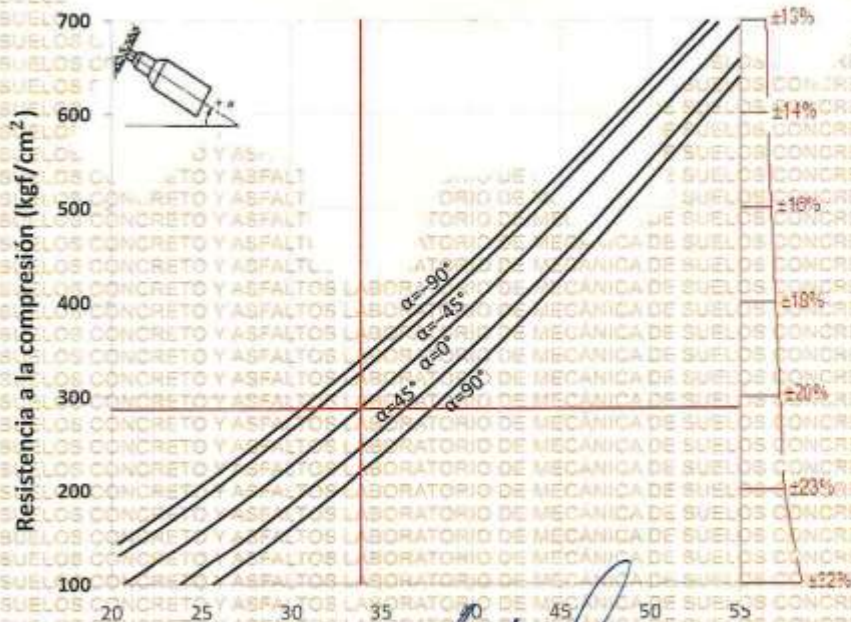
SOLICITANTE: BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA: Columna estructural 1

DISEÑO: Kg/Cm²

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	0°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Columna 1	
1	33	0.90
2	33	0.90
3	35	-1.10
4	34	-0.10
5	33	0.90
6	35	-1.10
7	34	-0.10
8	33	0.90
9	34	-0.10
10	35	-1.10
PROMEDIO	33.90	
IE CORREGIDO (xFC)	0.204	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	287	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
M. Sc. Ing. Arayaldo Yana Torres
FIP 002257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

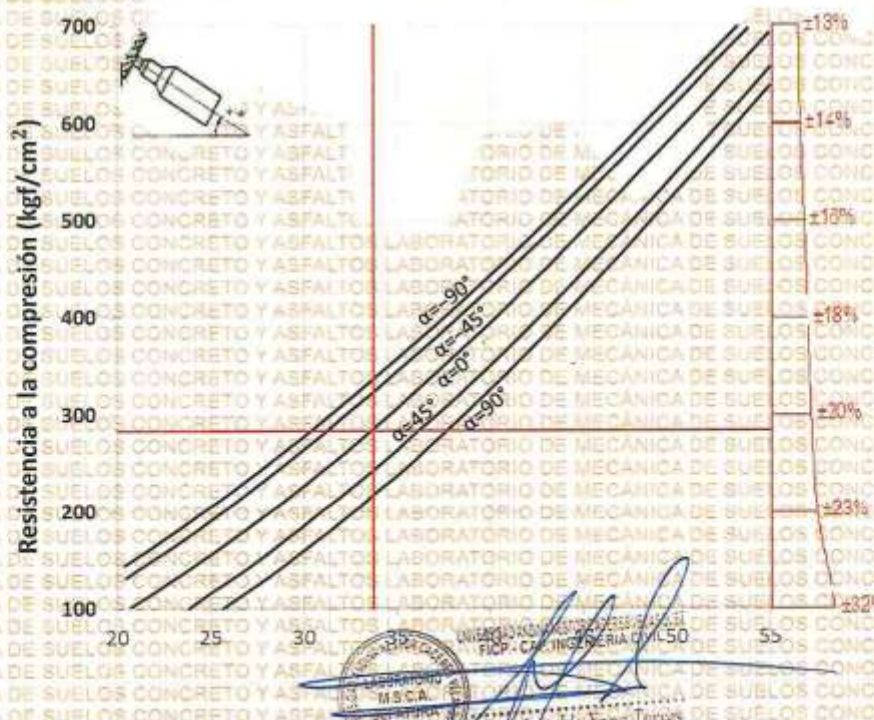
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Columna estructural 2

DISEÑO : Kg/Cm2

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	0°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Columna 2	
1	33	0.70
2	34	-0.30
3	35	-1.30
4	33	0.70
5	32	1.70
6	34	-0.30
7	33	0.70
8	35	-1.30
9	34	-0.30
10	34	-0.30
PROMEDIO	33.70	
IE CORREGIDO (xFC)	0.205	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	283	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIENCIAS DE INGENIERÍA CIVIL 50
Msc. Arnoldo Yana Torres

BIE - 0018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA-ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

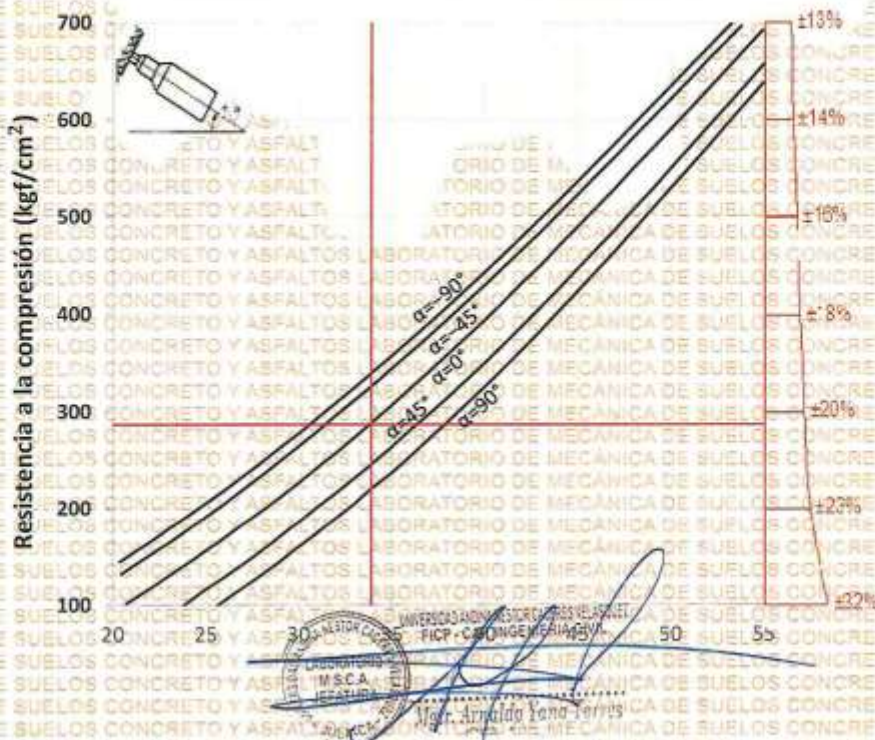
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Columna estructural 3

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		0°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Columna 3	
1	35	-1.10
2	33	0.90
3	34	-0.10
4	35	-1.10
5	34	-0.10
6	33	0.90
7	35	-1.10
8	33	0.90
9	34	-0.10
10	33	0.90
PROMEDIO		33.90
IE CORREGIDO (xFC)		0.204
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)		287



BIE - B018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



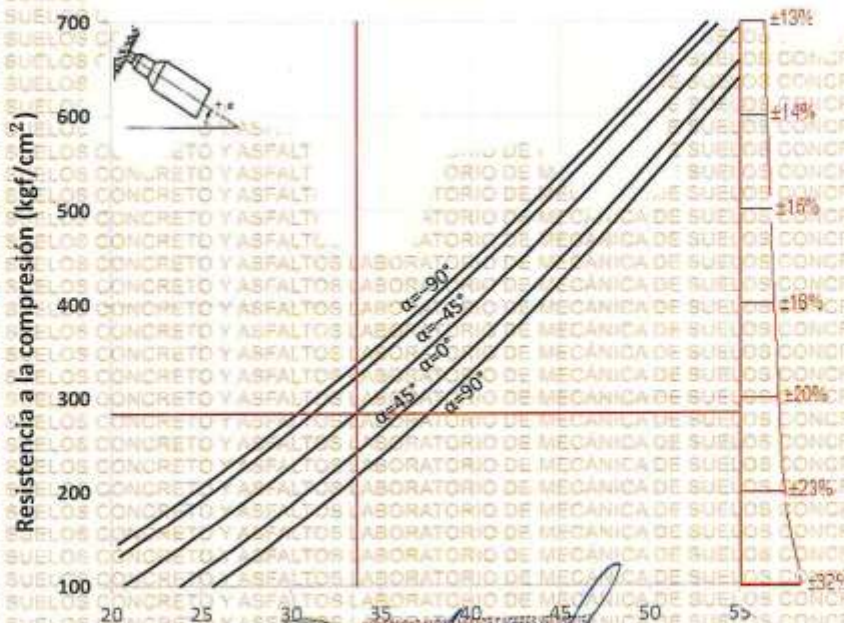
ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339.181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO
ZONA : Columna estructural 4
DISEÑO : Kg/Cm2
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		0°
PUNTOS		ELEMENTO ESTRUCTURAL
		Columna 4
1	34	-0.30
2	35	-1.30
3	33	0.70
4	32	1.70
5	34	-0.30
6	35	-1.30
7	33	0.70
8	34	-0.30
9	34	-0.30
10	33	0.70
PROMEDIO		33.70
IE CORREGIDO (xFC)		0.205
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)		283



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. EFATUNIA
Nº 103257
Nº 103257
Nº 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339.181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

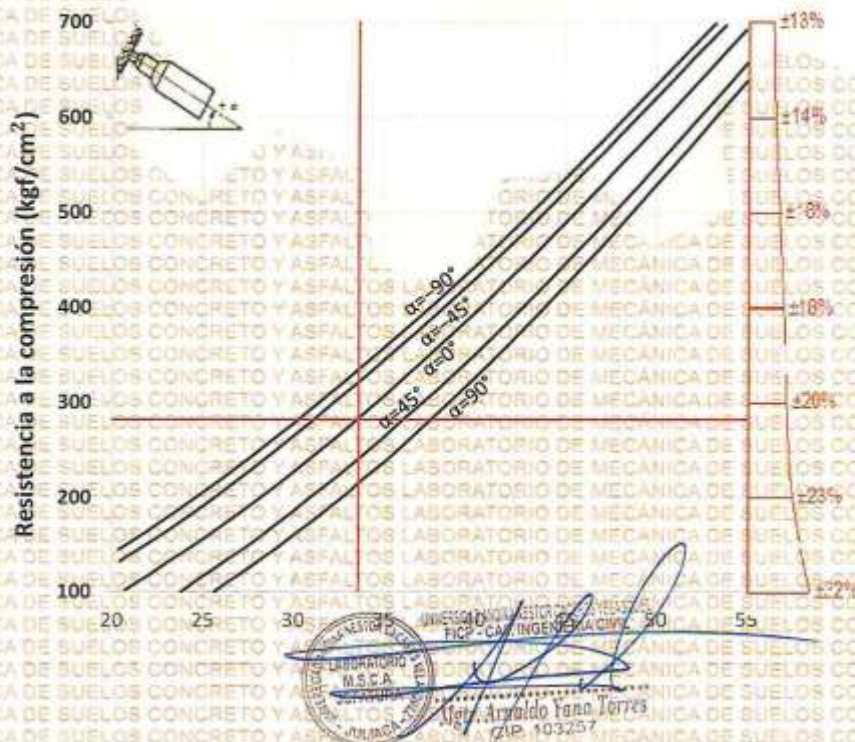
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Columna estructural 5

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
PUNTOS		ELEMENTO ESTRUCTURAL
		Columna 5
1	33	0.60
2	34	-0.40
3	34	-0.40
4	34	-0.40
5	32	1.60
6	35	-1.40
7	34	-0.40
8	33	0.60
9	33	0.60
10	34	-0.40
PROMEDIO		33.60
IE CORREGIDO (xFC)		0.205
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)		282





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

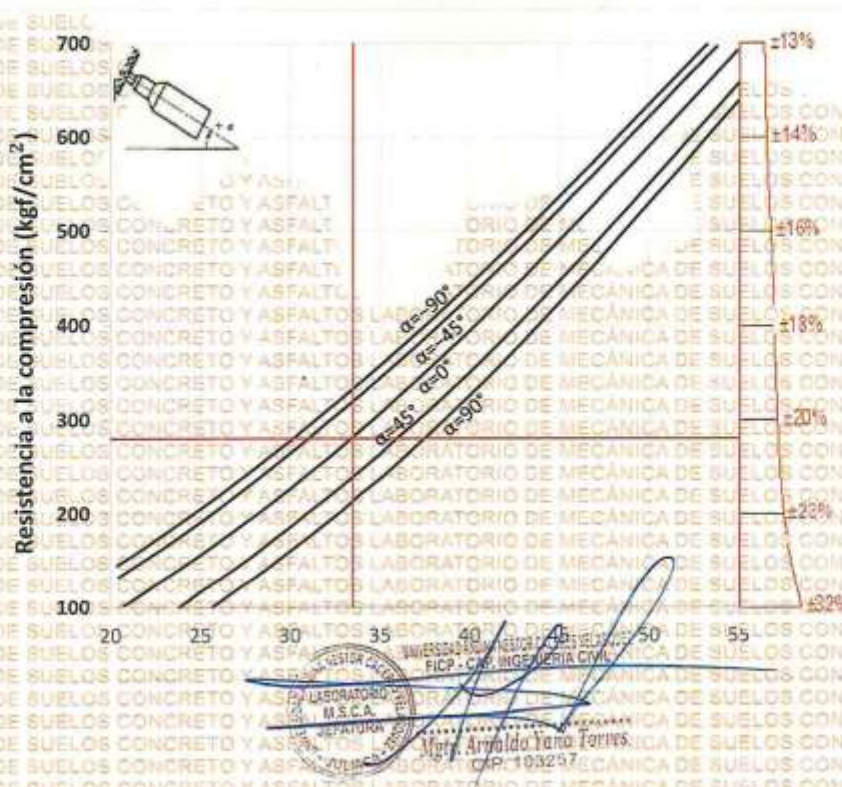
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Columna estructural 6

DISEÑO : Kg/Cm2

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo
	0°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL
	Columna 6
1	34
2	34
3	32
4	35
5	34
6	32
7	33
8	34
9	33
10	34
PROMEDIO	33.50
IE CORREGIDO (xFC)	0.206
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	280





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP-339.181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

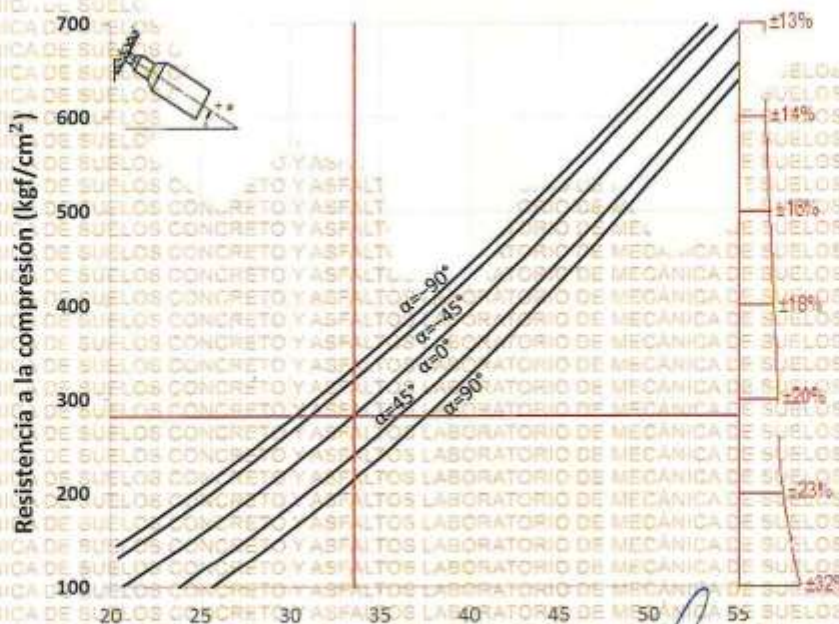
ZONA : Columna estructural 7

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo
	0°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL
	Columna 7
1	32
2	34
3	35
4	33
5	34
6	35
7	33
8	33
9	34
10	33
PROMEDIO	33.60
IE CORREGIDO (xFC)	0.205
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	282

1.60
-0.40
-1.40
0.60
-0.40
-1.40
0.60
0.60
-0.40
0.60
-0.40



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C. [Signature]
 Hija: Arnaldo Zana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

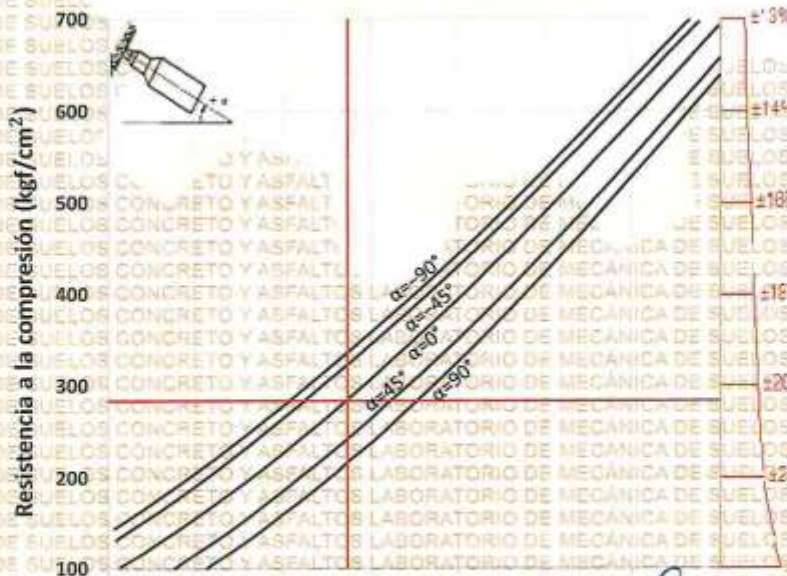
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Columna estructural 8

DISEÑO : Kg/Cm2

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		0°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
		Columna 8
1	32	1.70
2	34	-0.30
3	33	0.70
4	35	-1.30
5	33	0.70
6	35	-1.30
7	34	-0.30
8	33	0.70
9	34	-0.30
10	34	-0.30
PROMEDIO	33.70	
IE CORREGIDO (xFC)	0.205	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	283	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - DEP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A. (Especialista)
Mgtr. Arnulfo Yana Torres

RIE - B018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM D 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

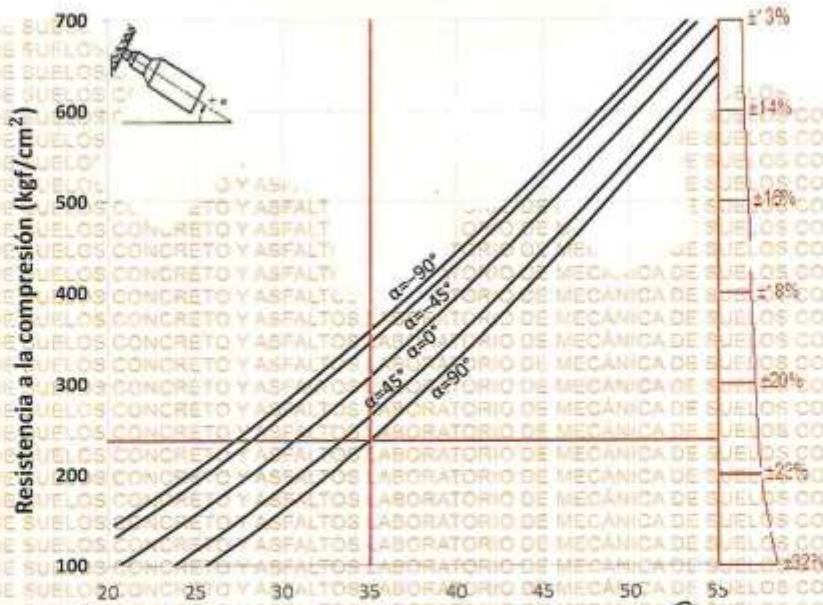
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Viga estructural 1

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 1	
1	35	0.10
2	36	-0.90
3	34	1.10
4	35	0.10
5	36	-0.90
6	35	0.10
7	34	1.10
8	35	0.10
9	36	-0.90
10	35	0.10
PROMEDIO	35.10	
IE CORREGIDO (xFC)	0.219	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	237	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
E.I.C.B. - CARR. IMPERIAL - C.M.H.
Mgtr. Arnaldo Yama Torres
C.I.P. 107279

BIE : B018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

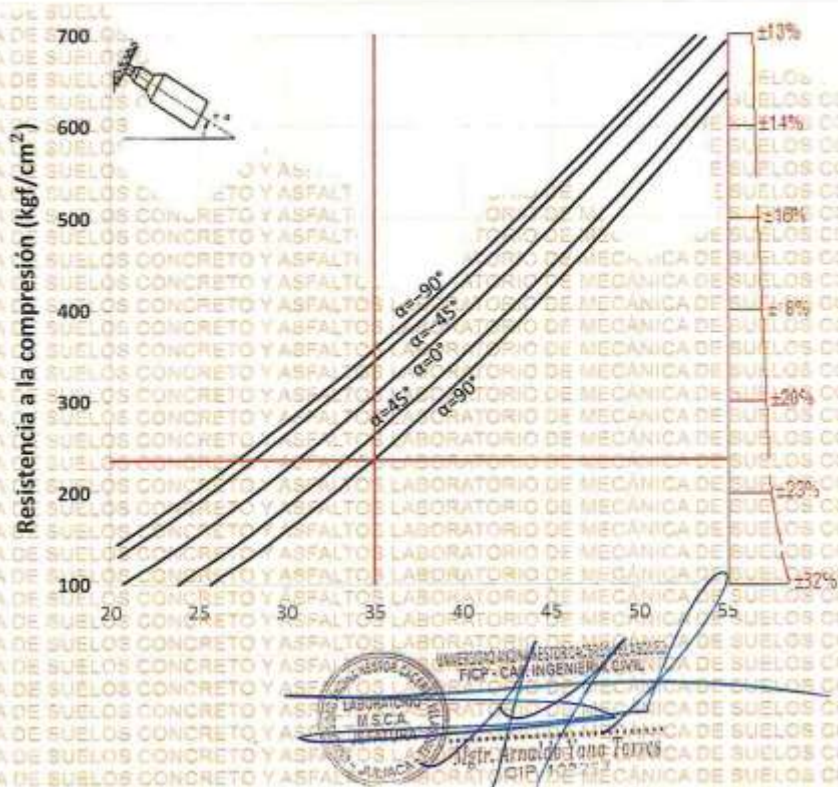


ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024.
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO
ZONA : Viga estructural 2
DISEÑO : Kg/Cm2
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 2	
1	35	0.00
2	34	1.00
3	35	0.00
4	35	0.00
5	36	-1.00
6	34	1.00
7	36	-1.00
8	34	1.00
9	35	0.00
10	36	-1.00
PROMEDIO	35.00	
IE CORREGIDO (xFC)	0.219	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	236	





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

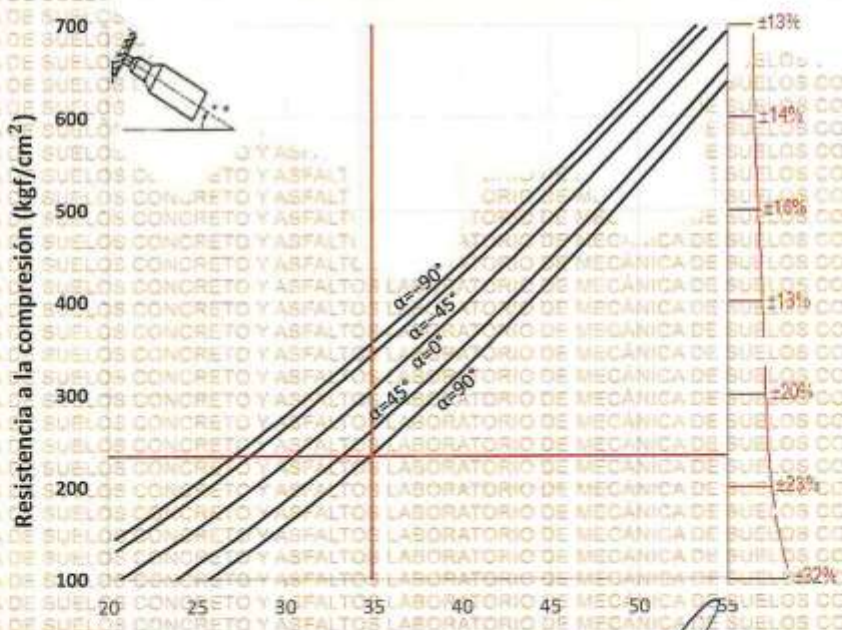
ZONA : Viga estructural 3

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo
	90°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL
	Viga 3
1	36
2	35
3	34
4	35
5	35
6	36
7	34
8	35
9	34
10	35
PROMEDIO	34.90
IE CORREGIDO (xFC)	0.220
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	234

-1.10
-0.10
0.90
-0.10
-0.10
-1.10
0.90
-0.10
0.90
-0.10



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

BIE: 6018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

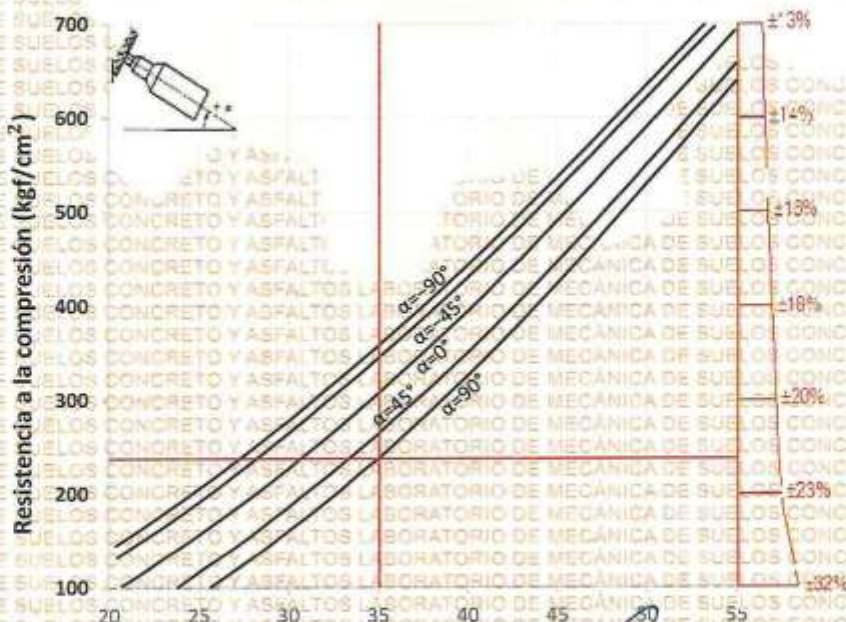
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Viga estructural 4

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 4	
1	34	1.10
2	35	0.10
3	36	-0.90
4	35	0.10
5	36	-0.90
6	34	1.10
7	36	-0.90
8	35	0.10
9	35	0.10
10	35	0.10
PROMEDIO	35.10	
IE CORREGIDO (xFC)	0.219	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	237	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
M.S.C.A.
Ing. Carlos Yara Torres

BIE-2018-00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

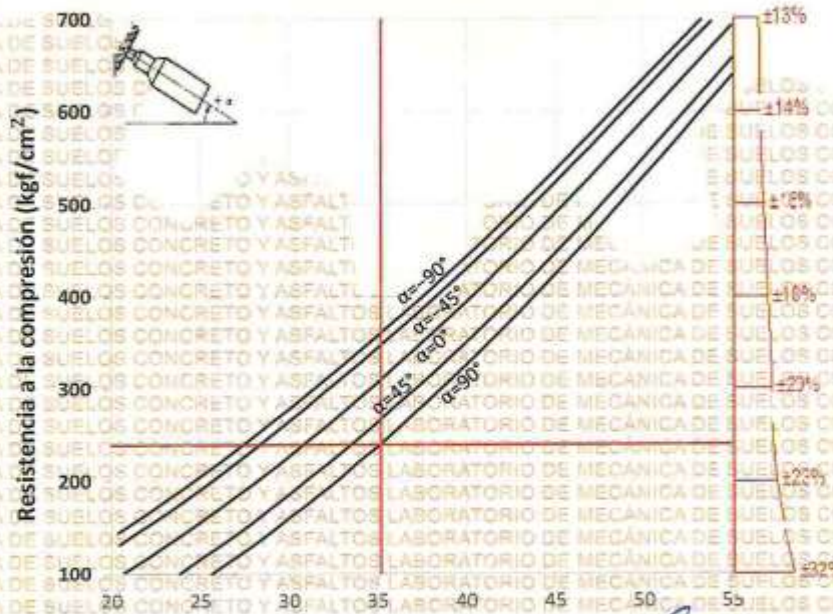
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Viga estructural 5

DISÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		90°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 5	
1	36	-0.80
2	35	0.20
3	34	1.20
4	35	0.20
5	36	-0.80
6	35	0.20
7	34	1.20
8	36	-0.80
9	35	0.20
10	36	-0.80
PROMEDIO		35.20
IE CORREGIDO (xFC)		0.218
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)		239



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
M. SCA.
Miguel Ángel Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLEROMETRO

(INTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

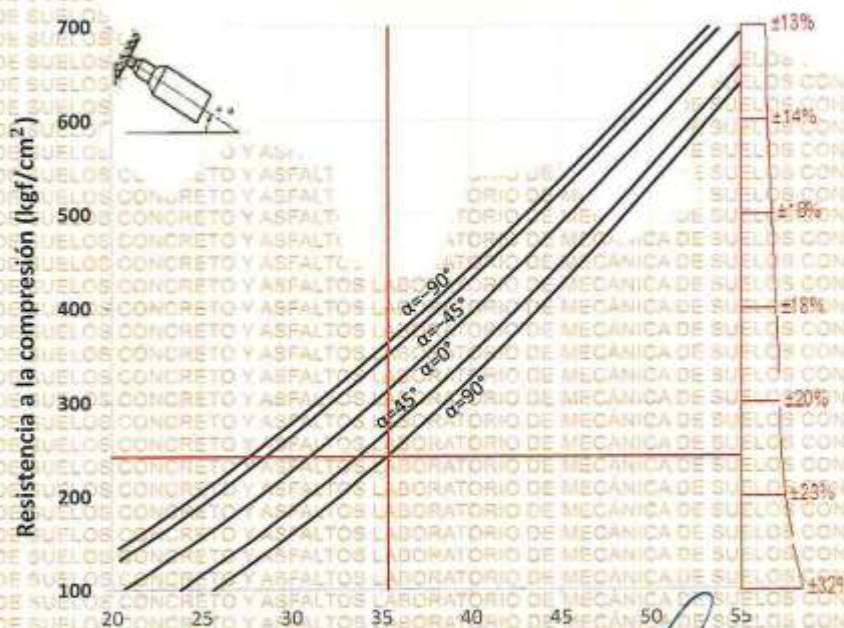
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Viga estructural 5

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 25 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 6	
1	35	0.40
2	37	-1.60
3	36	-0.60
4	35	0.40
5	36	-0.60
6	35	0.40
7	36	-0.60
8	35	0.40
9	34	1.40
10	35	0.40
PROMEDIO	35.40	
IE CORREGIDO (xFC)	0.217	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	242	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C.A. [Signature]
 UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

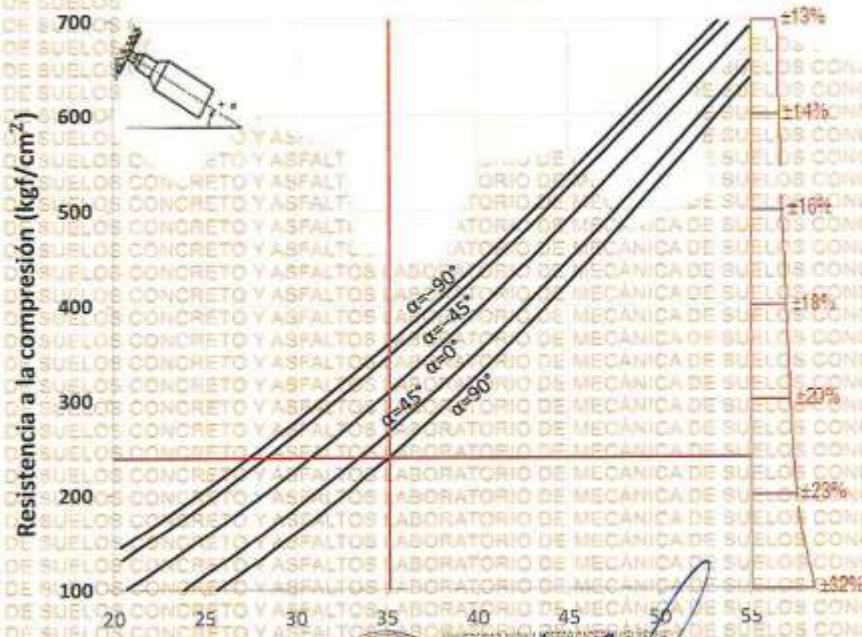
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Viga estructural 7

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 7	
1	36	-0.80
2	35	0.20
3	36	-0.80
4	35	0.20
5	34	1.20
6	35	0.20
7	35	0.20
8	36	-0.80
9	35	0.20
10	35	0.20
PROMEDIO	35.20	
IE CORREGIDO (xFC)	0.218	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	239	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL
Mestr. Arnaldo Yana Torres

DIC. 0016 00002425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

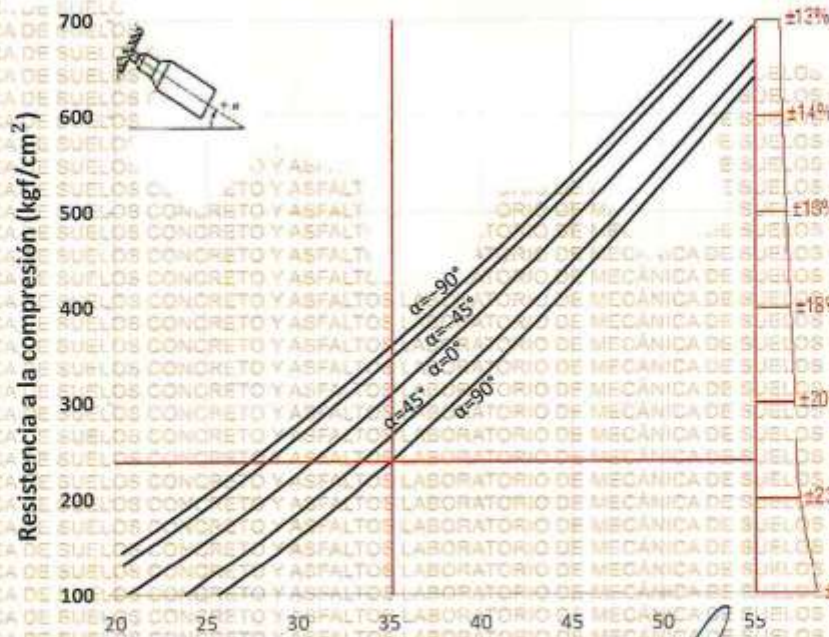
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Viga estructural 8

DISEÑO : Kg/Cm2

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 8	
1	34	1.20
2	35	0.20
3	36	-0.80
4	36	-0.80
5	34	1.20
6	35	0.20
7	36	-0.80
8	35	0.20
9	36	-0.80
10	35	0.20
PROMEDIO	35.20	
IE CORREGIDO (xFC)	0.218	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	239	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 M.S.C. JEFATURA
 Miguel Ángel Torres
 C.I. 102757



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

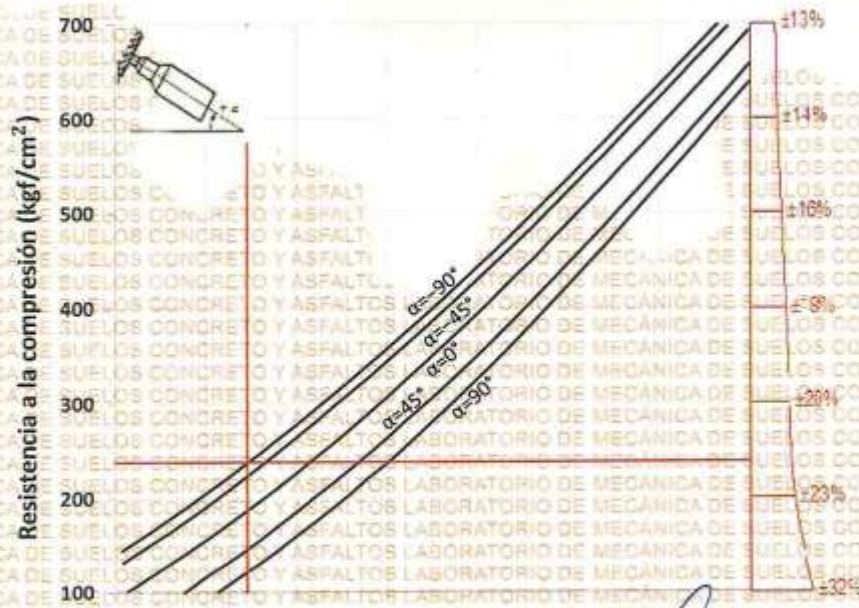
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 1

DISEÑO : Kg/Cm2

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		-90°
PUNTOS		ELEMENTO ESTRUCTURAL
		Losa 1
1	27	0.30
2	28	-0.70
3	29	-1.70
4	27	0.30
5	28	-0.70
6	28	-0.70
7	27	0.30
8	26	1.30
9	26	1.30
10	27	0.30
PROMEDIO		27.30
IE CORREGIDO (xFC)		0.219
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)		238



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 Msc. Arnoldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO (NTP 339, 181 - ASTM D 805)

Tema: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

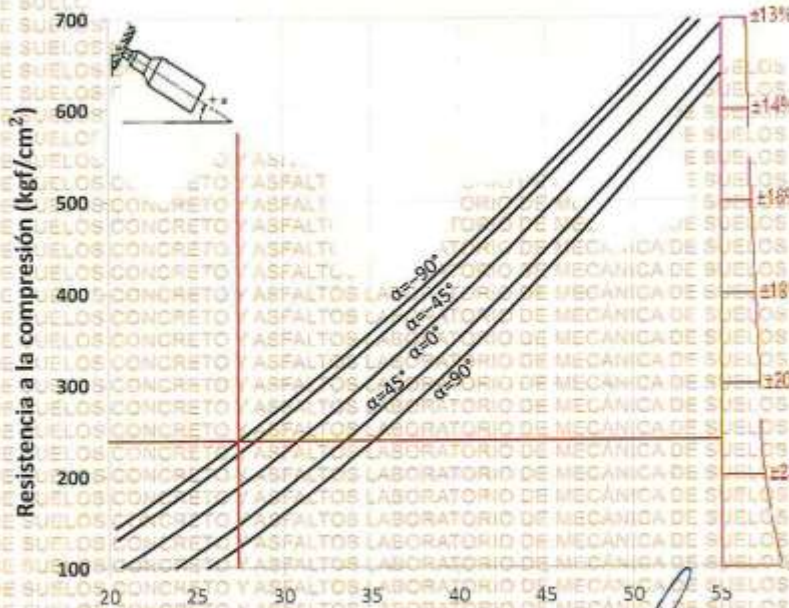
SOLICITANTE: BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA: Losa estructural 2

DISEÑO: Kg/Cm²

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
PUNTOS		ELEMENTO ESTRUCTURAL
		-90°
		Losa 2
1	27	0.40
2	28	-0.60
3	27	0.40
4	27	0.40
5	27	0.40
6	27	0.40
7	28	-0.60
8	28	-0.60
9	27	0.40
10	28	-0.60
PROMEDIO	27.40	
IE CORREGIDO (xFC)	0.218	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	239	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
J. PAREDES ANCCO
Ing. Ronaldo Iano Torres
26/08/2024

BIF: B018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

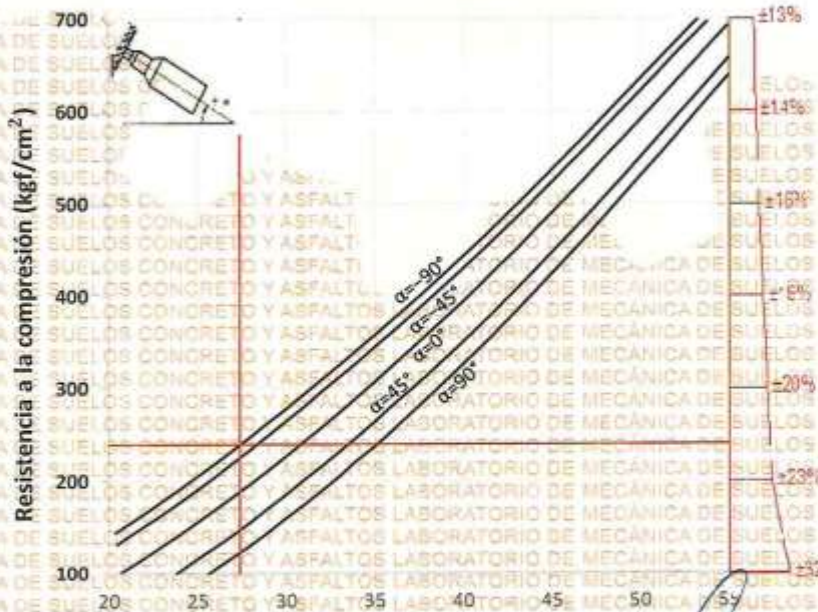
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 3

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	-90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Losa 3	
1	28	-0.60
2	27	0.40
3	26	1.40
4	28	-0.60
5	28	-0.60
6	27	0.40
7	28	-0.60
8	26	1.40
9	28	-0.60
10	28	-0.60
PROMEDIO	27.40	
IE CORREGIDO (x _{FC})	0.218	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	239	



Directorio Andino Néstor Cáceres Velásquez
 E.I.P.P. - C.A. INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A.
 Mtro. Arnelio Tana Torres
 C.P. 17727

BIE: B018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339.181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

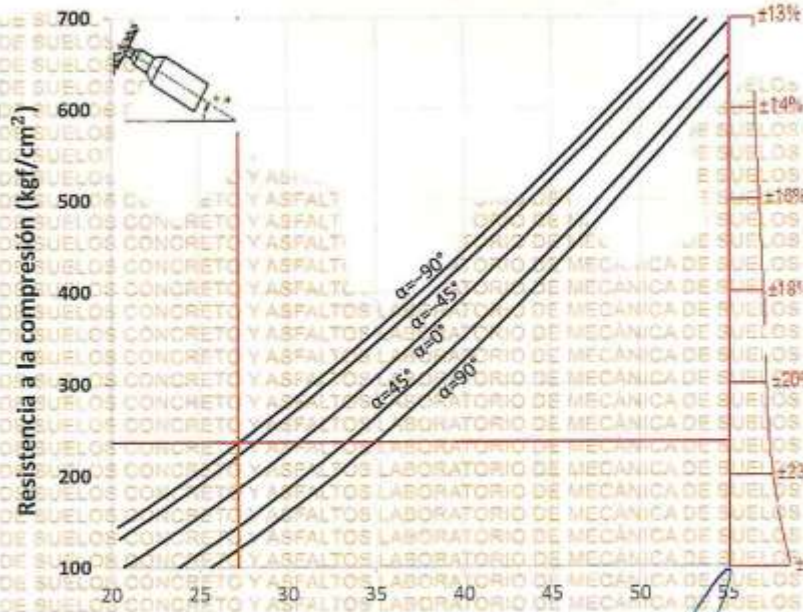
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 4

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		-90°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Losa 4	
1	27	0.20
2	27	0.20
3	28	-0.80
4	26	1.20
5	28	-0.80
6	27	0.20
7	28	-0.80
8	27	0.20
9	28	-0.80
10	26	1.20
PROMEDIO		27.20
IE CORREGIDO (x _{FC})		0.219
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)		237



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 Ing. Arnoldo J. Torres
 CIP 10325

BIF - B018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339.181 ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

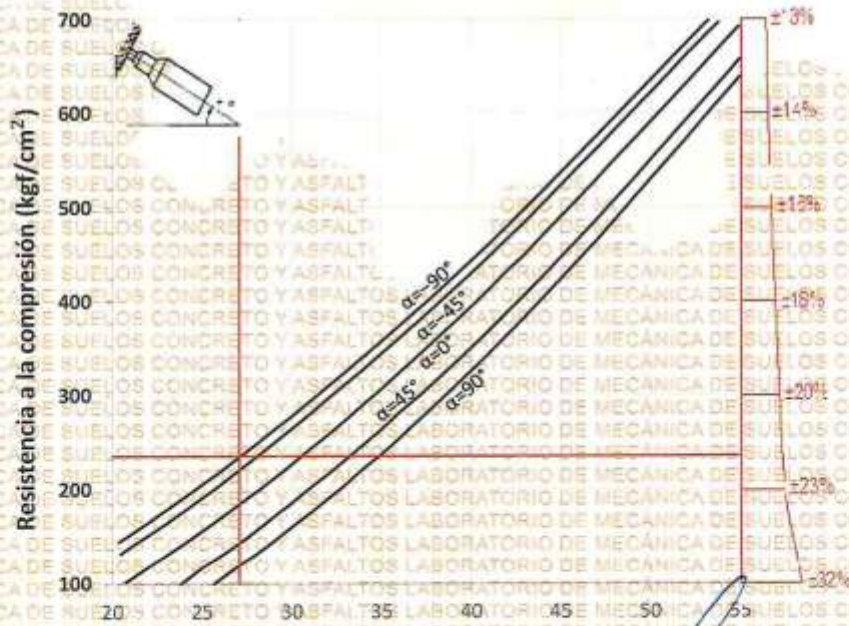
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 5

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	-90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Losa 5	
1	26	1.10
2	27	0.10
3	28	-0.90
4	27	0.10
5	28	-0.90
6	27	0.10
7	26	1.10
8	27	0.10
9	28	-0.90
10	27	0.10
PROMEDIO	27.10	
IE CORREGIDO (x _{FC})	0.219	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	235	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 UANCV
 Mtro. Arnaldo Yana Torres
 CP 101297



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

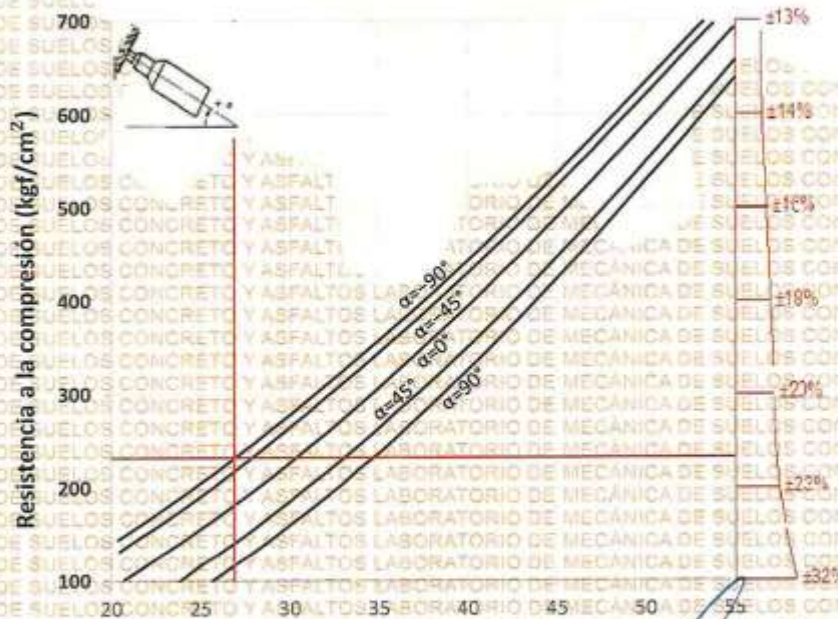
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 6

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA		Angulo
		-90°
PUNTOS		ELEMENTO ESTRUCTURAL
		Losa 6
1	28	-1.10
2	27	-0.10
3	26	0.90
4	28	-1.10
5	26	0.90
6	27	-0.10
7	27	-0.10
8	28	-1.10
9	26	0.90
10	26	0.90
PROMEDIO	26.90	
IE CORREGIDO (xFC)	0.220	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	232	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C. A. TORRES
Miguel Ángel Juan Torres
C.R. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

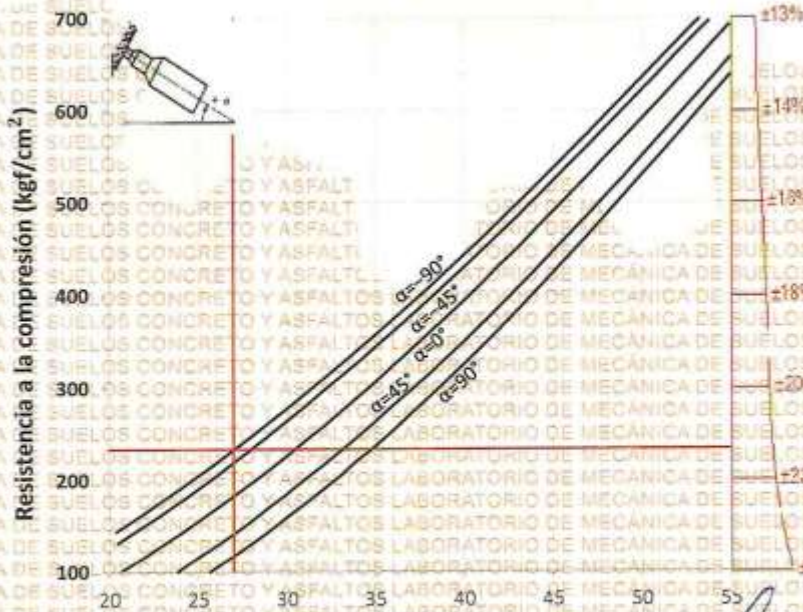
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 7

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	ELEMENTO ESTRUCTURAL
	-90°	
PUNTOS	Losa 7	
1	27	0.00
2	26	1.00
3	26	1.00
4	28	-1.00
5	28	-1.00
6	27	0.00
7	28	-1.00
8	26	1.00
9	27	0.00
10	27	0.00
PROMEDIO	27.00	
IE CORREGIDO (xFC)	0.220	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	234	



Mgtr. Arnoldo Yana Torres
CIP 103257

RIE - 0018 - 00092425



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM D 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

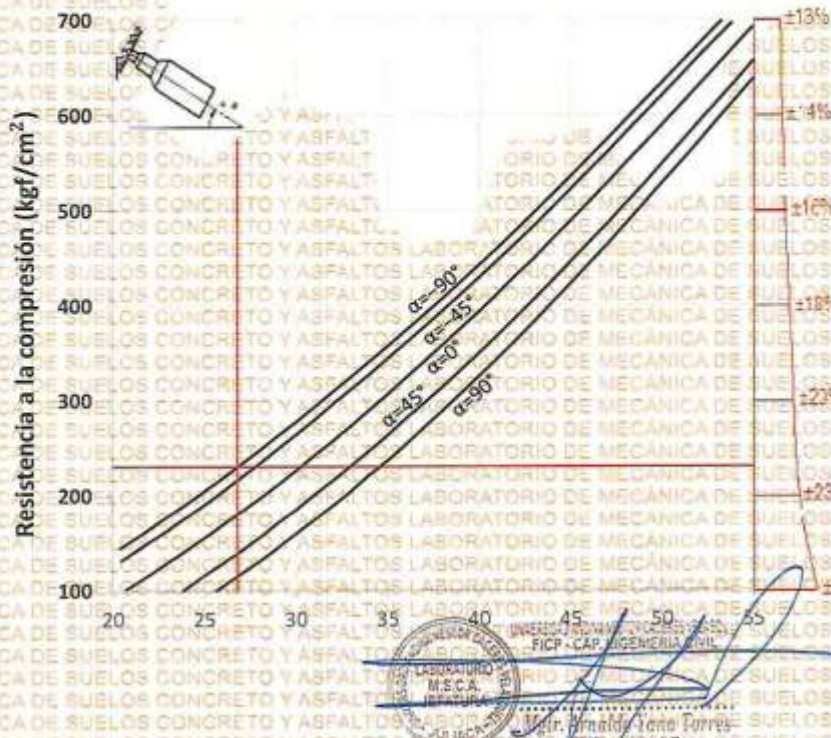
SOLICITANTE : BACHILLER CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO

ZONA : Losa estructural 8

DISEÑO : Kg/Cm²

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	-90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Losa 8	
1	28	-1.20
2	26	0.80
3	27	-0.20
4	26	0.80
5	27	-0.20
6	28	-1.20
7	26	0.80
8	26	0.80
9	27	-0.20
10	27	-0.20
PROMEDIO	26.80	
IE CORREGIDO (x _{FC})	0.221	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	231	



LABORATORIO M.E.C.A. INVESTIGACIONES
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Dr. Hernando Yano Torres



Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154

Moderadamente Alta sismicidad



PROYECTO:
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAFAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

DATOS DEL PROFESIONAL
Nombre del evaluador: Bach. CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO
Fecha: 27 de AGOSTO DEL 2024
Hora: 8:50 a. m.

DATOS CONSTRUCCIÓN
Número de Pisos: 3
Sobre el Suelo: -
Año de construcción: -
Código Año: -
Adiciones: Ninguna Si:

OCUPACION:
Almacén: Comercial: Servicio de Emergencia:
Industria: Oficina: Educación:
Utilidad: Almacén: Residencial:
Histórico: Albergue: Público:

TIPO DE SUELO:
A B C D E F SI DNK
Roca Dura Roca Débil Suelo Duro Suelo Medio Suelo Blando Suelo Pobre SI DNK (Especificar)

RIESGOS GEOLÓGICOS
Licuefacción: SI NO DNK Deslizamiento: SI NO DNK Ruptura de Superficie: SI NO DNK
Adyacencia: Golpes: Peligro de caída del Edificio Adyacente:

Irregularidades:
Elevación (Tipo/severidad): No presenta
Planta (Tipo): No presenta
Peligro de Caída Estilones: Chimeneas sin soporte lateral: Apéndices:
 Reves. Pesado o de chapas de madera pesada Pasapebas:
 Otros:

COMENTARIOS
Se muestra el pabellón de estado -EDIFICACION "A"
 Dibujos o comentarios en una página aparte

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 piso	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1
Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de	W1A	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2
Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un área de piso mayor a 500m ²	W2	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
Pórtico Acero Laminado (Pórtico Resistente a Momento)	S1	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1
Pórtico Acero Laminado con diagonales.	S2	Portico de H. Armado prefabricados	PC2
Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos	RM2
Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5	Edificios de Mampostería no reforzada	URM
		Vivienda prefabricada	MH

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

PARAMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE OFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
PUNTAJE BÁSICO	4.1	3.7	3.2	2.3	2.20	2.3	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
IRREGULARIDADES																	
Irregularidad vertical Grave, VLT	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1	-1.2	-1	-0.9	-1	-1.1	-0.8	-1	-0.9	-1	-1	-0.8	NA
Irregularidad vertical Moderada, VLT	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	NA
Irregularidad en planta, PLT	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2015)	1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
SUELO																	
Suelo Tipo A o B)	0.3	0.6	0.9	0.6	0.9	0.3	0.9	0.9	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo Tipo E (1-3Piso)	0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0	-0.4	-0.5	-0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje Mínimo	1.8	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4
PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1 > 5MIN	1.1																

GRADO DE REVISIÓN

Exterior: Parcial Todos los Lados Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

Interior: Ninguno Visible Completo

Planos revisados: Si No

Fuente del Tipo de suelo: _____

Fuente del Peligro Geológico: _____

Personas de Contacto: _____

Celular: _____

Correo: _____

ACCIÓN REQUERIDA:

Requiere evaluación estructural detallada?

Si, tipo de edificio FEMA asociado a este edificio

Si, puntaje menor que el límite

Si, otros peligros presentes

NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)

Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

No, no se identifican peligros no estructurales

DNK/ no conoce

OBSERVACIONES:

FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN



TESIS UANCV

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE

DATOS EDIFICACIÓN



EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: Bach. CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO
 Fecha: 27 de AGOSTO DEL 2024
 Hora: 10:40 a. m.

DATOS CONSTRUCCIÓN
 Numero de Pisos: 3
 Sobre el Suelo: -
 Año de construcción: -
 Código Año: -
 Adiciones: Ninguna Si

OCCUPACION
 Comercial Servicio de Emergencia
 Industria Oficina Educación
 Usidad Almacén Residencial
 Histórico Abergue Público

TIPO DE SUELO:
 A B C D E F SI DNK
 Roca Dura Roca Débil Suelo Dens Suelo Duro Suelo Blando Suelo Pobre SI DNK

RIESGOS GEOLOGICOS
 Licuefacción: SI NO DNK
 Deslizamiento: SI NO DNK
 Ruptura de Superficie: SI NO DNK

COMENTARIOS
 Se muestra el satélite de estudio -EDIFICACIÓN "B"
 Dibujos o comentarios en una página aparte

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 piso	W1	Portico Hormigón Armado	C1
Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de	W1A	Portico H. Armado con muros de corte	C2
Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un área de piso mayor a 500m2	W2	Portico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
Portico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1	Losas Prefabricada de Hormigón (Tib-up)	PC1
Portico Acero Laminado con diagonales	S2	Portico de H. Armado prefabricados	PC2
Portico Acero Liviano o Conformado en frío	S3	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
Portico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos	RM2
Portico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5	Edificios de Mampostería no reforzada	URM
		Vivienda prefabricada	MH

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

PARAMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
PUNTAJE BÁSICO	4.1	3.7	3.2	2.3	2.20	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
IRREGULARIDADES																	
Irregularidad vertical Grave,VL1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1	-1.2	-1	-0.9	-1	-1.1	-0.8	-1	-0.9	-1	-1	-0.8	NA
Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	NA
Irregularidad en planta, PL1	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2015)	1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
SUELO																	
Suelo Tipo A o B	0.3	0.6	0.8	0.8	0.9	0.3	0.9	0.9	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0	-0.4	-0.5	-0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje Mínimo	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4
PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN									1.1								

GRADO DE REVISIÓN

Exterior:
 Parcial Todos los Lados Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

Interior:
 Ninguno Visible Completo
 Golpes Potencial (a menor que SL2-límite, si es conocido)
 Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos

Pisos revisados: Si No

Fuente del Tipo de suelo: _____
 Fuente del Peligro Geológico: _____
 Personas de Contacto: _____
 Celular: _____
 Correo: _____

ACCION REQUERIDA:

Requiere evaluación estructural detallada?
 Si, tipo de edificación FEMA asociado a otro edificio
 Si, puntaje menor que el límite
 Si, otros peligros presentes
 NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)
 Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
 No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
 No, no se identifican peligros no estructurales
 DNK= no conoce

OBSERVACIONES: _____
FIRMA RESPONSABLE EVALUACION



Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Nivel 1

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154

Moderadamente Alta sismicidad

FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE



DATOS EDIFICACIÓN

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024

DATOS DEL PROFESIONAL
Nombre del evaluador: **Bach. CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO** Fecha: **27 de AGOSTO DEL 2024**
Hora: **13:40 a. m.**

DATOS CONSTRUCCIÓN
Número de Pisos: **3** Tipo de Suelo: **Bajo el Suelo**
Sobre el Suelo: **-** Año de construcción: **-** Área de Construcción: **NO**
Código Año: **-** Años Remodelación: **NO**
Adiciones: Ninguna Si Número de Predio: **NO**
Clave Catastral: **NO**

OCCUPACIÓN:
Asamblea: Comercial: Servicio de Emergencia:
Industria: Oficina: Educación:
Utilidad: Almacén: Residencial:
Histórico: Abergue: Público:

TIPO DE SUELO:
A: Roca Dura B: Roca Débil C: Suelo Denso D: Suelo Duro E: Suelo Blando F: Suelo Pobre G: SI DNK (Alto esp.) H: DNK (Bajo esp.)

RIESGOS GEOLOGICOS
Localización: SI NO DNK
Deslizamiento: SI NO DNK
Ruptura de Superficie: SI NO DNK

Adyacencia
 Golpes Peligro de caída del Edificio Adyacente

Irregularidades:
 Elevación (Tipo/severidad) No presenta
 Planta (Tipo) No presenta

Peligro de Caída Exteriores
 Chisnones sin soporte lateral Apéndice
 Revas. Pasado o de shapa de madera pesada Parapetos
 Otros

COMENTARIOS
Se muestra el detalle de estudio "EDIFICACION 'C'"
Dibujos o comentarios en una página aparte

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 piso	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1
Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de	W1A	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2
Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un área de piso mayor a 500m2	W2	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1
Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	Partico de H. Armado prefabricados	PC2
Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos	RM2
Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5	Edificios de Mampostería no reforzada	URM
		Vivienda prefabricada	MH

PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
PUNTAJE BÁSICO	4.1	3.7	3.2	2.3	2.20	2.8	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
IRREGULARIDADES																	
Irregularidad vertical: Grave VL1	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1	-1.2	-1	-0.9	-1	-1.1	-0.8	-1	-0.9	-1	-1	-0.8	NA
Irregularidad vertical: Moderada VL1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5
Irregularidad en planta: PL1	-1.3	-1.2	-1.1	-0.8	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0.8	-0.8	-0.9	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2015)	1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
SUELO																	
Suelo Tipo A o B	0.3	0.6	0.8	0.6	0.9	0.3	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje Mínimo	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4
PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN									1.1								

GRADO DE REVISIÓN	ACCION REQUERIDA:
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los Lados <input type="checkbox"/> Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada? Interior: <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Completo Golpeo Potencial (a menor que SL2>limite, si es conocido) Riesgo de caída de edificios adyacentes más sitios Fuente del Tipo de suelo: Fuente del Peligro Geológico: Personas de Contacto: Celular: Correo:	Requiere evaluación estructural detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA descrito u otro edificio <input type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el límite <input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> NO Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados <input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada <input checked="" type="checkbox"/> No, no se identifican peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK= no conoce

Observaciones: _____



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 03-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos:	<u>CHRISTIAN JOSEPH PAREDES ANCCO</u>
Dirección:	<u>Jr. LADISLAO BUTRON 189</u>
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:	<u>72220132</u>
Teléfono:	<u>969 408 124</u>
email:	<u>cparedes.joseph@gmail.com</u>
Nombres y Apellidos:	_____
Dirección:	_____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:	_____
Teléfono:	_____
email:	_____
Facultad y/o Escuela de Posgrado:	<u>INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>
Escuela Profesional o Mención:	<u>INGENIERÍA CIVIL</u>
Título o Grado Académico a optar:	<u>TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL</u>
Asesor:	<u>Dr. EFRAIN PARILLO SOSA</u>
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:	
Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>
Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>
Título:	<u>EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE LA AGENCIA FEDERAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS EN EL COLEGIO PEDRO VILCAPAZA ALARCÓN DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL 2024</u>
Palabras claves, (3 a 5 términos):	<u>VULNERABILIDAD SÍSMICA, EVALUACIÓN ESTRUCTURAL, FEMA, REFUERZO ESTRUCTURAL Y ESCLEROMETRÍA</u>
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2?}	<u>1</u>

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

03-01-2025

Fecha