

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de
la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de
intervención estructural”**

Tesis para optar el título de Ingeniero Civil

Línea de investigación:

Análisis experimental de estructuras

Autor(es):

Ever Yony Cieza Benavides

Asesor:

Dr. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez

Chota – Perú

2026



Colpa Matara, 10 de diciembre del 2025.

C.O. N° 38-2025-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD Y USO DE IA

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **EVER YONY CIEZA BENAVIDES**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 14% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras, no teniendo un porcentaje de escritura con inteligencia artificial; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Director de la unidad de
investigación FCI-UNACH

EVER YONY CIEZA BENAVIDES

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DES...

 Informe Final de Tesis

 UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2025-1

 Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3440312076

Fecha de entrega

10 dic 2025, 12:59 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

10 dic 2025, 1:06 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS_Ever_Cieza_27.10.25_TNT_.pdf

Tamaño del archivo

10.9 MB

233 páginas

49.320 palabras

258.769 caracteres




14% Similitud general

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

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
9 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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

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

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	3%
2	Internet	hdl.handle.net	2%
3	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	2%
4	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	1%
5	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
6	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
7	Internet	core.ac.uk	<1%
8	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
9	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%

12	Internet	docplayer.es	<1%
13	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
14	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
15	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
16	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
17	Internet	journal.espe.edu.ec	<1%
18	Publicación	Donald Gorki Collantes Delgado. "Application of various assessment methods to ...	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Alas Peruanas	<1%
20	Internet	vsip.info	<1%
21	Internet	www.coursehero.com	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio	<1%
23	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
24	Internet	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080	<1%
25	Internet	pdfcoffee.com	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Antonio Ruiz de Montoya	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%
28	Internet	mail.eure.cl	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Trujillo	<1%
31	Publicación	Barandiaran Sanchez, Moises Javier Chavez Campodonico, Guillermo Rafael Coel...	<1%
32	Internet	todosloshechos.es	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Carlos III de Madrid	<1%
34	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
35	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo	<1%
36	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
37	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
38	Internet	apirepositorio.unh.edu.pe	<1%
39	Internet	cars4u.lodgingnow.net	<1%

40	Internet	www.researchgate.net	<1%
41	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	<1%
42	Internet	repositorio.upse.edu.ec	<1%
43	Publicación	Dailami, Mina S.. "Addressing Psychosocial Distress Associated With Armed Confli...	<1%
44	Internet	repository.uniminuto.edu	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola	<1%
48	Internet	doku.pub	<1%
49	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
50	Internet	repositoriodspace.unipamplona.edu.co	<1%
51	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	<1%
52	Trabajos del estudiante	Barcelona School of Management	<1%
53	Publicación	José Calderón-Brito, Juan Jiménez-Pacheco. "Modelling and Evaluation of the Seis...	<1%

54	Trabajos del estudiante	Universidad Anahuac México Sur	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Boliviana	<1%
56	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica del Peru	<1%
57	Internet	qdoc.tips	<1%
58	Internet	repositorio.uandina.edu.pe	<1%
59	Internet	www.all-usenet-archive.com	<1%
60	Internet	www.clubensayos.com	<1%
61	Internet	www.scholarum.es	<1%
62	Publicación	dos Santos, Joana de Noronha Vieira. "Relatorio Detalhado Sobre a Atividade Prof..."	<1%
63	Internet	fdocuments.ec	<1%
64	Internet	riunet.upv.es	<1%
65	Internet	sigrid.cenepred.gob.pe	<1%
66	Internet	vdocuments.net	<1%
67	Internet	www.scribd.com	<1%

**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE
CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES
DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL**

POR:

EVER YONY CIEZA BENAVIDES

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Dra. Ing. Martha Gladys Huamán Tanta

PRESIDENTE



Dr. Ing. Edwar Cieza Sánchez

SECRETARIO



Mg. Ing. Karina del Rocío Silva Tarrillo

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con profunda gratitud a Dios, por darme la vida, fortaleza y sabiduría a lo largo de este proceso. A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi pilar en cada etapa de mi formación. A mis amigos, por acompañarme con su ánimo, comprensión y palabras de aliento cuando más lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía espiritual y sostén en los momentos de mayor esfuerzo. A la Dra. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez, mi asesora, por su dedicación, orientación técnica y valiosos aportes que enriquecieron esta investigación.

Extiendo mi agradecimiento a los directores de las instituciones educativas de la ciudad de Chota, por su disposición y apertura, así como a su plana docente y estudiantes, quienes facilitaron el acceso a los módulos, brindaron información clave y permitieron la realización de los estudios básicos necesarios para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la culminación de este proyecto académico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	25
1.1. Planteamiento del problema	25
1.2. Formulación del problema	28
1.3. Justificación	28
1.4. Objetivos	30
1.4.1. Objetivo general.....	30
1.4.2. Objetivos específicos	30
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	31
2.1. Antecedentes	31
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	31
2.1.2. Antecedentes nacionales	34
2.1.3. Antecedentes regionales	36
2.2. Bases teórico – científicas	38
2.2.1. Vulnerabilidad sísmica	38
2.2.2. Intervención y/o reforzamiento estructural.....	40
2.3. Marco conceptual	42
2.3.1. Vulnerabilidad sísmica e índice de vulnerabilidad sísmica.....	42
2.3.2. Métodos de análisis de la vulnerabilidad sísmica.....	43
2.3.3. Amenaza sísmica	56
2.3.4. Suelo de cimentación	57
2.3.5. Irregularidades en las edificaciones	59
2.3.6. Resistencia a compresión de elementos estructurales.....	60
2.3.7. Acciones de intervención.....	61
2.4. Hipótesis	62
2.5. Operacionalización de variables	63
2.5.1. Variable independiente: Índice de vulnerabilidad sísmica	63

2.5.2. Variable dependiente: Acciones de intervención	63
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	65
3.1. Tipo y nivel de investigación	65
3.2. Diseño de investigación	66
3.3. Métodos de investigación.....	67
3.4. Población, muestra y muestreo	69
3.4.1. Población	69
3.4.2. Muestra	69
3.4.3. Muestreo	70
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	72
3.5.1. Técnicas de recolección de los datos	72
3.5.2. Instrumentos para la recolección de los datos	73
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	74
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	74
3.6.2. Procesamiento de datos.....	104
3.6.3. Análisis de datos	104
3.7. Aspectos éticos	105
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	106
4.1. Descripción de resultados	106
4.1.1. Factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los colegios de Chota..	106
4.1.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de Chota	181
4.1.3. Comparación del nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante la aplicación del método FEMA 154, el método de Petrini y el método de CERI	202
4.1.4. Acciones de intervención.....	205
4.2. Contrastación de hipótesis.....	232
4.3. Discusión de resultados.....	237
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	246
5.1. Conclusiones	246

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	248
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	249
CAPÍTULO VII. ANEXOS	256
Anexo A. Matriz de consistencia.....	256
Anexo B. Panel fotográfico	257
Anexo C. Validación de formatos de recolección de datos	263
Anexo D. Estudio de mecánica de suelos.....	267
Anexo E. Ensayo de esclerometría	311
Anexo F. Análisis de irregularidades	372
Anexo G. Análisis de vulnerabilidad sísmica.....	412
Anexo H. Planos	439

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos del servicio educativo y local educativo de las instituciones de nivel secundario de la ciudad de Chota	27
Tabla 2 Categoría de índices de vulnerabilidad por el método FEMA P-154.....	43
Tabla 3 Clasificación de daño para estructuras de concreto.....	43
Tabla 4 Región sísmica según aceleración espectral.....	44
Tabla 5 Clasificación de las construcciones según FEMA P-154.....	44
Tabla 6 Tipo de suelo según método FEMA P-154	45
Tabla 7 Irregularidades verticales de los edificios	46
Tabla 8 Irregularidades en planta de los edificios	47
Tabla 9 Índices de vulnerabilidad propuesto por Benedetti - Petrini	48
Tabla 10 Rango de valores del índice de vulnerabilidad por Benedetti - Petrini	48
Tabla 11 Ponderación para calcular el índice de vulnerabilidad.....	55
Tabla 12 Clasificación de suelos SUCS, grupos y subgrupos.....	57
Tabla 13 Resumen de valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo	58
Tabla 14 Irregularidades estructurales en planta.....	59
Tabla 15 Irregularidades estructurales en altura.....	59
Tabla 16 Nivel de vulnerabilidad y acciones a seguir.....	61
Tabla 17 Matriz de operacionalización de variables	64
Tabla 18 Tipo de investigación	66
Tabla 19 Módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota.	69
Tabla 20 Muestra: Módulos de las I.E.S. de la ciudad de Chota.....	70
Tabla 21 Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de datos por variable.....	73
Tabla 22 Número de puntos de exploración de acuerdo a la norma E.050	75
Tabla 23 Número y profundidad de calicatas en el colegio San Juan	76
Tabla 24 Número y profundidad de calicatas en el colegio Sagrado	76
Tabla 25 Número y profundidad de calicatas en el colegio Comercio.....	77
Tabla 26 Número y profundidad de calicatas en el colegio Agropecuario.....	77
Tabla 27 Número y profundidad de calicatas en el colegio Santa Rafaela María.....	78
Tabla 28 Ubicación de las calicatas para el estudio de mecánica de suelos en los colegios de la ciudad de Chota.....	78
Tabla 29 Condiciones del ensayo de esclerometría en los colegios de la ciudad de Chota	86
Tabla 30 Número de puntos de ensayo de esclerometría en elementos estructurales de los colegios de Chota	87

Tabla 31 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el Colegio San Juan, pabellón D, módulo 1.....	89
Tabla 32 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan, pabellón D, módulo 2.....	90
Tabla 33 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan, pabellón E, módulo 3.....	91
Tabla 34 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan, pabellón E, módulo 4.....	92
Tabla 35 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan, pabellón F, módulo 5.....	93
Tabla 36 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan, pabellón F, módulo 3.....	94
Tabla 37 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan, pabellón C, módulo 1.....	95
Tabla 38 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Almirante Miguel Grau, pabellón 1, módulo 1.....	96
Tabla 39 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1, módulo 1.....	97
Tabla 40 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1, módulo 2.....	98
Tabla 41 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Santa Rafaela María, pabellón 1, módulo 1.....	99
Tabla 42 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Comercio, pabellón A.....	100
Tabla 43 Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Comercio, pabellón C, módulo 1.....	101
Tabla 44 Nivel de vulnerabilidad y acciones a seguir.....	104
Tabla 45 Factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los colegios de Chota.....	107
Tabla 46 Características generales del colegio San Juan.....	109
Tabla 47 Configuración en planta y elevación del colegio San Juan.....	112
Tabla 48 Características del suelo y de la cimentación del colegio San Juan.....	119
Tabla 49 Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del colegio San Juan.....	121
Tabla 50 Propiedades de los materiales del colegio San Juan.....	121
Tabla 51 Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio San Juan.....	123
Tabla 52 Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio San Juan.....	124
Tabla 53 Parámetros para el análisis sísmico del colegio San Juan.....	125

Tabla 54 Irregularidades en planta y altura en el módulo 1 y 2 del pabellón D del colegio San Juan	130
Tabla 55 Irregularidades en planta y altura, módulo 3 y 4, pabellón E, colegio San Juan.....	131
Tabla 56 Irregularidades en planta y altura, módulo 5 y 3, pabellón F, colegio San Juan	131
Tabla 57 Irregularidades en planta y altura, módulo 1, pabellón C del colegio San Juan.....	131
Tabla 58 Características generales del colegio Sagrado Corazón de Jesús	132
Tabla 59 Configuración en planta y elevación del colegio Sagrado Corazón de Jesús.....	134
Tabla 60 Características del suelo y de la cimentación del colegio Sagrado Corazón de Jesús	136
Tabla 61 Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del colegio Sagrado Corazón de Jesús	137
Tabla 62 Propiedades de los materiales del colegio Sagrado Corazón de Jesús	137
Tabla 63 Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Sagrado Corazón de Jesús.....	138
Tabla 64 Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio Sagrado Corazón de Jesús	139
Tabla 65 Parámetros para el análisis sísmico del colegio Sagrado Corazón de Jesús.....	140
Tabla 66 Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús	142
Tabla 67 Irregularidades en planta y altura en el módulo 2, pabellón 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús	142
Tabla 68 Características generales del colegio Santa Rafaela.....	143
Tabla 69 Configuración en planta y elevación del colegio Santa Rafaela	145
Tabla 70 Características del suelo y de la cimentación del colegio Santa Rafaela	147
Tabla 71 Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del colegio Santa Rafaela	148
Tabla 72 Propiedades de los materiales del colegio Santa Rafaela.....	148
Tabla 73 Estado de conservación de componentes estructurales, colegio Santa Rafaela	149
Tabla 74 Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio Santa Rafaela	150
Tabla 75 Parámetros para el análisis sísmico del colegio Santa Rafaela	151
Tabla 76 Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón 1 del colegio Santa Rafaela	154
Tabla 77 Análisis de irregularidad torsional en planta, pabellón 1, módulo 1 del colegio Santa Rafaela.....	154
Tabla 78 Características generales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio.....	155
Tabla 79 Configuración en planta y elevación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio.	157

Tabla 80	Características del suelo y de la cimentación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio.....	160
Tabla 81	Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	161
Tabla 82	Propiedades de los materiales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	161
Tabla 83	Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	162
Tabla 84	Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	163
Tabla 85	Parámetros para el análisis sísmico del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio... ..	164
Tabla 86	Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón A.....	167
Tabla 87	Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón C del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	168
Tabla 88	Análisis de irregularidad torsional en planta, pabellón C, módulo 1	169
Tabla 89	Análisis de irregularidad de peso o masa en el pabellón C, módulo 1 del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio.....	169
Tabla 90	Características generales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	170
Tabla 91	Configuración en planta y elevación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario.....	172
Tabla 92	Características del suelo y de la cimentación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario.....	174
Tabla 93	Resistencia a la compresión del concreto mediante el ensayo de esclerometría a los elementos estructurales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	175
Tabla 94	Propiedades de los materiales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	175
Tabla 95	Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario.....	176
Tabla 96	Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	177
Tabla 97	Parámetros para análisis sísmico del colegio Almirante Miguel Grau.....	178
Tabla 98	Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón B del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	180
Tabla 99	Vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante el método de Benedetti Petrini	181
Tabla 100	Vulnerabilidad sísmica módulos de los colegios de Chota, método FEMA 154	182
Tabla 101	Vulnerabilidad sísmica de módulos de los colegios de Chota, método CERI	182
Tabla 102	Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón D del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	183

Tabla 103 Vulnerabilidad sísmica del módulo 2 pabellón D del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	184
Tabla 104 Vulnerabilidad sísmica del módulo 3 pabellón E del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	184
Tabla 105 Vulnerabilidad sísmica del módulo 4 pabellón E del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	185
Tabla 106 Vulnerabilidad sísmica del módulo 5 pabellón F del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	185
Tabla 107 Vulnerabilidad sísmica del módulo 3 pabellón F del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	186
Tabla 108 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón C del colegio San Juan, método Benedetti Petrini.....	186
Tabla 109 Vulnerabilidad sísmica del pabellón D, E, F y C del colegio San Juan, método FEMA P-154.....	187
Tabla 110 Vulnerabilidad sísmica del pabellón D, E, F y C del colegio San Juan, método CERI.....	188
Tabla 111 Vulnerabilidad sísmica Benedetti Petrini, módulo 1 pabellón 1, colegio SCJ.....	189
Tabla 112 Vulnerabilidad sísmica Benedetti Petrini, módulo 2 pabellón 1, colegio SCJ.....	189
Tabla 113 Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús, método FEMA P-154.....	190
Tabla 114 Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús, método CERI.....	191
Tabla 115 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón 1 del colegio Santa Rafaela María, método Benedetti Petrini.....	192
Tabla 116 Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Santa Rafaela María, método FEMA P-154.....	193
Tabla 117 Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Santa Rafaela María, método CERI.....	194
Tabla 118 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón A del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, método Benedetti Petrini.....	196
Tabla 119 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón C del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, método Benedetti Petrini.....	196
Tabla 120 Vulnerabilidad sísmica del pabellón A y C del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, método FEMA P-154.....	197
Tabla 121 Vulnerabilidad sísmica del pabellón A y C del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, método CERI.....	198

Tabla 122 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón B del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, método Benedetti Petrini	199
Tabla 123 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón B del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, método FEMA P-154	200
Tabla 124 Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón B del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, método CERI.....	201
Tabla 125 Vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, por los métodos: Benedetti – Petrini, FEMA P-154, CERI	204
Tabla 126 Acciones de intervención que se pueden aplicar a la infraestructura de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota	206
Tabla 127 Descripción de las acciones de intervención que se pueden aplicar a la infraestructura por tipo de vulnerabilidad	207
Tabla 128 Propuesta de intervención – colegio Comercio, pabellón A, módulo 1	209
Tabla 129 Propuesta de intervención – colegio Comercio, pabellón C, módulo 1	212
Tabla 130 Propuesta de intervención – colegio Agropecuario, pabellón B, módulo 1	215
Tabla 131 Propuesta de intervención – colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1, módulo 1 y módulo 2.....	218
Tabla 132 Propuesta de intervención – colegio Santa Rafaela María, pabellón 1, módulo 1 .	221
Tabla 133 Propuesta de intervención – colegio San Juan, pabellón D, módulo 1 y 2, pabellón E módulo 3 y 5, pabellón F módulo 3 y 5, pabellón C módulo 1	224
Tabla 134 Criterios de aceptación y control de las alternativas de intervención	231
Tabla 135 Datos para el análisis de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota por el método de Benedetti Petrini, FEMA P-154 y CERI	233
Tabla 136 Prueba t-student para verificar vulnerabilidad - método de Benedetti Petrini.....	236
Tabla 137 Prueba Wilcoxon para verificar vulnerabilidad por el método de FEMA P-154 ...	236
Tabla 138 Prueba Wilcoxon de rangos con Signo para Verificar la Vulnerabilidad por el Método de CERI.....	236

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de rehabilitación según FEMA 356.....	40
Figura 2	Estrategias de intervención sísmica y posibles niveles de desempeño	41
Figura 3	Configuración en planta por el método de Benedetti Petrini	51
Figura 4	Parámetro evaluador de la configuración en elevación	52
Figura 5	Tipologías de cubiertas analizadas	53
Figura 6	Zonas sísmicas	56
Figura 7	Diseño de investigación no experimental transeccional descriptivo	68
Figura 8	Instituciones educativas de nivel secundario en Chota.....	70
Figura 9	Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Abel Carbajal Pérez.....	79
Figura 10	Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Almirante Miguel Grau	79
Figura 11	Mapa de ubicación de la calicata en el Colegio San Juan.....	80
Figura 12	Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Santa Rafaela María	80
Figura 13	Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Sagrado Corazón de Jesús	81
Figura 14	Calicata en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús.....	82
Figura 15	Realización de ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio GSE.....	85
Figura 16	Ensayo de esclerometría en el colegio Sagrado Corazón de Jesús	88
Figura 17	Modelamiento sísmico del colegio Sagrado Corazón de Jesús por Torres.....	102
Figura 18	Modelamiento sísmico del Colegio Agropecuario	102
Figura 19	Ubicación del colegio San Juan	110
Figura 20	Plano en planta del colegio San Juan.....	110
Figura 21	Vista en planta del colegio San Juan, pabellón D módulo 1	113
Figura 22	Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón D módulo 1	113
Figura 23	Vista en planta del colegio San Juan, pabellón D módulo 2.....	114
Figura 24	Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón D módulo 2	114
Figura 25	Vista en planta del colegio San Juan, pabellón E y F, módulo 3	115
Figura 26	Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón E y F, módulo 3	115
Figura 27	Vista en planta del colegio San Juan, pabellón E módulo 4	116
Figura 28	Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón E módulo 4.....	116
Figura 29	Vista en planta del colegio San Juan, pabellón F módulo 5	117
Figura 30	Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón F módulo 5.....	117
Figura 31	Vista en planta del colegio San Juan, pabellón C	118
Figura 32	Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón C.....	118
Figura 33	Estado de conservación de componentes estructurales del colegio San Juan.....	122

Figura 34 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 3 pabellón E y F en planta del colegio San Juan.....	126
Figura 35 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 4 pabellón E en planta del colegio San Juan	126
Figura 36 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 5 pabellón F en planta del colegio San Juan	127
Figura 37 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón C en planta del colegio San Juan	127
Figura 38 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 3 pabellón E y F en elevación del colegio San Juan.....	128
Figura 39 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 4 pabellón E en elevación del colegio San Juan	128
Figura 40 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 5 pabellón F en elevación del colegio San Juan	129
Figura 41 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón C en elevación del colegio San Juan.....	129
Figura 42 Ubicación del colegio Sagrado Corazón de Jesús.....	133
Figura 43 Plano en planta del colegio Sagrado Corazón de Jesús	133
Figura 44 Vista en planta del colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1	135
Figura 45 Vista en elevación del Colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1.....	135
Figura 46 Vista en corte del colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1	135
Figura 47 Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Sagrado Corazón de Jesús.....	139
Figura 48 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 y 2 pabellón 1 en planta del colegio Sagrado Corazón de Jesús	140
Figura 49 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 y 2 pabellón 1 en elevación del colegio Sagrado Corazón de Jesús	141
Figura 50 Diafragma rígido del pabellón 1, módulo 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús	141
Figura 51 Ubicación del colegio Santa Rafaela	144
Figura 52 Vista en planta del colegio Santa Rafaela.....	144
Figura 53 Vista en planta del colegio Santa Rafaela, módulo 1 pabellón A.....	146
Figura 54 Vista en elevación del colegio Santa Rafaela, módulo 1 pabellón A	146
Figura 55 Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Santa Rafaela	150
Figura 56 Modelamiento del pabellón 1 en planta del colegio Santa Rafaela	151

Figura 57 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón 1 en elevación del colegio Santa Rafaela.....	152
Figura 58 Diafragma rígido del pabellón 1, módulo 1 del colegio Santa Rafaela	152
Figura 59 Ubicación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	156
Figura 60 Plano en planta del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	156
Figura 61 Vista en planta del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, módulo 1 pabellón A	158
Figura 62 Vista en elevación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, módulo 1 pabellón A	158
Figura 63 Vista en planta del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, módulo 1 pabellón C	159
Figura 64 Vista en Elevación del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, Módulo 1 pabellón C	159
Figura 65 Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio	163
Figura 66 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón A en planta.....	165
Figura 67 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón A en elevación	165
Figura 68 Diafragma rígido del pabellón A, módulo 1 del Colegio Comercio.....	165
Figura 69 Modelamiento Estructural en ETABS del Módulo 1 Pabellón C en Planta	166
Figura 70 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón C en elevación	166
Figura 71 Diafragma rígido del pabellón C, módulo 1 del colegio Comercio	166
Figura 72 Análisis de irregularidad de sistemas no paralelos en el pabellón A, módulo 1.....	168
Figura 73 Análisis de Irregularidad de Sistemas No paralelos en el pabellón C, módulo 1 ...	169
Figura 74 Ubicación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario.....	171
Figura 75 Planta del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	171
Figura 76 Vista en planta del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, módulo 1 pabellón B	173
Figura 77 Vista en Elevación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, módulo 1 pabellón B	173
Figura 78 Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	177
Figura 79 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón B en planta del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	178
Figura 80 Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón B en elevación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	179
Figura 81 Diafragma rígido del pabellón B, Módulo 1 del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario.....	179

Figura 82 Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón A, colegio Comercio	210
Figura 83 Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón C, colegio Comercio	213
Figura 84 Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón B, colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario	216
Figura 85 Flujograma de acciones intervención para el módulo 1 y 2, pabellón 1, colegio Sagrado Corazón de Jesús	219
Figura 86 Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón 1, colegio Santa Rafaela María	222
Figura 87 Flujograma de acciones intervención para el pabellón D, módulo 1 y 2, pabellón E módulo 3 y 5, pabellón F módulo 3 y 5, pabellón C módulo 1, colegio San Juan	225
Figura 88 Prueba de normalidad de la vulnerabilidad determinada por el método de Benedetti Petrini	234
Figura 89 Prueba de normalidad de la vulnerabilidad determinada por el método de FEMA P-154.....	234
Figura 90 Prueba de normalidad de vulnerabilidad determinada por el método de CERI.....	235

GLOSARIO

Año de construcción. Es la fecha en la cual se ha realizado la construcción del edificio.

Acciones de intervención. Las acciones de intervención son todas aquellas propuestas para mantener, mejorar, reforzar o rehabilitar estructuralmente una edificación.

Índice de vulnerabilidad. Nivel de vulnerabilidad al daño en caso de un terremoto, teniendo niveles de alto, medio y bajo.

Calidad del sistema resistente. Expresa el cumplimiento de los componentes estructurales para soportar cargas sin experimentar fallos bajo esfuerzos de compresión, y se puede definir mediante el ensayo de esclerometría.

Columnas cortas. Implica una limitación parcial del desplazamiento lateral del cuerpo de una columna, lo que provoca que toda la demanda de deformaciones se concentre en su sección no restringida.

Configuración en planta. Forma de una edificación en conjunto, a su tamaño, naturaleza y ubicación de los elementos resistentes y no estructurales.

Configuración en elevación. Refiere al número de niveles de una edificación y como estos están configurados en altura, conectividad y forma.

Daños visibles. Son aquellos rasgos de deterioro de la estructura que, son visibles a simple vista, tales como fisuras, agrietamiento, erosión, etc.

Diafragma horizontal. Elemento con dos funciones estructurales: transferir cargas verticales a los pisos inferiores y transferir las cargas horizontales a los elementos verticales.

Distancia máxima entre los muros. Es la medida entre muro y muro con mayor longitud que, se puede encontrar en una edificación.

Elementos no estructurales. Son aquellos que no aportan firmeza al elemento estructural siendo, elementos de decoración, separación, u otros fines.

Estabilidad de talud (si lo precisa). Refiere a la posibilidad de que, el talud falle si no tiene protección como muros, este parámetro solo se considera en edificaciones que, lo precisen por estar ubicadas en una ladera.

Estado de conservación. Tiene que, ver con el estado visual de la edificación y como está a pasado por acciones de mantenimiento, es decir se observa y califica las condiciones en que, se aprecia la estructura.

Golpeteo. Se da cuando dos estructuras que están muy cercanas son sometidas a un sismo fuerte y se impactan unas a otras.

Irregularidad en planta. Alteraciones geométricas y físicas de una estructura en planta, originadas por la disposición de sus elementos. Estas modificaciones se deben a la búsqueda de un mejor desempeño e interacción estructural, considerando las propiedades del terreno y las características específicas del diseño.

Irregularidad torsional. La irregularidad torsional se presenta cuando el centro de rigidez de un piso no coincide con su centro de masas.

Irregularidad vertical. Se produce cuando ocurren desplazamientos en el alineamiento de los elementos estructurales verticales, dentro del mismo plano en el que se ubican, siendo dichos desplazamientos mayores que la dimensión horizontal del elemento.

Organización del Sistema resistente. Tiene que, ver con la forma como están dispuestos los elementos estructurales en planta y altura dentro del sistema de construcción.

Piso blando. Se relaciona con los desplazamientos laterales y derivas.

Posición del edificio y cimentación. Tiene que, ver con el lugar, dirección y ubicación de la edificación y la cimentación de la misma.

Potencial de licuefacción. Pérdida rápida de la resistencia al esfuerzo cortante de suelos saturados debido al incremento súbito en las presiones de poros bajo condiciones no drenadas ante la acción de cargas dinámicas.

Resistencia convencional. Tiene que, ver con la resistencia a compresión de los elementos estructurales determinado a partir de ensayos de esclerometría.

Revestimiento pesado. Acción de cubrir una superficie, como una pared, con la finalidad de protegerla o, como en este caso, de decorarla.

Región sísmica. Es la zona sísmica definida a partir de la norma E.030.

Tipo de cimentación. Define la forma y peculiaridades de la cimentación.

Tipo de construcción. Tiene que, ver con el sistema estructural de la edificación.

Tipo de cubierta. Tiene que ver, con la forma, dimensiones y peralte de la cubierta de la edificación.

Tipo de edificio. Tiene que, ver con el uso de la edificación, es decir la función post construcción que, se le viene dando.

Tipo de suelo. Tiene que, ver con la clasificación del suelo en base a sus rasgos de gradación y límites de maleabilidad.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Sigla/Abrev.	Significado
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
Ac. (Av.)	Avenida
ACI	American Concrete Institute
AGL (S/N)	Sin número
ATC-21	Applied Technology Council – Método ATC-21
AutoCAD	Software CAD de Autodesk (2022)
CAD	Computer-Aided Design
CERI	Centro de Investigación de Terremotos e Información
CL	Arcilla de baja plasticidad (SUCS)
Df	Profundidad de desplante
EMS	European Macroseismic Scale
ESCALE	Estadística de la Calidad Educativa (MINEDU)
ETABS	Extended Three-dimensional Analysis of Building Systems
E.030	Norma de diseño sismorresistente (Perú)
E.050	Suelos y cimentaciones (Perú)
f'_c / f_c	Resistencia a compresión del concreto
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEMA P-154	Federal Emergency Management Agency – P-154
FRP	Fiber Reinforced Polymer (fibra polimérica reforzada) para refuerzo estructural.
GC	Grava con arcilla (SUCS)
H_0 / H_1	Hipótesis nula / alternativa
HT20097	N.º de serie del esclerómetro
I.E.	Institución Educativa
I.E.S.	Instituciones Educativas Secundarias
Imcyc	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto
INACAL	Instituto Nacional de Calidad (Perú)
I_p	Factor de irregularidad en planta
IP	Índice de plasticidad
I_a	Factor de irregularidad en altura
I_v	Índice de vulnerabilidad
Jr.	Jirón
LP	Límite plástico
LL	Límite líquido
L/S	Relación de espaciamiento entre muros
MH	Limo de alta plasticidad (SUCS)
MINEDU	Ministerio de Educación (Perú)
MOE	Módulo de elasticidad
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú)
N_c, N_q, N_γ	Factores de capacidad portante
N_{60}	Golpes corregidos a 60% (SPT)
psf	<i>Pounds per square foot</i> (lb/ft ²)
q	Sobrecarga / presión en base ($\gamma \cdot D_f$)

q_u	Capacidad última del suelo
R (reducción)	Coef. de reducción de respuesta sísmica
R (regularidad)	Factor de regularidad global ($=R_o \cdot I_a \cdot I_p$)
R_o	Valor base del factor de regularidad
RM1, RM2	<i>Reinforced Masonry</i> (mampostería reforzada)
RC	Reinforced Concrete (concreto armado).
RH	Resistente a humedad (en cielos rasos/placas).
RVS	Rapid Visual Screening (detección/inspección visual rápida).
S (factor)	Factor de suelo del espectro
S0–S4	Perfiles de suelo (E.030)
S1–S5	Tipologías “steel” (acero)
Sika	Marca comercial (productos de refuerzo)
Si	Clase de vulnerabilidad (coef. numérico)
Su	Resistencia no drenada
SUCS	Unified Soil Classification System
SPT	Standard Penetration Test
T/H	Relación de retranqueo en elevación
TL	Período largo del espectro
T_p	Período característico (corto) del espectro
U	Factor de uso e importancia
URM	<i>Unreinforced Masonry</i> (mampostería no reforzada)
UTM	Universal Transverse Mercator
U-wrap	Envoltura en “U” con FRP (tres caras) para refuerzo a cortante en vigas/zonas de apoyo.
V_s	Velocidad de onda de corte (<i>shear wave</i>)
W1, W1A, W2	Tipologías “wood” (madera)
W_i	Peso (coef. de importancia)
\bar{X}	Promedio muestral
α (alpha)	Razón de áreas resistentes (def. en ecuación C)
β_1, β_2	Parámetros geométricos en planta
γ (gamma)	Peso específico del suelo
$\Delta_{max} / \Delta_{prom}$	Deriva máxima / promedio
ϕ (phi)	Ángulo de fricción interna
Z	Factor de zona sísmica
ZC3-A	Esclerómetro digital tipo N (modelo)

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de nivel secundario en la ciudad de Chota, con el fin de proponer acciones de intervención estructural en sus módulos educativos. Se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La muestra estuvo compuesta por 13 módulos distribuidos en cinco colegios: Comercio, Agropecuario, Sagrado Corazón de Jesús, Santa Rafaela y San Juan. Se aplicaron los métodos FEMA P-154, Benedetti-Petrini y CERI. Los resultados muestran que la mayoría de módulos presentan nivel de vulnerabilidad media, aunque se identificaron casos críticos con vulnerabilidad alta o muy alta, como en los colegios Comercio y Santa Rafaela. Como conclusión, se establecieron tres niveles de intervención: reforzamiento estructural integral para módulos con vulnerabilidad alta, intervenciones localizadas para vulnerabilidad media, y mantenimiento rutinario para módulos con vulnerabilidad baja.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, método FEMA-154, Benedetti-Petrini, CERI, infraestructura educativa.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the seismic vulnerability index of secondary schools in the city of Chota, in order to propose structural intervention actions in their educational modules. It was developed under a quantitative approach, applied, descriptive and non-experimental cross-sectional design. The sample consisted of 13 modules distributed in five schools: Comercio, Agropecuario, Sagrado Corazón de Jesús, Santa Rafaela and San Juan. The FEMA P-154, Benedetti-Petrini and CERI methods were applied. The results show that most of the modules have a medium level of vulnerability, although critical cases with high or very high vulnerability were identified, as in the case of the Comercio and Santa Rafaela schools. In conclusion, three levels of intervention were established: integral structural reinforcement for modules with high vulnerability, localized interventions for medium vulnerability, and routine maintenance for modules with low vulnerability.

Key words: seismic vulnerability, FEMA-154 method, Benedetti-Petrini, CERI, educational infrastructure.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los terremotos son fenómenos naturales impredecibles que causan la pérdida de propiedades y vidas, sobre todo, en edificaciones con alta densidad de ocupación, como las instituciones educativas (Baylon et al., 2021), ejemplo de ello, es el terremoto de Gorkha en 2015 que afectó a más de 28 000 edificios escolares en Nepal (Gautam et al., 2020), y el terremoto de Pakistán en 2005 que causó la destrucción completa del 67% de las instituciones educativas del área (Zain et al., 2019). La vulnerabilidad de las infraestructuras escolares ponen en peligro la vida de alumnos y profesores en las escuelas y colegios; como los alumnos pasan la mayor parte del tiempo en sus instituciones educativas, la probabilidad de que estén presentes cuando ocurre un terremoto es alta; así lo evidenciaron los terremotos de Wenchuan (China), Spitak (Armenia) y Cachemira (Pakistán) donde fallecieron 7 000, 16 000 y 18 000 niños, al encontrarse en sus instituciones educativas durante los sismos (Zora y Acevedo, 2019). Así mismo, Baylon et al. (2021) han señalado que, en los últimos terrenos ocurridos en países en vías de desarrollo, los edificios escolares resultaron especialmente dañados, por lo que, se consideran las estructuras con peor rendimiento.

En el ámbito nacional, Perú, se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del pacífico, lo que, ha generado múltiples eventos telúricos con impactos devastadores en la infraestructura educativa (Cuitiño et al., 2021), por ejemplo, el sismo de 8 grados del 26 de mayo de 2019 causó daños en 217 escuelas del país, afectando principalmente a los departamentos de Loreto (114 escuelas dañadas), Cajamarca (66 casos) y San Martín (37 casos), donde los colegios fueron

declarados inhabitables (Canchanya & Cayetano, 2019). Esto ha evidenciado la precariedad de la infraestructura educativa del país, aun cuando la premisa de la norma E.030 (MVCS, 2018) es que, las edificaciones académicas deben prevalecer ante un evento telúrico, para servir como refugio a los damnificados.

Las estructuras construidas en Chota, hace más de 10 años tienen una alta probabilidad de ser vulnerables a sismos ya que, la evolución de la Norma E.030 desde su primera versión en 1970 hasta su actualización en 2018 ha introducido modificaciones significativas en los criterios de diseño sismorresistente, lo que implica que muchas edificaciones antiguas no cumplen con los estándares actuales de seguridad (Lugo, 2016). En tal contexto, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los edificios existentes es un paso esencial para la gestión de desastres sísmicos (Marasco et al., 2021). La vulnerabilidad sísmica se precisa como la “susceptibilidad de una población de edificios a sufrir daños debido al movimiento sísmico del suelo” (Ceroni et al., 2020) y depende de varios parámetros clave como como la calidad de los materiales, el sistema estructural, nivel de mantenimiento, entre otros que hacen imprescindible la realización de un estudio detallado a nivel local (Kassem et al., 2020).

La infraestructura de las establecimientos educativos de nivel secundario de la ciudad de Chota datan de hace más de 30 años, y desde su construcción no han recibido acciones de mantenimiento o reforzamiento estructural, por lo que, su probabilidad de vulnerabilidad sísmica es mayor, no obstante, no se tienen datos técnicos, ni científicos, de la vulnerabilidad de las edificaciones a través de sus características visuales, geométricas, resistentes de los materiales, etc., y por ende, no se pueden tomar acciones para garantizar su seguridad sísmica. Sin embargo, existen diversos métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica,

como el método FEMA154, el método de Petrini y el método CERI (Ceroni et al., 2020) que combinan la inspección visual con análisis técnico detallado para clasificar las edificaciones según su nivel de vulnerabilidad y definir la necesidad de intervención estructural (Marasco et al., 2021).

Tabla 1

Datos del servicio educativo y local educativo de las instituciones de nivel secundario de la ciudad de Chota

Código modular	Nombre de IE	Gestión	Dirección de IE	Alumnos	Docentes	Secciones
0452557	San Juan	Pública	Inca Garcilaso De La Vega S/N	1522	81	40
0452680	Sagrado Corazón De Jesús	Pública	Jr. Sagrado Corazón De Jesús 231	832	55	27
1110311	Abel Carbajal Pérez	Pública	Jr. Gregorio Malca 877	234	21	10
1366004	Santa Rafaela María	Pública	Jr. Atahualpa 106	344	22	12
1443365	Pitágoras	Particular	Jr. Anaximandro Vega 579	80	19	5
1763564	Sigma	Particular	Jr. Adriano Novoa 629	177	10	5
0453530	Almirante Miguel Grau	Pública	Fundo Tuctuhuasi S/N	244	24	12

Nota. (ESCALE, 2024)

En la ciudad de Chota hay siete colegios entre públicos y particulares (Tabla 1), que, albergaban en el año 2023 a 3 433 alumnos, 232 maestros y 51 personas encargadas de aspectos administrativos según el censo de Estadística de Calidad Educativa (ESCALE, 2024). De todos ellos, los cinco colegios de gestión pública presentan mayor probabilidad de vulnerabilidad sísmica por la antigüedad de sus infraestructuras, muchas de las cuales fueron construidas hace más de 30 años. Aunque todos los colegios están expuestos a la misma amenaza sísmica, los colegios particulares operan en locales alquilados que han sido adaptados para uso educativo, lo que dificulta la obtención de permisos para su evaluación estructural y limita la posibilidad de intervención directa en su infraestructura. En este sentido, la investigación se enfocará en el análisis de los módulos más críticos de

los colegios nacionales, con el objetivo de determinar su índice de vulnerabilidad sísmica y proporcionar información técnica que contribuya a la toma de decisiones sobre su reforzamiento y/o adecuación estructural.

Ante lo descrito, el problema esencialmente se centra en la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, a través de métodos mixtos (método FEMA154, método de Petrini, y método de CERI), que, además de recolectar información visual, recolecten información técnica-científica, para definir la pertinencia de que, organismos gubernamentales o futuras investigaciones planteen estudios específicos para el reforzamiento estructural de aquellas edificaciones con vulnerabilidad alta o muy alta.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el índice de vulnerabilidad sísmica, y en qué medida será necesario aplicar acciones de intervención estructural a la infraestructura de los colegios de la ciudad de Chota?

1.3. Justificación

Los eventos sísmicos han demostrado su capacidad destructiva en instituciones educativas alrededor del mundo, como ocurrió en los terremotos de Wenchuan (China), Spitak (Armenia) y Cachemira (Pakistán), donde miles de niños perdieron la vida debido al colapso de sus colegios (Zora y Acevedo, 2019). En Cajamarca los últimos sismos no han causado pérdidas humanas, sí han generado daños estructurales en al menos 66 instituciones educativas, la mayoría de nivel secundario (Canchanya y Cayetano, 2019). Esto pone en evidencia la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de los colegios en la ciudad de Chota, con el objetivo de anticipar posibles escenarios catastróficos y tomar medidas preventivas antes de que ocurra una tragedia.

La presente investigación busca determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas secundarias de Chota, permitiendo que las autoridades competentes planteen estrategias de intervención estructural que garanticen la seguridad de la comunidad estudiantil y docente, además de asegurar la funcionalidad de estos espacios como refugios en caso de desastres.

a) Justificación científica

Se justifica en la necesidad de aplicar métodos reconocidos de evaluación de vulnerabilidad sísmica, como FEMA P-154, Benedetti-Petrini y CERI, que permiten la valoración técnica del comportamiento estructural de edificaciones ante sismos, considerando factores como la configuración estructural, la resistencia de materiales, las condiciones del suelo, las irregularidades geométricas y el estado de conservación. Estos enfoques, al ser aplicados en el contexto de la ciudad de Chota, permiten adaptar criterios internacionales al entorno local, generando conocimiento técnico-científico sobre el nivel de vulnerabilidad estructural de las infraestructuras escolares.

b) Justificación técnica

El deterioro y la antigüedad de las infraestructuras educativas en Chota, junto con la falta de estudios sobre su vulnerabilidad sísmica, hacen urgente la realización de una evaluación estructural detallada. La investigación es relevante porque, hasta la fecha, no existen estudios que apliquen metodologías de inspección visual y análisis técnico en los colegios de la ciudad, lo que dificulta la toma de decisiones sobre mantenimiento y reforzamiento estructural. Con la obtención del índice de vulnerabilidad sísmica, se podrá establecer un diagnóstico preciso del estado de las edificaciones, priorizando aquellas que requieren intervención inmediata. Además, los resultados servirán como base para que

organismos gubernamentales utilicen esta información en la planificación de futuras estrategias de mitigación del riesgo sísmico en instituciones educativas locales, lo que contribuirá a la seguridad sísmica de la comunidad educativa.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo general*

Evaluar el índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios, para describir las acciones de intervención estructural para aplicar a la infraestructura de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Caracterizar los factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los colegios, considerando aspectos como: la antigüedad de construcción, el tipo de sistema estructural, la resistencia de los materiales, las irregularidades en planta y altura, las condiciones del suelo de cimentación y el estado de conservación de la infraestructura educativa.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante la aplicación del método FEMA 154, el método de Petrini y el método de CERI.
- Comparar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante la aplicación del método FEMA 154, el método de Petrini y el método de CERI.
- Describir las acciones de intervención que, se pueden aplicar a la infraestructura de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota que, lo requieran.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Khattak et al. (2024) en su artículo científico “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería no reforzada construidos antes de 1945 ubicados en Queensland, Australia” tuvieron como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería no reforzada más antiguos en Queensland, Australia, siendo la muestra 363 edificios de 1 y 2 pisos en los que, aplicaron el método internacional de fachadas, que consiste en relacionar el índice de vulnerabilidad (I_v) con el estado de conservación estructural. Determinaron que, los valores del I_v para edificios de 1 piso varían de 29.3 a 53.7, con I_v medio 38.8, por lo que, el 11% de los edificios tienen vulnerabilidad alta, y solo el 1% extremadamente alta (>45). Para edificios de dos pisos el I_v varía de 29.60 a 69.80, con I_v medio de 38.99, por lo que, el 13% de los edificios tienen vulnerabilidad alta y solo el 2.5% extremadamente alta. Concluyeron que, muchos edificios están asociados con índices críticos de vulnerabilidad y deben ser reforzados.

Li et al. (2024) en su artículo científico “Análisis de vulnerabilidad sísmica de hospitales y edificios escolares considerando el algoritmo de regresión gaussiana” tuvieron como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de los hospitales regionales y edificios escolares. Calificaron la vulnerabilidad de 252 edificios dañados (37 hospitales y 215 escuelas) en la ciudad de Dujiangyan, según el tipo de estructura, estado de conservación, año de construcción, número de pisos, que sirvieron de base para la aplicación de la regresión gaussiana. Determinaron que, la vulnerabilidad sísmica en más del 50% de las edificaciones

es de nivel medio y solo requiere medidas de rehabilitación, así mismo, concluyeron con la formulación del modelo de regresión múltiple no lineal para la estimación de la vulnerabilidad y daños después de ocurridos terremotos.

Roi et al. (2023) en su artículo científico “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los edificios escolares: un estudio de caso en Bandung, Java Occidental, Indonesia” tuvieron como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica de edificios escolares en Bandung mediante la detección visual rápida (RVS) de la Agencia de Gestión de Desastres de Indonesia (BNPB) y RVS 154 de FEMA, con muestra de 334 edificios de escuelas primarias. El resultado del RVS de la BNPB mostró una puntuación media de 4.455, donde el 36.53% de los edificios estaban en condiciones seguras y el 63.47% de los edificios requerían una evaluación adicional de las condiciones por parte de expertos en construcción; mientras que, por el procedimiento de FEMA arrojó un puntaje RVS promedio de 0.905 donde el 22.16% de los edificios tenían alta probabilidad de daño grado 4 y el 77.84% en alta probabilidad de daño de grado 3. Concluyeron que, todos los edificios tienen una puntuación final por debajo del punto aceptable de FEMA por lo que, requieren reforzamiento estructural para garantizar su capacidad sísmica.

Bora y Kurniati (2022) en su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad del edificio Ambarukmo Plaza mediante el método Fema 154 de detección visual rápida (RVS)” tuvieron como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del edificio Ambarukmo Plaza utilizando el método de inspección visual rápida (RVS) basado en FEMA 154, adaptado a la normativa indonesia SIN 1726. Para ello, clasificaron el edificio según tipología estructural (C1), caracterizaron el tipo de suelo (rocoso duro SC) e identificaron irregularidades en la edificación. Los resultados con el método RVS indicaron que la puntuación en el nivel 1 fue

de 1.9, mientras que en el nivel 2 la puntuación aumentó a 3.8. Esto evidenció que, si bien el edificio presentaba ciertas condiciones que incrementaban su vulnerabilidad sísmica, su resistencia estructural global no alcanzaba el nivel crítico. Concluyó que, el edificio Ambarukmo Plaza, aunque en el nivel 2 de vulnerabilidad (media) podría beneficiarse de medidas preventivas.

Pizarro et al. (2021) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica de edificios educacionales. Comparación de dos métodos cualitativos. Casos de estudio” tuvieron como objetivo evaluar el índice de vulnerabilidad (Iv) de los colegios del centro-norte de Mendoza, Argentina, por el método de Benedetti-Petrini y el método FEMA P-156, con muestra de cuatro colegios. Con el método de Benedetti-Petrini, determinaron que la Escuela N° 1 presentaba Iv de 58, siendo vulnerable. En la Escuela N° 2, los cinco módulos arrojaron valores de Iv de 48 (medianamente vulnerable), 56 (vulnerable), 80.5 (extremadamente vulnerable), 19 (no vulnerable) y 49 (no vulnerable), lo que requería demolición en casos extremos. La Escuela N° 3 obtuvo Iv de 71, considerándose muy vulnerable y requiriendo intervenciones urgentes. La Escuela N° 4, cuyos tres módulos presentaron Iv de 93, 84.5 y 73, fue clasificada como extremadamente vulnerable, recomendándose su inhabilitación. Con el método FEMA P-156, la Escuela N° 1 registró Iv de 48 (medianamente vulnerable), mientras que la Escuela N° 2, en sus cinco módulos, presentó 31, 44, 44, 21 y 31, catalogándose como medianamente vulnerables. La Escuela N° 3 obtuvo Iv de 48, siendo medianamente vulnerable. En la Escuela N° 4, los módulos obtuvieron valores de 74, 48 y 74, siendo muy vulnerables. Concluyeron que, el método de Benedetti-Petrini, adaptado por los autores, permitió obtener resultados más detallados proporcionando información clave sobre la aplicación de técnicas de reforzamiento estructural.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Calixto et al. (2023) en su artículo científico “Vulnerabilidad sísmica de las infraestructuras educativas estatales del Cercado de Lima, utilizando la metodología FEMA 154” tuvieron como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica (I_v) de las escuelas públicas ubicadas en el Cercado de Lima, mediante la metodología FEMA P-154. Determinaron que, las instituciones con estructuras modernas y mantenidas, tenían I_v entre 2.5 y 3.5, indicando una vulnerabilidad media, siendo entre el 10% a 20% de escuelas, mientras que, los colegios antiguos, con deficiencias estructurales y sin reforzamiento, el I_v está entre 1.5 y 2.5, reflejando una vulnerabilidad alta y la necesidad de intervención. Concluyeron que, más del 60% de las instituciones públicas en el cercado de Lima tienen alta probabilidad de sufrir daños significativos en un sismo.

Moreno (2024) en su tesis “Vulnerabilidad sísmica aplicando Benedetti - Petrini y FEMA P-154 en edificación antigua de 5 pisos, Huaraz - 2024” tuvo como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica (I_v) de un edificio en Huaraz aplicando los métodos de Benedetti-Petrini y FEMA P-154. Para ello, desarrolló un estudio de tipo aplicado, en el que analizó parámetros estructurales y geotécnicos, siendo la capacidad portante del suelo de 1.86 Kg/cm^2 y resistencia a compresión en columnas 220 kg/cm^2 y en vigas 205 kg/cm^2 . A partir del método Benedetti-Petrini, determinó que la edificación tenía I_v de 78.75, con grado de vulnerabilidad de 20.60%, vulnerabilidad es media. Por otro lado, por el método FEMA P-154 en el nivel 2, obtuvo I_v 0.9, clasificando en grado 3, vulnerabilidad media-alta. Concluyeron que, la estructura presenta vulnerabilidad sísmica media-alta, lo que sugiere que, requiere reforzamiento, asimismo, se evidenció que el método FEMA P-154 permite un análisis más detallado y exigente.

Obregon (2024) en su tesis “Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando métodos convencionales en el centro educativo José Olaya distrito de Ilo, 2023” tuvo como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica del colegio José Olaya en Ilo, utilizando la metodología de FEMA154, Benedetti-Petrini e Hirosawa. El pabellón C del colegio de dos pisos se construyó en el año 2011, y fue remodelado en 2015, con tipo de suelo B, no presenta irregularidad, mientras que, el módulo D se construyó el año 1999, remodelado en el 2005, con tipo de suelo B, que no presenta irregularidad, siendo la resistencia a compresión de los elementos de concreto 198.42 kg/cm^2 . Determinó que, el pabellón C y D tenían un I_v de 3.9 y 1.3 por el método de FEMA154, por el método de Benedetti-Petrini el I_v era 86.25 en ambos pabellones, y por el método de Hirosawa el pabellón C y D tenían I_v de 1.928 y 1.903. Concluyó que, por el método FEMA el pabellón D era vulnerable, mientras que, por los otros métodos los pabellones eran seguros frente a eventos sísmicos.

Nina (2022) en su investigación “Evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicando métodos cualitativos y cuantitativos en la institución educativa emblemática Santa Rosa, Puno - 2022” tuvo como objetivo identificar el índice de vulnerabilidad sísmica (I_v) de la I.E. Santa Rosa de Puno. El tipo de investigación fue aplicada teniendo como muestra 4 pabellones, aplicó como instrumentos reglamentos nacionales de edificaciones y los métodos de FEMA P-154 y Benedetti-Petrini. Determinó que, el pabellón A y B de dos pisos construido en 1928, y el pabellón C construido en 1992 de tres pisos, tienen irregularidad vertical moderada, con tipo de suelo E, determinando I_v de 157.5, 177.5, 165, respectivamente. Concluyó que, los pabellones A, B y C de acuerdo a ambos métodos están expuestos a alta vulnerabilidad sísmica.

2.1.3. Antecedentes regionales

Robledo y Zaquinaula (2024) en su tesis “Vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Tito Cusi Yupanqui en la Provincia de San Ignacio – 2023” tuvo como objetivo determinar la vulnerabilidad sísmica en la I.E. Tito Cusi Yupanqui. El método fue no experimental descriptivo y aplicaron la metodología Benedetti Petrini y verificaron el estado de conservación de las siete aulas y el almacén. Determinando que, la edificación no había sido remodelada, presentaba irregularidad por piso blando, había sido construida en el año 2005, estaba construida con muros de ladrillos artesanales, de 1 piso, con área cubierta de 66.07 m², con visible estado de deterioro. Concluyeron que presentaba un Iv de 76.75%, vulnerabilidad alta, por lo que, propusieron su demolición y reconstrucción.

Alvarado (2024) en su tesis “Determinación vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 Leoncio Prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca” tuvo como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la I.E. 16543 de Tabaconas, siendo la muestra de la investigación descriptiva el pabellón 4, donde realizaron estudios básicos de mecánica de suelos, esclerometría y modelamiento de la edificación, determinando que, el suelo era limo inorgánico de capacidad portante 1.32 kg/cm², calificado como B (regular), sin irregularidad en planta o elevación, con estado de conservación regular, a pesar de sus 26 años de antigüedad, pero con falta de mantenimiento a lo largo de su vida útil, lo que ha generado agrietamientos y fisuras. Concluyó que, el Iv era 50.62%, por lo que, la vulnerabilidad era alta, y requería reforzamiento estructural.

Linares (2023) en su tesis “Determinación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón “A” de la Institución Educativa Víctor Raúl Haya de la Torre, Jaén –

Cajamarca” tuvo como objetivo determinar el índice de vulnerabilidad del pabellón A de la I.E. Víctor Raúl Haya de la Torre de Jaén. La investigación de enfoque descriptivo no experimental, tuvo como muestra al pabellón A construido en 1989 de tres niveles, del cual determino que, se encontraba en buen estado de conservación, que la calidad del sistema resistente era mala, el suelo sobre el que se asentaba era limo arenoso con capacidad portante de 0.93 a 0.97 kg/cm², con pendiente inferior a 10%, no presenta irregularidad en planta, pero si en elevación, donde se presenta columna corta e irregularidad vertical en masa o peso, así mismo, el estado de conservación de la cubierta es malo, además los elementos no estructurales son inestables, con estado de conservación regular. Concluyó que, el I_v era 28.24%, vulnerabilidad sísmica media.

Marín (2022) en su tesis “Determinación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón III de la I.E.16003 Miraflores del distrito de Jaén-Cajamarca” tuvo como objetivo determinar el grado de vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti y Petrini. El estudio fue descriptivo no experimental, donde la muestra fue el pabellón III de la I.E. 16003, donde aplicó encuestas y fichas de registro. Llegando a los siguientes resultados, la edificación de dos pisos, con zapatas aisladas se asienta sobre suelo limoso de baja plasticidad con capacidad portante de 0.75 kg/cm², resistencia convencional buena en la dirección X sistema aporticado y en Y albañilería confinada, pero con inestabilidad en los elementos no estructurales, por lo que, su estado de conservación es regular (B), y no presenta irregularidad en planta, pero si en elevación donde presenta columna corta e irregularidad vertical de masa. Concluyó que, el I_v del pabellón III de la I.E. 16003 era 25%, por lo que, su vulnerabilidad era de nivel medio, por lo que, solo recomienda acciones de mantenimiento en elementos no estructurales.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica se define como la susceptibilidad de una estructura a sufrir daños debido a la acción de un sismo, considerando aspectos como la calidad de los materiales, el diseño estructural, la antigüedad de la construcción y las condiciones del suelo de cimentación (Barbat et al., 2014).

Los estudios sobre vulnerabilidad sísmica han desarrollado diversos métodos para su evaluación, los cuales pueden clasificarse en enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos. Los métodos cualitativos, como FEMA P-154, permiten realizar inspecciones visuales rápidas para identificar edificaciones con características estructurales deficientes que podrían comprometer su estabilidad ante un sismo (Marasco et al., 2021). Por otro lado, los métodos cuantitativos emplean modelos matemáticos y análisis dinámicos para predecir el comportamiento estructural de una edificación frente a diferentes niveles de movimiento sísmico (Kassem et al., 2020). La combinación de estos enfoques ha demostrado ser efectiva para proporcionar evaluaciones más precisas sobre la vulnerabilidad sísmica de un conjunto de edificaciones (Gautam et al., 2020).

2.2.1.1. Estado visual de la edificación y el nivel de vulnerabilidad sísmica

La evaluación del estado de conservación de una edificación es una práctica común. Por un lado, se analiza su antigüedad en relación con su vida útil estimada; por ejemplo, si se considera que un edificio tiene una vida útil de 50 años y ha transcurrido la mitad de ese tiempo, su valor se aproximará al 50%. Por otro lado, se lleva a cabo una evaluación independiente del estado actual de la estructura, clasificándola en distintas categorías, como buena, normal, regular, deficiente o en estado ruinoso, sin importar su antigüedad (Silja, 2017)

2.2.1.2. Resistencia mecánica de elementos estructurales y vulnerabilidad sísmica

La resistencia de materiales y el cálculo de estructuras son disciplinas clave para garantizar que las condiciones de resistencia de una estructura sean adecuadas, evitando tanto el sobredimensionamiento innecesario como posibles deficiencias que comprometan su estabilidad y seguridad (Miquel, 2012)

La resistencia de una estructura depende de la composición molecular de sus materiales, por lo que es esencial evaluar la resistencia estructural de sus componentes. Por ejemplo, si un elemento de concreto fue diseñado para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, pero en pruebas muestra un valor inferior, se considera que ha perdido capacidad estructural (Arqhys Contenidos, 2012).

2.2.1.3. Irregularidades estructurales en una edificación y su vulnerabilidad sísmica

La experiencia ha demostrado que los edificios con configuraciones irregulares tienen un desempeño deficiente frente a terremotos de gran intensidad, lo que ha llevado a que las normativas de diseño sismorresistente establezcan fuerzas de diseño más elevadas para estos casos. Las irregularidades estructurales generan concentraciones de esfuerzos y deformaciones que pueden provocar daños localizados y agotamiento inelástico en los elementos resistentes, aumentando el riesgo de colapsos parciales o totales (Padilla, 2010).

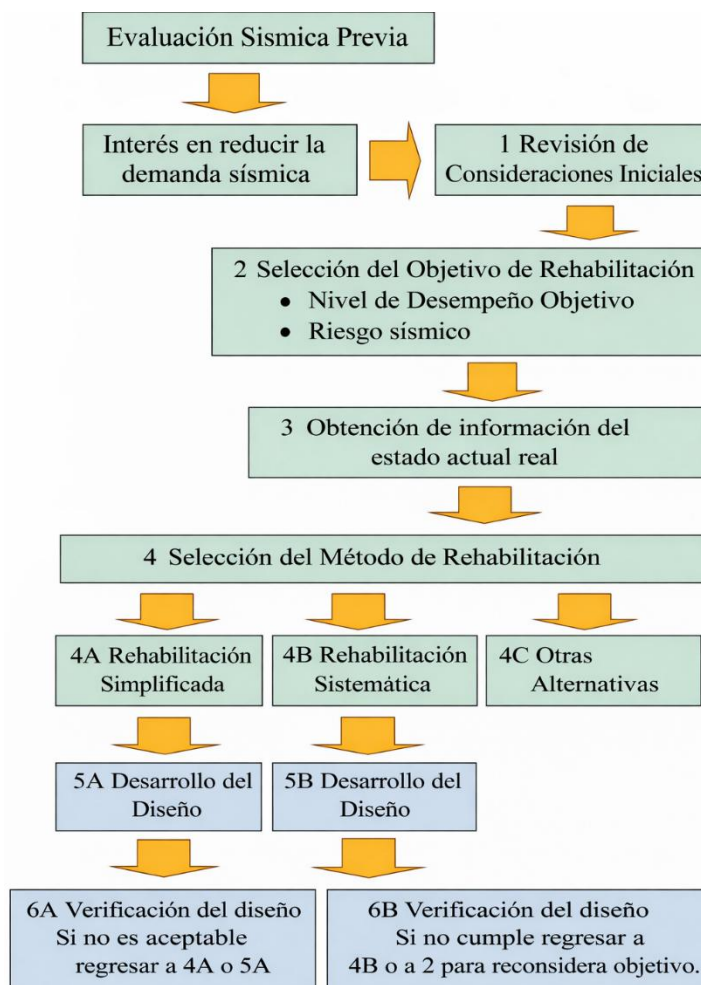
El comportamiento de las estructuras irregulares es difícil de predecir, lo que reduce la confiabilidad de los métodos de diseño y justifica la aplicación de mayores fuerzas de diseño. Además, la naturaleza aleatoria del movimiento sísmico y las variaciones dinámicas de las edificaciones complican aún más la precisión de los cálculos estructurales. Esta incertidumbre es aún mayor en construcciones irregulares, donde los modelos predictivos presentan una confiabilidad más limitada (Padilla, 2010).

2.2.2. Intervención y/o reforzamiento estructural

La intervención estructural, ya sea mediante reforzamiento sísmico o reparación de daños, es esencial para mitigar los efectos de los terremotos y mejorar el desempeño sísmico de edificaciones vulnerables. Además de los eventos sísmicos, las intervenciones pueden ser necesarias por cambios en el uso del edificio, modificaciones en el sistema estructural, corrosión, incendios o impactos. Un aspecto clave en estos procesos es la adecuada conexión entre los elementos nuevos y los existentes, lo que puede lograrse mediante fijaciones, refuerzos activos o pasivos y adhesivos estructurales (Sika, 2017).

Figura 1

Proceso de rehabilitación según FEMA 356

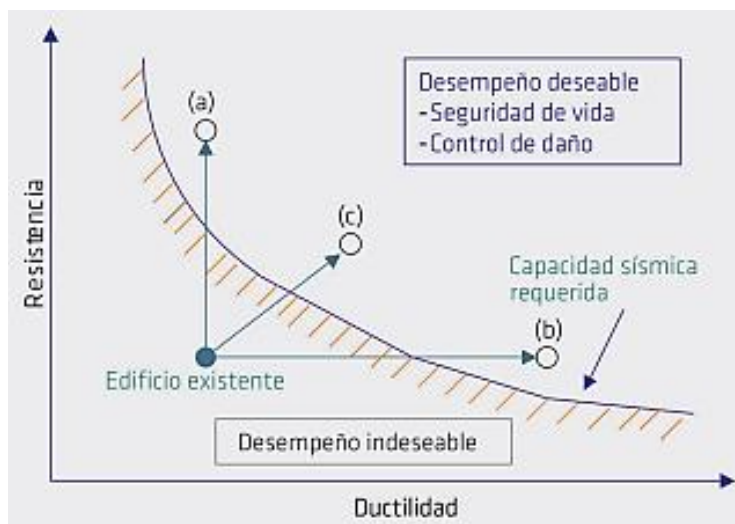


Nota. (Sika, 2017).

En cuanto a la intervención sísmica, se han identificado dos fases principales: el refuerzo y reparación de edificaciones afectadas por sismos, y la mejora de estructuras vulnerables que aún no han experimentado terremotos severos. Pero antes de aplicar cualquier método de reforzamiento, es fundamental evaluar el estado actual de la edificación para determinar las soluciones más adecuadas; en particular, FEMA 356 (Figura 1), establece un proceso detallado para la rehabilitación sísmica, garantizando que las edificaciones mejoradas cumplan con los estándares de seguridad requeridos (Sika, 2017).

Figura 2

Estrategias de intervención sísmica y posibles niveles de desempeño



Nota. (Sika, 2017).

La intervención sísmica (Figura 2) debe considerar sus efectos en la rigidez, resistencia y capacidad de deformación de la estructura rehabilitada, se pueden aplicar tres estrategias principales: (a) aumentar la resistencia sin mejorar la ductilidad, (b) incrementar la capacidad de deformación sin aumentar la resistencia, o (c) una combinación de ambos enfoques. Generalmente, las intervenciones se enmarcan en los enfoques (b) y (c), lo que implica aceptar cierto nivel de daño estructural, que puede o no ser reparable (Sika, 2017).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Vulnerabilidad sísmica e índice de vulnerabilidad sísmica

2.3.1.1. Vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica es la susceptibilidad que presenta una estructura, sistema o comunidad a sufrir daños ante la ocurrencia de un sismo. Esta vulnerabilidad depende de diversos factores como las características estructurales del edificio (materiales, diseño, antigüedad, calidad de construcción), el estado de conservación, la presencia de irregularidades geométricas, y las condiciones del suelo sobre el que se construye. Cuanto mayor sea la vulnerabilidad, mayor será el daño esperado frente a un evento sísmico (Ruiz y Vidal, 2017).

La vulnerabilidad sísmica en una edificación es la susceptibilidad al daño por choque sísmico y, por lo tanto, cuantifica la capacidad de un edificio para resistir el choque sísmico; a la vez se precisa como una característica integral de un edificio, dependiendo de sus características de diseño, materiales de construcción; cuyas evaluaciones de vulnerabilidad implican determinar el nivel esperado de daño a los edificios para cada nivel de movimiento sísmico del suelo (Ruiz y Vidal, 2017).

2.3.1.2. Índice de vulnerabilidad sísmica

El índice de vulnerabilidad sísmica, por su parte, es un valor numérico que cuantifica el grado de vulnerabilidad sísmica de una edificación. Se obtiene mediante métodos técnicos estandarizados que evalúan distintos parámetros estructurales, constructivos y geotécnicos. Este índice permite clasificar los edificios en niveles de vulnerabilidad (baja, media, alta o muy alta), facilitando la toma de decisiones para intervenciones preventivas o correctivas (Chio y Maldonado, 2009).

2.3.2. Métodos de análisis de la vulnerabilidad sísmica

2.3.2.1. Método ATC21 (FEMA P-154)

Este es un método cualitativo perfeccionado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) para establecer el porcentaje de colapso de estructuras y determinar si son particularmente vulnerables para comprender qué elementos estructurales están dañados, cabe señalar que para hacer más rápido el análisis con este método, es necesario describir algunos parámetros (Región sísmica, tipo de suelo, tipo de construcción, irregularidades verticales de los edificios y los pre-codes y post-benchmarks) (Alvarez y Pulgar, 2019).

Tabla 2

Categoría de índices de vulnerabilidad por el método FEMA P-154

Índice	Descripción
$S < 0.3$	Elevada posibilidad de daño 5 y muy elevada posibilidad de daño 4.
$0.3 < S < 0.7$	Elevada posibilidad de daño 4 y muy elevada posibilidad de daño 3.
$0.7 < S < 2.0$	Elevada posibilidad de daño 3 y muy elevada posibilidad de daño de grado 2.
$2.0 < S < 3.0$	Elevada posibilidad de presentar daño de grado 2 y 1.
$S > 3.0$	Posibilidad de presentar daño de grado 1.

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019).

Tabla 3

Clasificación de daño para estructuras de concreto

Clasificación de daño para estructuras de concreto con muros
Grado 1: Daños despreciables o ligeros (leves), aparición de fisuras en los tabiques.
Grado 2: Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no estructurales moderados), presencia de grietas en vigas y muros estructurales, desprendimiento de revestimientos.
Grado 3: Daños importantes a tumbas (daños estructurales moderados), grietas visibles en columnas, vigas y juntas de muros, grandes fisuras en tabiques y muros.
Grado 4: Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no estructurales muy graves), grandes fisuras en los elementos estructurales por compresión y rotura de armaduras, inclinación de columnas y colapso parcial de algunas columnas o plantas altas.
Grado 5: Destrucción (daños estructurales extremadamente graves), colapso total o parcial de la planta baja o de partes significativas de la edificación.

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019).

a) Región sísmica

Zona geográfica donde se presentan movimientos sísmicos con determinada frecuencia e intensidad, debido a la actividad tectónica.

Tabla 4

Región sísmica según aceleración espectral

Región Sísmica	Aceleración del suelo periodo corto o 0.2 s	Aceleración del suelo periodo largo
Bajo	< 0.25g	< 0.10 g
Moderado	0.25-0.50g	\geq a 0.10 g, pero < que 0.20 g
Moderado alto	0.50-1.00 g	\geq a 0.20 g, pero < que 0.40 g
Alto	1.00-1.50g	\geq a 0.40 g, pero < que 0.60 g
Muy alto	\geq a 1.50 g	\geq a 0.60 g

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019).

b) Tipo de construcción

Clasificación de una edificación según sus materiales, sistema estructural y técnicas constructivas empleadas:

Tabla 5

Clasificación de las construcciones según FEMA P-154

Tipo	Descripción
W1	Construcciones unifamiliares o plurifamiliares de uno o más pisos.
W1A	Edificios de madera ligera de gran altura (edificios residenciales) Área de construcción de más de 3000 pies cuadrados = 28 metros cuadrados
W2	Construcción de madera comercial e industrial con un área más grande a 5000 pies ² = 46 metros cuadrados
S1	Construcción de acero resistente a la flexión.
S2	Construcciones de acero con arriostres.
S3	Construcciones de metal ligero.
S4	Construcciones de acero con placas de concreto.
S5	Construcciones de acero con muros de ladrillo no reforzado.
C1	Construcciones de concreto resistente a los momentos.
C2	Construcciones de concreto con placas.
C3	Construcciones de concreto con muros de ladrillo no reforzado.
PC1	Edificios inclinados.
PC2	Construcciones con concreto prefabricado
RM1	Construcciones de ladrillo reforzado, con pisos y diafragmas flexibles.
RM2	Construcciones de ladrillo reforzado, con pisos diafragmas rígidos.
URM	Construcciones con muros de contención de ladrillo si reforzar.
MH	Construcciones prefabricadas.

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019)

c) Tipo de suelo

Clasificación del terreno según sus características físicas y mecánicas, que influyen en el comportamiento de una estructura frente a cargas y sismos.

Tabla 6

Tipo de suelo según método FEMA P-154

Tipo de suelo	Velocidad cortante de las ondas, V_s	SPT, N	Resistencia no drenada al cortante por encima de los 100 pies, S_u
A: Roca dura	$V_s > 5000$ pies/s		
B: Roca	$2500 < V_s < 5000$ pies/s		
C: Suelo muy denso y Roca suave	$1200 < V_s < 2500$ pies/s	$N > 50$	$S_u > 2000$ psf
D: Suelo rígido	$600 < V_s < 1200$ pies/s	$15 < N < 50$	$1000 \text{ psf} < S_u < 2000 \text{ psf}$
E: Arcilla suave	$V_s \leq 600$ pies/s	$N < 15$	$S_u < 1000$ psf
F: Suelo pobre	Arcilla orgánica o espesor mayor a 10 pies de turba. Muy alta plasticidad de las arcillas ($P_f > 75$). Más de 120 pies de suave o mediana arcilla rígida.		

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019).

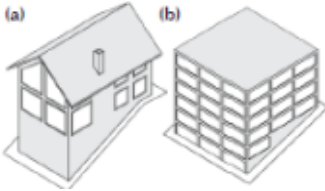


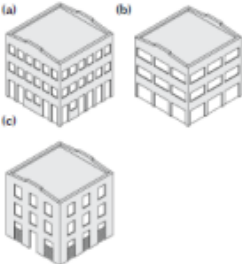
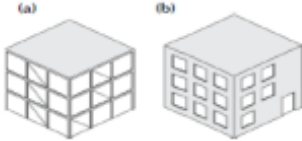

d) Irregularidades verticales y de planta de los edificios

Irregularidades verticales: Variaciones en la forma, rigidez o masa de un edificio a lo largo de su altura, que pueden afectar su respuesta sísmica. Se verifican las irregularidades verticales presentes en las distintas edificaciones, tales como inclinaciones, columnas cortas, pisos débiles y variaciones entre los pisos superiores e inferiores, conocidas como out-of-plane setback (Alvarez y Pulgar, 2019)

Irregularidades de planta: Desalineaciones o formas irregulares en la distribución horizontal de muros o columnas, que generan comportamientos asimétricos durante un sismo (Alvarez y Pulgar, 2019).

Tabla 7

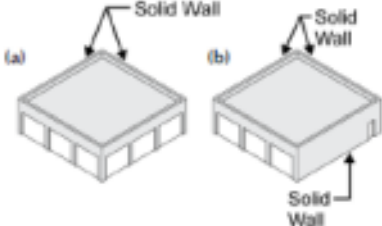

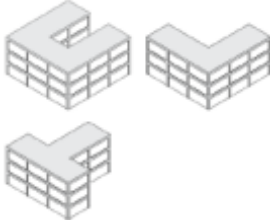

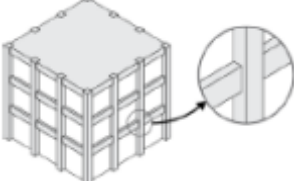
Irregularidades verticales de los edificios

Irregularidad vertical	Severidad	Instrucción
	Varía	Se aplica si hay más de 1 piso inclinado. a) para W1, moderado y b) para las demás estructuras, severo.
<p>Lugar Inclinado</p>		
	Severo	c) Cuando uno de los pisos tiene menos muros o columnas que los otros y d) cuando un piso es más alto que los otros.
<p>Piso débil</p>		
	Severo	Aplica cuando se tiene esquinas verticales que hacen variar la homogeneidad de las estructuras.
<p>Out-of-plane setback</p>		
	Severo	a) Cuando algunas columnas son más pequeños que los otros en el mismo piso, b) cuando las columnas son más pequeños que el peralte de las vigas y c) hay muros que acortan el tamaño de las columnas.
<p>Columna corta</p>		
	Moderado	Se aplica cuando existía una descompensación en los sistemas laterales.
<p>In-plane setback</p>		
	Moderado	Se aplica cuando el diafragma de la construcción no estaba alineado con los demás.
<p>Niveles divididos</p>		

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019)

Tabla 8

Irregularidades en planta de los edificios

Irregularidad en planta	Instrucción
<p data-bbox="496 371 587 400">Torción</p> 	Se aplica cuando existía una buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra, o en caso de excentricidad de rigidez
<p data-bbox="416 658 667 687">Sistemas no paralelos</p>	Se aplica cuando los elementos de la construcción no formaban ángulos de 90°.
	
<p data-bbox="432 866 651 896">Esquinas entrantes</p>	Se aplica si hay esquinas entrantes de más de 6m.
	
<p data-bbox="424 1126 660 1155">Diafragmas abiertos</p>	Se aplica si las aberturas son más del 50% del área total.
	
<p data-bbox="333 1341 748 1370">Vigas no alineadas con las columnas</p>	Se aplicaba cuando el perímetro de las columnas se encontraba fuera del perímetro de las vigas.
	

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019)

e) Pre-codes y post-benchmarks

Pre-codes: Se refiere a edificaciones construidas antes de la implementación de normativas sismorresistentes modernas, por lo general con menor capacidad estructural ante sismos.

Post-benchmarks: Son edificaciones construidas o reforzadas siguiendo códigos sísmicos actualizados, consideradas más seguras frente a sismos.

2.3.2.2. Método de Benedetti-Petrini

Método cualitativo propuesto por Benedetti-Petrini para el análisis visual de los factores estructurales y no estructurales del daño existente en edificaciones causado por sismos; aplicado a sistemas de mampostería de concreto armado finito, infinito y estructural (Alvarez y Pulgar, 2019). Su índice de vulnerabilidad (Iv) se determina por la siguiente ecuación:

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Si * Wi \quad (1)$$

Donde: Si es el coeficiente numérico, clase de vulnerabilidad y Wi es el coeficiente de peso, importancia del parámetro.

Tabla 9

Índices de vulnerabilidad propuesto por Benedetti - Petrini

Parámetros	Clase de Vulnerabilidad Si				Peso Wi
	A	B	C	D	
Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.00
Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
Resistencia convencional	0	5	25	45	1.50
Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
Diafragma horizontal	0	5	15	45	1.00
Configuración en planta	0	5	25	45	0.50
Configuración en elevación	0	5	25	45	1.00
Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0.25
Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.00
Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
Estado de conservación	0	5	25	45	1.00

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019).

Tabla 10

Rango de valores del índice de vulnerabilidad por Benedetti - Petrini

Vulnerabilidad	Riesgos Iv
< 15%	Baja
15% a 35%	Media
> 35%	Alta

Nota. (Benedetti y Petrini, 1984).

a) Tipo y organización del sistema resistente

Este parámetro considera la distribución y continuidad de los elementos estructurales que soportan cargas sísmicas: (Rojas, 2021)

- A: La edificación está construida siguiendo el reglamento sismo resistente.
- B: La edificación cuenta con conexiones mediante vigas o collares de amarre y un adecuado enmarque de muros, permitiendo la transmisión de cargas verticales a los muros y su distribución en todos los niveles inferiores de la estructura.
- C: La edificación no presenta los tipos de conexiones descritos en el inciso B en todos los niveles, pero sus paredes ortogonales resistentes muestran una buena ligazón.
- D: La edificación carece de paredes resistentes bien ligadas.

b) Calidad del sistema resistente

Nivel de confiabilidad de los materiales y técnicas constructivas empleadas en la estructura: (Rojas, 2021)

- A: El sistema resistente de la edificación cumple con las siguientes características: Muros de ladrillo de calidad óptima, con unidades homogéneas mortero de calidad óptima, aplicado con espesores de juntas de 1.5 cm, correcta verticalidad del ladrillo.
- B: Tras la evaluación, la edificación no cumplirá con una de las características mencionadas en el inciso A.
- C: Tras la evaluación, la edificación no cumple con dos de las características mencionadas en el inciso A.
- D: Tras la evaluación, la edificación no cumplirá con ninguna de las características descritas en el inciso A.

c) Resistencia convencional

Este comportamiento se describe mediante la ecuación, en la cual se calculaba el valor de C , definido como la relación entre la fuerza horizontal resistente en la base del edificio y el peso total de la edificación (Rojas, 2021).

$$C = \frac{\alpha \times tk}{q \times N} \times \sqrt{1 + \frac{q \times N}{1.5 \times \alpha \times tk \times (1 + \gamma)}} \quad (2)$$

Donde: N : Número de pisos. tk : Resistencia a cortante del muro $A = \min [Ax; Ay]$
 $B = \max [Ax; Ay]$ $\alpha = A / At$ $\gamma = B / A$ $q = ((A + B \times h) / At) P_m + P_s$, At : Área de la cubierta en planta (m^2) Ax : Área resistente de los muros en dirección x-x (m^2)
 Ay : Área resistente de los muros en la dirección y-y (m^2) h : altura promedio de entrepiso (m), P_m : Peso específico de la mampostería (T/m^3) P_s : Peso por unidad de área de forjado (T/m^2).

d) Posición del edificio de la cimentación

Ubicación del inmueble y tipo de fundación respecto a pendientes, suelos o condiciones geotécnicas:

- A: La edificación presentaba cimentación sobre un terreno estable con pendientes iguales o inferiores al 10%.
- B: La edificación estaba cimentada sobre roca con pendientes entre 10% y 30% o sobre un terreno suelto con pendientes entre un 10% y un 20%.
- C: La cimentación se ubicaba sobre terreno suelto con pendientes entre 20% y 30% o sobre un terreno rocoso con pendientes entre 30% y 50%.
- D: La cimentación se encontró sobre un terreno suelto con pendientes superiores al 30% o sobre un terreno rocoso con pendientes mayores al 50%.

e) Diafragmas horizontales

Elementos como losas o techos que distribuyen las fuerzas sísmicas entre los muros portantes:

A: Edificaciones con diafragmas de cualquier tipo que cumplan con lo siguiente:

1: Carencia de planos a desnivel. 2: La deformabilidad del diafragma es despreciable. 3: La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.

B: Edificación con diafragma que no cumple una condición del inciso A.

C: Edificación con diafragma que no cumple dos condiciones del inciso A.

D: Edificación con diafragma que no cumple tres condiciones del inciso A.

f) Configuración en planta

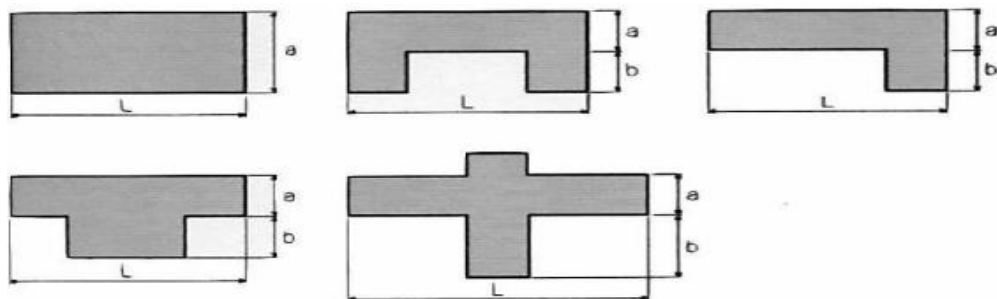
Forma geométrica de la edificación vista desde arriba, que influye en la simetría y el comportamiento ante sismos, se evalúa mediante:

$$\beta_1 = \frac{\alpha}{L} \quad (2)$$

$$\beta_2 = \frac{\alpha}{L} \quad (3)$$

Figura 3

Configuración en planta por el método de Benedetti Petrini



Nota. Yépez, et al., 1995, citado por (Rojas, 2021)

A: Estructura con $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.133$

B: Estructura con $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$

C: Estructura con $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$

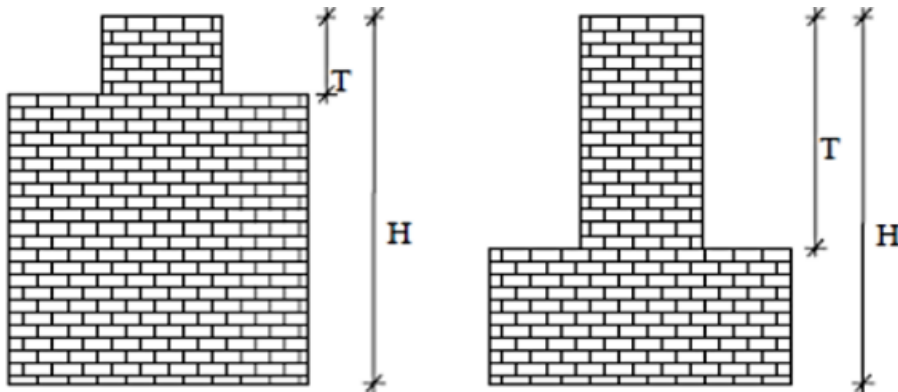
D: Estructura con $\beta_1 < 0.4$ o $0.3 < \beta_2$

g) Configuración en elevación

Distribución vertical de los elementos estructurales, incluyendo alturas y alineamientos entre pisos. Se evalúa mediante la relación T/ H

Figura 4

Parámetro evaluador de la configuración en elevación



Nota. Yépez, et al., 1995, citado por (Rojas, 2021).

A: Si $0.75 < T/H$

B: Si $0.50 < T/H \leq 0.75$

C: Si $0.25 < T/H \leq 0.50$

D: Si $T/H \leq 0.25$

h) Espaciamiento máximo entre muros

Distancia entre muros portantes, que afecta la rigidez y estabilidad lateral del edificio, se define por el factor L/S .

A: $L/S < 15$.

B: $15 \leq L/S < 18$.

C: $18 \leq L/S < 25$.

D: $L/S \geq 25$. Este parámetro se refería a las ampliaciones arquitectónicas, donde se realizaban modificaciones o remodelaciones adicionales que alteraban las distribuciones originales debido a cambios de uso, lo que podía incrementar la vulnerabilidad de la edificación.

i) Tipo de cubierta

Sistema estructural del techo, su peso y su conexión con el resto del edificio.

A: La cubierta era estable, con viga cumbre o de soporte, o la edificación presentaba una cubierta plana.

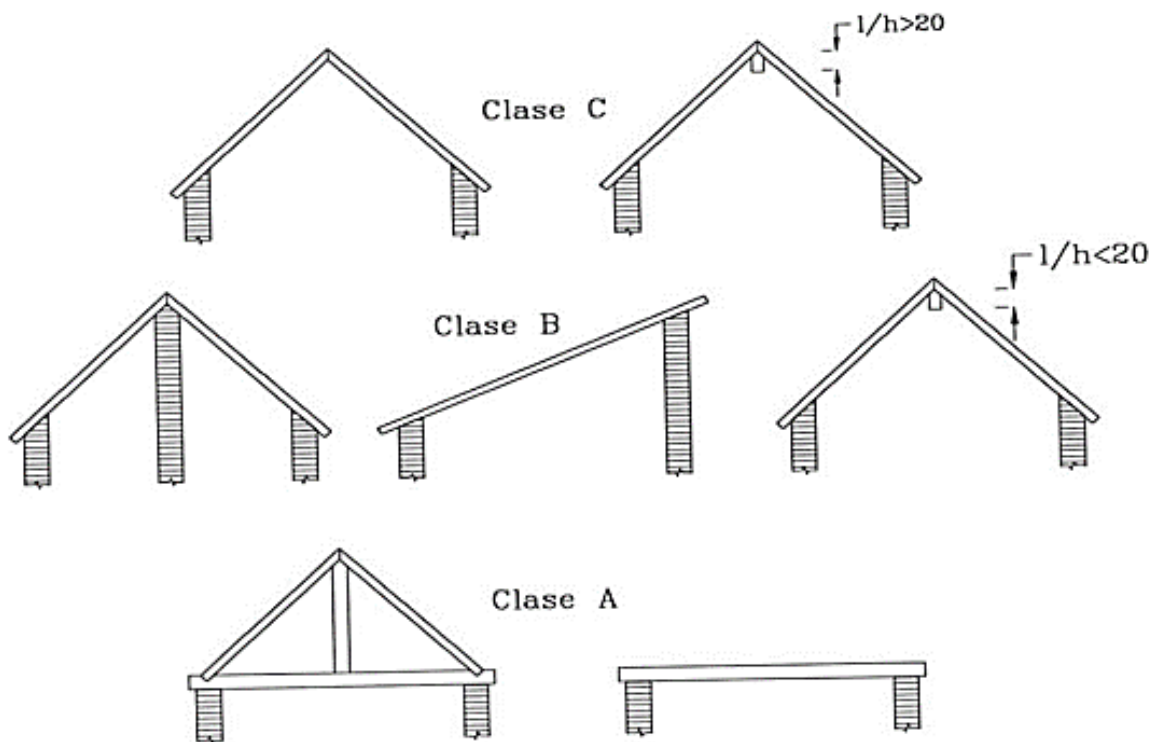
B: La cubierta era estable y contaba con una buena conexión a los paneles de mampostería, aunque carecía de viga de soporte. La edificación presentaba una cubierta parcialmente estable.

C: La cubierta era inestable, pero contaba con una viga de soporte.

D: La cubierta era inestable y carecía de viga de soporte.

Figura 5

Tipologías de cubiertas analizadas



Nota. Yépez, et al., 1995, citado por (Rojas, 2021).

j) Elementos no estructurales

Componentes como tabiques, mobiliario fijo o acabados que no aportan resistencia, pero pueden ser peligrosos en un sismo.

- A/B: Edificación sin cornisas, parapetos ni balcones. También se incluyen edificaciones con cornisas adecuadamente conectadas a los paneles,

chimeneas de pequeñas dimensiones y bajo peso. Los balcones evaluados eran extensiones de los forjados estructurales.

- C: Edificación con elementos externos a la estructura de pequeñas dimensiones, pero mal conectados a la estructura principal.
- D: Edificación con chimeneas o elementos arquitectónicos principales de peso considerable y mala conexión a la estructura, lo que podría provocar su colapso durante un terremoto. También aplicaba a balcones con deficiencia de conexiones o construidos en etapas posteriores a la edificación de la estructura principal, lo que generaba una unión deficiente con los paneles de mampostería

k) Estado de conservación

Condición física general del edificio, considerando daños visibles, desgaste o deterioro estructural.

A: Muros de mampostería en buen estado, sin señales visibles de daño.

B: Muros con fisuras finas y superficiales que no se extienden completamente, a menos que dichas fisuras hayan sido causadas por sismos.

C: Paneles con fisuras moderadas (de 2 a 3 mm) o microgrietas de origen sísmico; también se incluyen estructuras sin grietas, pero con mal estado general en los muros.

D: Paneles con deterioro severo en los materiales de construcción o con grietas mayores a 3 mm de espesor.

2.3.2.3.Método de CERI

El método CERI es un procedimiento cualitativo desarrollado por el Centro de Investigación de Terremotos e Información, que evalúa la vulnerabilidad sísmica de edificaciones a través de un sistema de ponderación de 15 parámetros, de los cuales 11 son estructurales y 4 están relacionados con la cimentación y las condiciones del terreno. Este enfoque considera factores como el tipo y antigüedad del edificio, irregularidades estructurales, daño visible y características del suelo, permitiendo obtener un índice de vulnerabilidad que orienta la toma de decisiones sobre intervenciones necesarias ante riesgos sísmicos (Alvarez y Pulgar, 2019).

Tabla 11

Ponderación para calcular el índice de vulnerabilidad

	Parámetro Estructural	Ponderación
1	Tipo de edificio	20
2	Año de construcción	20
3	Irregularidad vertical	3
4	Piso Blando	5
5	Irregularidad Torsional	3
6	Irregularidad en planta	3
7	Columnas cortas	5
8	Elevación	5
9	Golpeteo	3
10	Revestimiento pesado	3
11	Daño visible	5
	Parámetro de cimentación	Ponderación
12	Tipo de suelo	10
13	Potencial de licuefacción	10
14	Tipo de cimentación	3
15	Estabilidad del talud	10
	Total	108

Nota. (Alvarez y Pulgar, 2019).

2.3.3. Amenaza sísmica

Término técnico utilizado para cuantificar la probabilidad estadística de que un área dada experimente (o supere) una determinada intensidad sísmica (o aceleración del suelo) dentro de un período de tiempo específico y se puede calcular a nivel regional y a nivel local, para lo cual es necesario tener en cuenta los parámetros de la fuente de origen, así como el registro de los eventos sísmicos que ocurren en cada zona de la fuente y la atenuación del movimiento del suelo (Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, 2017).

2.3.3.1. Región sísmica (zona sísmica)

Son aquellas zonas o regiones de las capas terrestres que se ven afectadas por movimientos sísmicos y que a la vez coinciden con zonas de impacto o colisión de placas tectónicas (Gutiérrez, 2021). El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas de acuerdo a la norma E.030 (MVCS, 2018)

Figura 6

Zonas sísmicas



Nota. (Norma E.030, MVCS, 2018).

2.3.4. Suelo de cimentación

El suelo de cimentación es la capa del terreno sobre la que se apoya la cimentación de una estructura. Su función es transmitir de forma segura las cargas del edificio al subsuelo, por lo que su resistencia, compacidad y estabilidad son fundamentales para garantizar el buen comportamiento (Hernández, 2021).

2.3.4.1. Clasificación del suelo según SUCS

Proporciona criterios para clasificar varios tipos de suelos con fines de cimentación (Hernández, 2021).

Arcilla: Es un suelo compuesto por partículas finas y plásticas, tiende a retener agua y exhibe propiedades pegajosas cuando está húmedo (Das, 2015).

Limo: Es un suelo compuesto por partículas más grandes que las arcillas, pero más pequeñas que las arenas (Das, 2015).

Arena: Es un suelo compuesto por partículas granulares (Das, 2015).

Grava: Suelo compuesto por partículas de gran tamaño, en general mayor a 2 mm y proporciona buena capacidad de drenaje (Das, 2015).

Suelo orgánico: Suelo compuesto por material orgánico (Das, 2015).

Tabla 12

Clasificación de suelos SUCS, grupos y subgrupos

Grano	Tipo de suelo	Grupo	Subgrupo	Descripción
Suelo de grano fino (Más del 50% del material pasa a través del tamiz #200)	Limos	M	L	Baja plasticidad (Limite Liquido <50)
		M	H	Alta plasticidad (Limite Liquido >50)
	Arcillas	C	L	Baja plasticidad (Limite Liquido <50)
		C	H	Alta plasticidad (Limite Liquido >50)
	Suelos orgánicos	O	Sin subgrupo	Materia orgánica principalmente, color oscuro altamente plástica.

Nota. (Das, 2015).

2.3.4.2. Propiedades físico – mecánicas del suelo

Granulometría. Gradación del suelo, según diámetro de sus partículas (FAO, 2023).

Límite líquido. Fluidez del suelo determinada por medio del ensayo de Casagrande (FAO, 2023).

Límite plástico. Determina la plasticidad del suelo (FAO, 2023).

Cohesión. Medida de la cementación o adherencia entre las partículas del suelo, originada por la atracción entre ellas por fuerzas moleculares (Rosales, 2007).

Ángulo de fricción. Ángulo formado por la línea de falla en una representación gráfica de la fricción interna durante una prueba triaxial a lo largo de una línea de tensión en una sección recta (Rosales, 2007).

2.3.4.3. Perfiles de suelo

La norma clasifica los perfiles de suelo según la velocidad promedio de propagación de ondas de corte (V_s). Alternativamente, en suelos granulares se usa el promedio ponderado de N_{60} (SPT), y en suelos cohesivos, la resistencia al corte no drenada (S_u) (MVCS, 2018).

Tabla 13

Resumen de valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo

Perfil	V_s	N_{60}	S_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Nota. Perfil Tipo S_0 Roca Dura, Perfil Tipo S_1 Roca o Suelos Muy Rígidos, Perfil Tipo S_2 Suelos Intermedios, Perfil Tipo S_3 Suelos Blandos. Norma E. 030 (MVCS, 2018).

2.3.5. Irregularidades en las edificaciones

Las irregularidades son el desnivel que hace referencia a un conjunto de formas asimétricas o elementos que carecen de continuidad horizontal o vertical, haciéndolos menos duraderos, ya sean cortes, aberturas, ejes no paralelos o esquinas; y están se dan tanto en planta como en altura de las edificaciones (Ponce, 2022).

Tabla 14

Irregularidades estructurales en planta

Irregularidades estructurales en planta	Ip
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90

Nota. (MVCS, 2018)

Tabla 15

Irregularidades estructurales en altura

Irregularidades estructurales en altura	Ia
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.5
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60

Nota. (MVCS, 2018).

2.3.6. Resistencia a compresión de elementos estructurales

La resistencia a la compresión simple es la principal propiedad mecánica del concreto (Cemex., 2019).

2.3.6.1. Pruebas no destructivas

Los ensayos no destructivos son un método alternativo para evaluar estructuras que presentan algunos problemas en la matriz del concreto, proporcionando información crítica sobre el comportamiento del material sin causar daño físico a la estructura (Moreno y Malhotra, 2022).

- Martillo de rebote: Ensayo que hace uso de un Esclerómetro para impartir a través de energía cinética un elemento estructural del edificio, cuyo resultado es un valor adimensional que representa la resistencia del concreto. (Moreno y Malhotra, 2022)
- Pulso ultrasónico: Ensayo que hace uso de ondas que al ponerse en contacto con el concreto se encargan de transferir la energía en un valor numérico de velocidad de onda dentro de la masa del concreto, el cual luego se correlaciona para determinar el valor de la resistencia (Moreno y Malhotra, 2022).
- Esclerometría. Ensayo que permite determinar la resistencia de un elemento de concreto a partir del número de rebotes del esclerómetro (García, 2019).

2.3.6.2. Prueba de esclerometría

La prueba de esclerometría es un ensayo no destructivo que se utiliza para estimar la resistencia del concreto en estructuras existentes. Consiste en medir la dureza superficial del concreto mediante un martillo de rebote (esclerómetro), que impacta la superficie y registra la altura del rebote. Esta medida se relaciona con la resistencia del material, permitiendo evaluar su estado sin dañarlo (García, 2019).

2.3.7. Acciones de intervención

Las acciones de intervención son todas aquellas propuestas para mantener, mejorar, reforzar o rehabilitar estructuralmente una edificación. La intervención o rehabilitación estructural, ya fuera mediante el reforzamiento sísmico o la reparación de edificaciones, constituía un componente esencial para mitigar los efectos de los sismos, siendo la mejora del desempeño sísmico en edificios vulnerables un asunto de vital importancia y urgencia. Un aspecto crítico en este proceso era la conexión entre los elementos nuevos y existentes, la cual podía lograrse mediante fijaciones, refuerzos activos o pasivos y adhesivos (Sika, 2017).

2.3.7.1. Nivel de acciones de intervención

Grado o intensidad de medidas técnicas aplicadas a una edificación para reducir su vulnerabilidad sísmica, el cual depende del nivel de daño o riesgo identificado (Pizarro et al., 2021).

Las acciones de intervención se dan según el valor del índice de vulnerabilidad, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16

Nivel de vulnerabilidad y acciones a seguir

[0,9]	No vulnerable	No requiere tomar medidas
[9,25]	Poco vulnerable	Mantener en observación parámetros vulnerables
[25,55]	Medianamente vulnerable	Seguimiento periódico anual
[55,65]	Vulnerable	Tomar medidas especiales
[65,80]	Muy vulnerable	Tomar medidas especiales urgentes
[80,100]	Extremadamente vulnerables	Se sugiere inhabilitación y/o demolición

Nota. (Pizarro et al., 2021).

2.3.7.2. Reforzamiento estructural

Conjunto de técnicas que buscan mejorar la capacidad resistente de los elementos estructurales de una edificación, para que puedan soportar mejor las

cargas sísmicas y evitar colapsos. Los tipos de reforzamiento estructural descritos por (Chavez y Espíritu, 2019), son:

a) Reparación de muros de albañilería

Intervención que corrige fisuras, grietas o deterioro en muros construidos con ladrillo o bloque, con el fin de restablecer su integridad estructural y funcional.

- Reforzamiento con fibra de carbono. Técnica de refuerzo que consiste en adherir láminas o tejidos de fibra de carbono a elementos estructurales (como muros o columnas) para aumentar su resistencia y rigidez sin añadir peso significativo.
- Reforzamiento con malla electrosoldada. Método que utiliza mallas de acero soldadas aplicadas sobre muros o elementos estructurales, generalmente embebidas en mortero, para mejorar su comportamiento sísmico.

b) Reparación de columnas

Intervención dirigida a restaurar la capacidad estructural de columnas dañadas mediante técnicas como el encamisado, el sellado de fisuras o la aplicación de refuerzos externos.

c) Reparación de vigas

Proceso que busca restablecer la integridad y funcionalidad de vigas afectadas por fisuras, corrosión u otros daños, utilizando técnicas de inyección, refuerzo o recubrimiento estructural.

2.4. Hipótesis

Ho: El índice de vulnerabilidad sísmica de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota es bajo, por lo que no se requieren acciones de intervención estructural

H1: El índice de vulnerabilidad sísmica de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota es medio o alto, por lo que se requieren acciones de intervención estructural.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable independiente: Índice de vulnerabilidad sísmica

El índice de vulnerabilidad sísmica es el grado de susceptibilidad de daño ante la ocurrencia de un terremoto teniendo niveles de alto, medio y bajo. Es la predisposición inherente de las estructuras a experimentar cierto nivel de deterioro frente a un evento sísmico dependía de las propiedades físico-mecánicas de los materiales que las componían, así como de las características estructurales del diseño (Mamani y Fhilco, 2021).

2.5.2. Variable dependiente: Acciones de intervención

Las acciones de intervención son todas aquellas propuestas para mantener, mejorar, reforzar o rehabilitar estructuralmente una edificación. La intervención o rehabilitación estructural, ya sea mediante el reforzamiento sísmico o la reparación de edificaciones, constituía un componente fundamental para mitigar los efectos de los sismos, siendo la mejora del desempeño sísmico de edificios vulnerables un asunto de suma importancia y urgencia (Sika, 2017).

Tabla 17

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Ítem
VI Índice de vulnerabilidad sísmica	Grado de susceptibilidad de daño ante la ocurrencia de un terremoto teniendo niveles de alto, medio y bajo. Es la predisposición inherente de las estructuras a presentar cierto nivel de deterioro por un evento sísmico.	Método ATC21 (FEMA P-154)	Es la determinación del índice de vulnerabilidad sísmica por medio del método FEMA P-154	Región sísmica	
				Tipo de suelo	Kg/cm2
				Tipo de construcción	
				Irregularidades verticales	
				Irregularidades en planta	
				pre-codes y post-benchmarks	
				Organización del Sistema resistente	
				Calidad del sistema resistente	Kg/cm2
				Resistencia convencional	Kg/cm2
				Posición del edificio y cimentación	m
				Diafragma horizontal	
				Configuración en planta	m
		Configuración en elevación	m		
		Distancia máxima entre los muros	m		
		Tipo de cubierta			
		Elementos no estructurales			
		Estado de conservación			
		Tipo de edificio			
		Año de construcción/Usos de norma	Año		
		Irregularidad vertical			
		Piso blando			
		Irregularidad torsional			
		Irregularidad en planta			
		Columnas cortas			
Golpeteo					
Revestimiento pesado					
Daños visibles					
Tipo de suelo	Kg/cm2				
Potencial de licuefacción	%				
Tipo de cimentación	Kg/cm2				
Estabilidad de talud (si lo precisa)	%				
VD Acciones de intervención	Las acciones de intervención son todas aquellas propuestas para mantener, mejorar, reforzar o rehabilitar estructuralmente una edificación.	Nivel de acciones de intervención	La intervención o rehabilitación estructural ya sea el reforzamiento sísmico o la reparación de edificaciones es un componente esencial para la mitigación de los efectos de los sismos.	No requiere tomar medidas	%
				En observación los elementos vulnerables	%
				Seguimiento periódico anual	%
				Tomar medidas especiales	%
				Tomar medidas especiales urgentes	%
				Se sugiere su inhabilitación y/o demolición	%

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, para recoger y analizar datos cuantitativos sobre variables como el tipo de suelo, la resistencia de los elementos estructurales, la determinación de irregularidades estructurales, entre otros datos numéricos de interés para calificar cuantitativamente la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota.

El tipo de investigación es aplicada, o de carácter tecnológico porque a través de la investigación científica conduce a la transformación material de la sociedad solucionando un problema existente (Esteban, 2018), se obtendrán datos inéditos a partir del análisis de vulnerabilidad sísmicas de las edificaciones por medio de la aplicación de metodologías cualitativas.

El nivel de investigación es descriptivo, describe un fenómeno de estudio y sus implicancias para la comprensión de la observación, resuelve cuestiones como quién, qué, dónde, cuándo, y cómo (Esteban, 2018), se describirá el estado actual de las edificaciones, y demás características necesarias para definir el nivel de vulnerabilidad sísmica, a fin de poder describir acciones de mantenimiento, mejoramiento o rehabilitación, que, garanticen la seguridad estructural en las edificaciones. Siendo así, el análisis de vulnerabilidad es el primer paso para identificar aquellas, edificaciones que, requieren estudios más específicos para definir la capacidad estructural de las viviendas, según su nivel de vulnerabilidad determinado por métodos cualitativos descriptivos.

Tabla 18*Tipo de investigación*

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque metodológico	Mixta
Objetivos	Descriptiva
Fuente de datos	Mixta
Control de diseño de la prueba	No Experimental
Temporalidad	Transversal (Sincrónica)
Contexto donde sucede	Campo
Intervención disciplinaria	Multidisciplinaria.

Nota. (Grajales, 2000).

3.2. Diseño de investigación

El diseño no experimental transeccional descriptivo según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se indica que este tipo de diseños transeccionales descriptivos tiene como principal propósito indicar sobre la incidencia de los niveles o modalidades de las variables de una población. Este diseño ofrece una descripción al situar a un grupo de personas, objetos, situaciones, contextos o comunidades en una o varias variables que permiten su caracterización. En consecuencia, estos estudios son puramente descriptivos, con hipótesis de naturaleza descriptiva, es decir, centrados en los pronósticos de cifras o valores específicos. Por lo expuesto, para esta investigación se determinaba que el diseño es no experimental - transeccional descriptivo , ya que se realizarían trabajos de inspección in situ de los elementos en estudio con el propósito de determinar la vulnerabilidad sísmica sin manipular las variables presentes.

$$M \leftarrow O \tag{4}$$

El esquema de investigación se muestra en la Fig. 7.

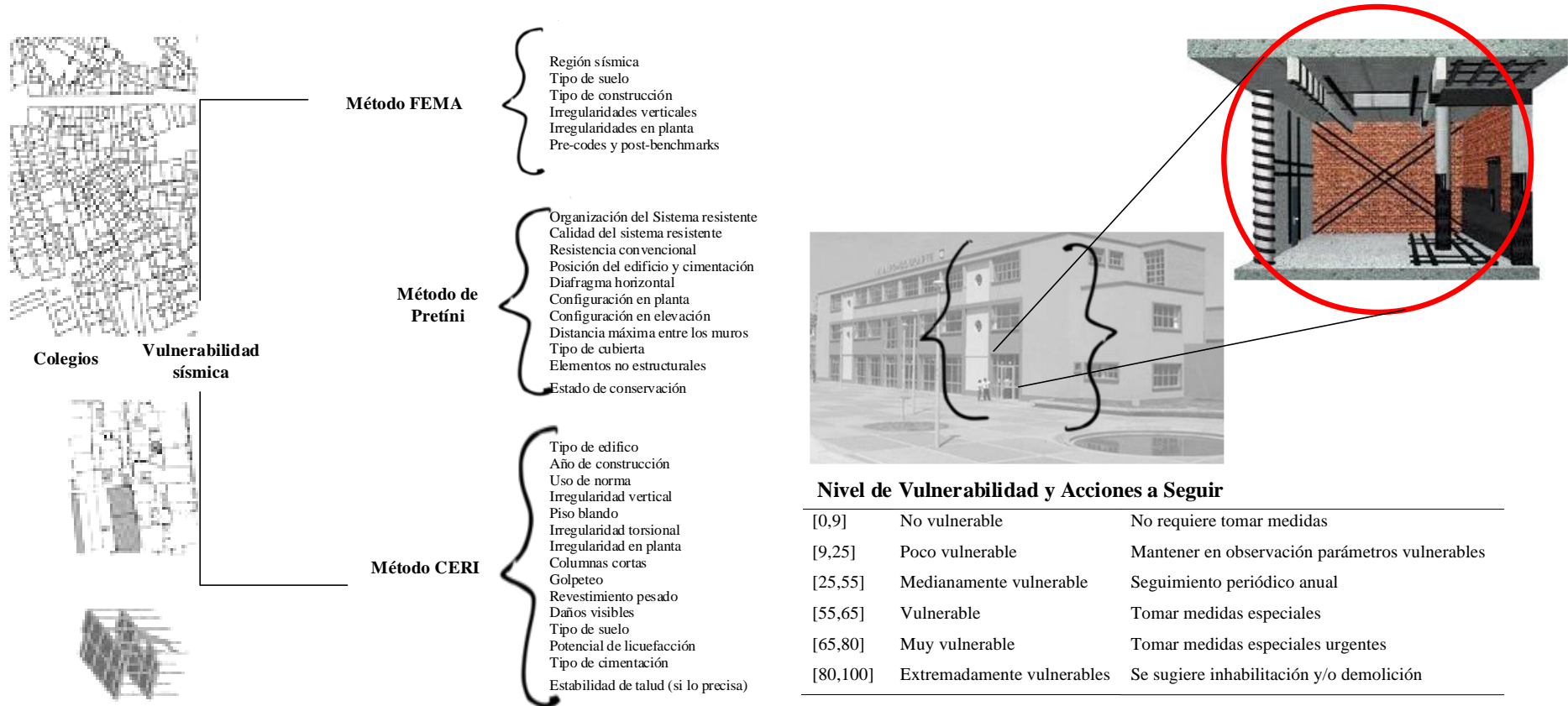
3.3. Métodos de investigación

Se usó los métodos de investigación del enfoque mixto, tal como, el método sintético analítico. Este método se refiere a dos procesos intelectuales inversos que operan en unidad: el análisis y la síntesis (Henríquez, 2005).

El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un todo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes, mientras que el método sintético es lo inverso unir las partes en un todo; en el estudio de cada módulo se analizarán cada una de sus partes (componentes estructurales), para luego unir los resultados de cada parte para definir una conclusión general sobre la edificación y su nivel de vulnerabilidad sísmica para la descripción de propuestas de intervención estructural.

Figura 7

Diseño de investigación no experimental transeccional descriptivo



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población estuvo conformada por los 30 módulos estructurales pertenecientes a las 5 instituciones educativas públicas de nivel secundario ubicadas en la ciudad de Chota, provincia de Chota, región Cajamarca, según datos del MINEDU (ESCALE, 2024). Estos módulos corresponden a los colegios San Juan, Sagrado Corazón de Jesús, Abel Carbajal Pérez, Santa Rafaela María y Almirante Miguel Grau.

Tabla 19

Módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota

Código modular	Nombre de IE	Dirección de IE	Pabellones	Módulos
0452557	San Juan	Calle Inca Garcilaso De La Vega S/N	9	14
0452680	Sagrado Corazón De Jesús	Jirón Sagrado Corazón De Jesús 231	4	7
1110311	Abel Carbajal Pérez	Jirón Gregorio Malca 877	2	4
1366004	Santa Rafaela María	Jirón Atahualpa 106	2	2
0453530	Almirante Miguel Grau	Carretera Fundo Tuctuhuasi S/N	3	3
Total			20	30

Nota. (ESCALE, 2024)

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 13 módulos estructurales, seleccionados en función de la factibilidad de acceso, la viabilidad para ejecutar los ensayos básicos y la disponibilidad de autorización institucional. En este marco, se aseguró la cobertura mínima de al menos un módulo por institución educativa, a fin de disponer de evidencia diagnóstica comparativa entre colegios y orientar la propuesta de acciones de intervención estructural.

Tabla 20

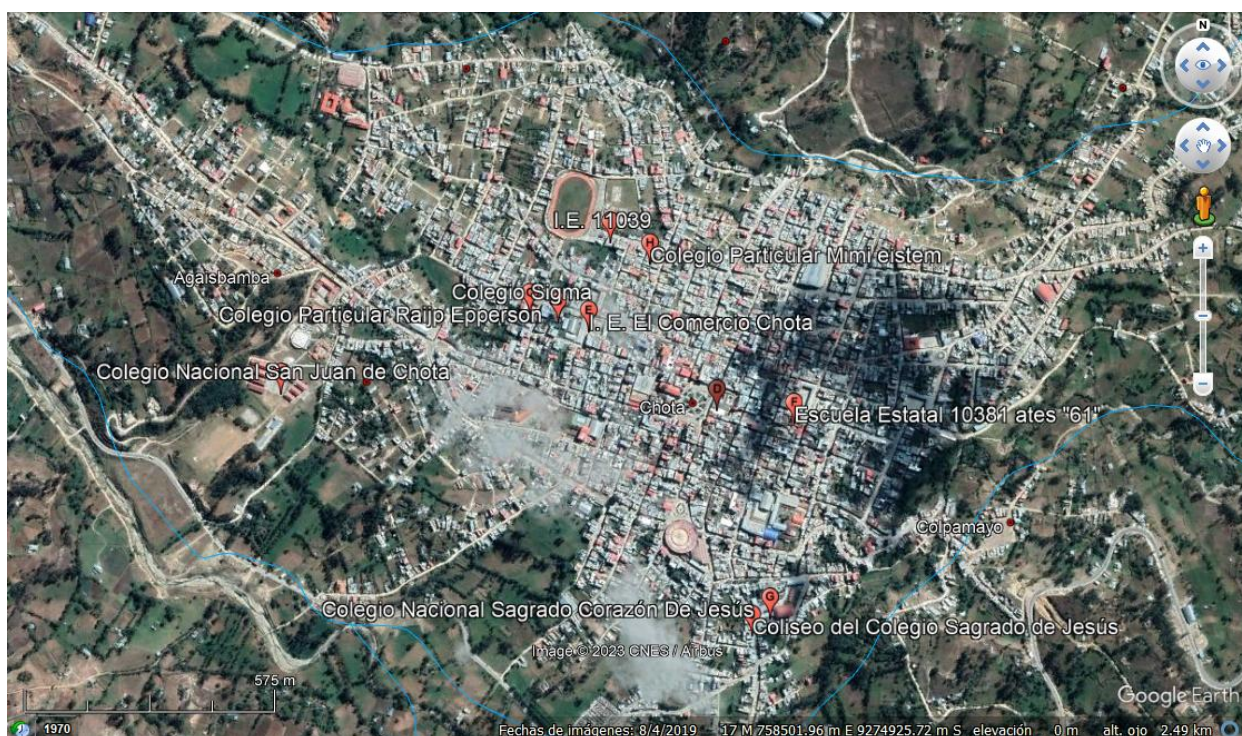
Muestra: Módulos de las I.E.S. de la ciudad de Chota

Código	Nombre de IE	Dirección de IE	Módulos
0452557	San Juan	Calle Inca Garcilaso De La Vega S/N	7
0452680	Sagrado Corazón De Jesús	Jirón Sagrado Corazón De Jesús 231	2
1110311	Abel Carbajal Pérez	Jirón Gregorio Malca 877	2
1366004	Santa Rafaela María	Jirón Atahualpa 106	1
0453530	Almirante Miguel Grau	Carretera Fundo Tuctuhuasi S/N	1
Total			13

Nota. (ESCALE, 2024).

Figura 8

Instituciones educativas de nivel secundario en Chota



Nota. (Google earth, 2023).

3.4.3. Muestreo

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, con criterio intencional, debido a que la selección de los módulos no dependió de una probabilidad conocida, sino del acceso real, la disponibilidad de autorización y la factibilidad técnica para aplicar la metodología en condiciones de campo. Este

tipo de muestreo permite incluir los casos accesibles que aceptan participar y que se encuentran próximos y disponibles para el investigador, lo cual es pertinente cuando existen restricciones logísticas y operativas en el trabajo de campo.

En consecuencia, la selección de los 13 módulos se realizó en coordinación con los directores de cada institución y consideró los siguientes criterios técnicos:

- Acceso y autorización para inspección visual y levantamiento de información.
- Seguridad operativa para ejecutar ensayos y recorridos en la edificación.
- Factibilidad de ensayos básicos (esclerometría, evaluación del suelo e inspección visual), según disponibilidad de espacios y condiciones de trabajo.
- Presencia de indicios de vulnerabilidad (deterioro, fisuras, irregularidades visibles u otras condiciones que incrementen la necesidad de diagnóstico), con el propósito de sustentar acciones de intervención estructural.

Finalmente, al tratarse de un muestreo no probabilístico, los resultados se interpretan con alcance diagnóstico y aplicado para los módulos evaluados, orientados a la identificación del nivel de vulnerabilidad y a la definición de medidas de intervención, sin pretender inferencia estadística con margen de error probabilístico para la totalidad de los 30 módulos.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de los datos

Observación. Técnica que, consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. En el estudio se observarán las características visuales de los módulos de las edificaciones, tomando así, datos base, medidas, y demás información de interés.

Estudios básicos. Son aquellos estudios necesarios para obtener la información vital para el desarrollo del estudio, tales como:

Ensayos in situ, corresponde al análisis de esclerometría para definir la resistencia del concreto de los elementos estructurales.

Ensayos ex situ, corresponde al estudio de mecánica de suelos a una calicata dentro de cada institución educativa en análisis para definir las características del suelo de cimentación.

Gabinete, corresponde al análisis de irregularidades estructurales en planta y altura de cada uno de los módulos en análisis.

Análisis de vulnerabilidad. Es el análisis de la vulnerabilidad de los módulos de las edificaciones por medio de formatos de estudio, los cuales han sido definidos según el tipo de método de análisis.

Estudio causal – comparativo descriptivo. Es la técnica donde se determina la pertinencia de acciones de intervención y se describen las mismas, de forma cualitativa, como recomendaciones de análisis.

3.5.2. Instrumentos para la recolección de los datos

Cuaderno de campo. Permitirá registrar los datos que, se observarán: las características visuales de los módulos de las edificaciones, tomando así, datos base, medidas, y demás información de interés.

Informe de estudios básicos. Es el medio donde se presentan los formatos de los ensayos de laboratorio in situ – ex situ, y del análisis de irregularidades estructurales en planta y altura, para obtener la información básica para el análisis de vulnerabilidad. Se realizarán ensayos de humedad, granulometría, límites de consistencia y corte directo en una calicata ubicada dentro del campus de las instituciones educativas; y se realizará el ensayo de esclerometría para determinar la resistencia de los elementos estructurales (columnas, vigas y losa)

Formatos de análisis de vulnerabilidad. Son aquellos formatos ya establecidos dados por cada metodología que, permiten el procesamiento de la información recolectada para establecer el nivel de vulnerabilidad de cada edificación. (En anexos se muestra los formatos para el análisis de vulnerabilidad, e irregularidades en planta y altura).

Matriz de análisis causal – comparativo descriptivo. Es el medio donde se resume la descripción de las acciones de intervención en los módulos según el nivel de vulnerabilidad determinado.

Tabla 21

Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de datos por variable

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI Vulnerabilidad sísmica	Primaria	Observación Estudios básicos Análisis de vulnerabilidad	Cuaderno de campo Informe de estudios básicos Formatos de análisis de vulnerabilidad
VD Descripción de acciones de intervención	Primaria	Estudio causal – comparativo descriptivo	Matriz de análisis causal – comparativo descriptivo

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Visita a las instituciones educativas

Se realizó una visita previa a las instituciones educativas para conseguir el permiso para la realización de los ensayos básicos, así como verificar las edificaciones que, cuenten con planos arquitectónicos y/o estructurales, si algún módulo a evaluar no tiene planos estos serán elaborados tomando en cuenta solamente las dimensiones geométricas debido a que, para el análisis de irregularidades solo se requiere modelar la geometría de la edificación, sin necesidad de contar con datos de acero u otros datos que, no se puedan obtener al no tener planos de las edificaciones.

En la exploración se verificó que los colegios que no tenían planos digitales sino solamente planos realizados a mano alzada eran: Colegio Sagrado Corazón de Jesús, colegio Agropecuario, colegio Abel Carbajal Pérez Comercio, y el colegio Santa Rafaela María. De estos cuatro colegios los planos fueron graficados de forma digital utilizando el programa AutoCAD 2022, y verificando las dimensiones de los planos físicos en campo.

3.6.1.2. Muestreo de suelos

El muestreo de suelos para el estudio de vulnerabilidad sísmica en los colegios de la ciudad de Chota se realizó conforme a la Norma Técnica Peruana E.050 “Suelos y Cimentaciones”. Según esta normativa, para edificaciones de tipo III (como es el caso de los módulos escolares), se requiere una calicata por cada 900 m² de área construida. En el Colegio San Juan, por ejemplo, se analizaron siete módulos de 8 x 15 m, totalizando 840 m²; por tanto, una sola calicata es suficiente para cumplir el requisito normativo.

Tabla 22*Número de puntos de exploración de acuerdo a la norma E.050*

Tipo de edificación u obra	Número de puntos de exploración	Elección realizada
I	1 por 225 m ²	Son edificaciones tipo III
II	1 por 450 m ²	En el colegio San Juan se
III	1 por 900 m ²	están estudiando 7 módulos
Habilitaciones urbanas	3 por ha	de 8x15, siendo 840 m ² , por tanto, con 1 sola calicata se cumple el criterio de la norma.

Nota. (MVCS, 2018).

$$N = \frac{\text{Área construida}}{900 \text{ m}^2} = \frac{840}{900} = 0.93 \cong 1 \text{ calicata por colegio} \quad (5)$$

La profundidad de exploración fue determinada de acuerdo con la ecuación $p = Df + z$, donde Df corresponde a la profundidad de desplante y z a una profundidad adicional de análisis. Como las edificaciones no cuentan con sótano y las cimentaciones son superficiales, se consideró una profundidad mínima de 1.5 m en todas las calicatas.

$$p = Df + z \quad (6)$$

Donde, Df es la distancia vertical desde la superficie del terreno o desde el nivel del piso terminado hasta el fondo de cimentación, z es 1.0 m. Siendo así, en este caso se ha considerado la profundidad mínima para verificar las características del suelo de cimentación siendo 2.5 m.

$$p = 1.50 + 1.00 = 2.50 \text{ m} \quad (7)$$

En total, se ejecutó una calicata por colegio, ubicadas estratégicamente dentro del área de estudio de cada institución. Los puntos de muestreo se georreferenciaron y se identificaron con sus respectivas coordenadas UTM y cotas, garantizando la representatividad del suelo de cimentación para cada caso.

Tabla 23*Número y profundidad de calicatas en el colegio San Juan*

Descripción general						
Código	Colegio	Área total (m ²)	Norma aplicada	Nº de calicatas	Profundidad (m)	Observaciones
C-4	San Juan	840	E.050 (MVCS, 2018)	1	2.5	Cumple criterio normativo
Cálculo de la cantidad			Cálculo de la profundidad			
Tipo de edificación	III	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²	Profundidad de excavación (p) en m		
Área construida (m ²)		840		$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 \text{ m}$		
Número de calicatas requeridas	0.933	Número de calicatas ejecutadas	1.00	2.5		

Tabla 24*Número y profundidad de calicatas en el colegio Sagrado*

Descripción general						
Código	Colegio	Área total (m ²)	Norma aplicada	Nº de calicatas	Profundidad (m)	Observaciones
C-1	Sagrado	581.808	E.050 (MVCS, 2018)	1	2.5	Cumple criterio normativo
Cálculo de la cantidad			Cálculo de la profundidad			
Tipo de edificación	III	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²	Profundidad de excavación (p) en m		
Área construida (m ²)		581.808		$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 \text{ m}$		
Número de calicatas requeridas	0.646	Número de calicatas ejecutadas	1.00	2.5		

Tabla 25*Número y profundidad de calicatas en el colegio Comercio*

Descripción general						
Código	Colegio	Área total (m ²)	Norma aplicada	Nº de calicatas	Profundidad (m)	Observaciones
C-5	Comercio	305.104	E.050 (MVCS, 2018)	1	2.5	Cumple criterio normativo
Cálculo de la cantidad			Cálculo de la profundidad			
Tipo de edificación	III	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²	Profundidad de excavación (p) en m		
Área construida (m2)		305.104		$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 \text{ m}$		
Número de calicatas requeridas	0.339	Número de calicatas ejecutadas	1.00	2.5		

Tabla 26*Número y profundidad de calicatas en el colegio Agropecuario*

Descripción general						
Código	Colegio	Área total (m ²)	Norma aplicada	Nº de calicatas	Profundidad (m)	Observaciones
C-2	Almirante M.G.	268.64	E.050 (MVCS, 2018)	1	2.5	Cumple criterio normativo
Cálculo de la cantidad			Cálculo de la profundidad			
Tipo de edificación	III	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²	Profundidad de excavación (p) en m		
Área construida (m2)		268.64		$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 \text{ m}$		
Número de calicatas requeridas	0.298	Número de calicatas ejecutadas	1.00	2.5		

Tabla 27*Número y profundidad de calicatas en el colegio Santa Rafaela María*

Descripción general						
Código	Colegio	Área total (m ²)	Norma aplicada	Nº de calicatas	Profundidad (m)	Observaciones
C-3	Santa Rafaela	42.56	E.050 (MVCS, 2018)	1	2.5	Cumple criterio normativo
Cálculo de la cantidad			Cálculo de la profundidad			
Tipo de edificación	III	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²	Profundidad de excavación (p) en m		
Área construida (m ²)		42.56		$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 \text{ m}$		
Número de calicatas requeridas	0.047	Número de calicatas ejecutadas	1.00	2.5		

Tabla 28*Ubicación de las calicatas para el estudio de mecánica de suelos en los colegios de la ciudad de Chota*

Colegio	Almirante Miguel Grau	San Juan	Santa Rafaela María	Sagrado Corazón de Jesús	Abel Carbajal Pérez
Calicata	1	1	1	1	1
Código	C-2	C-4	C-3	C-1	C-5
Norte (m)	9274969	9274102	9273869	9273652	9274285.71
Este (m)	757101	758922	759976	760052	759609.86
Cota (msnm)	2262	2312	2387	2346	2395
Profundidad de desplante (m)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Figura 9

Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Abel Carbajal Pérez

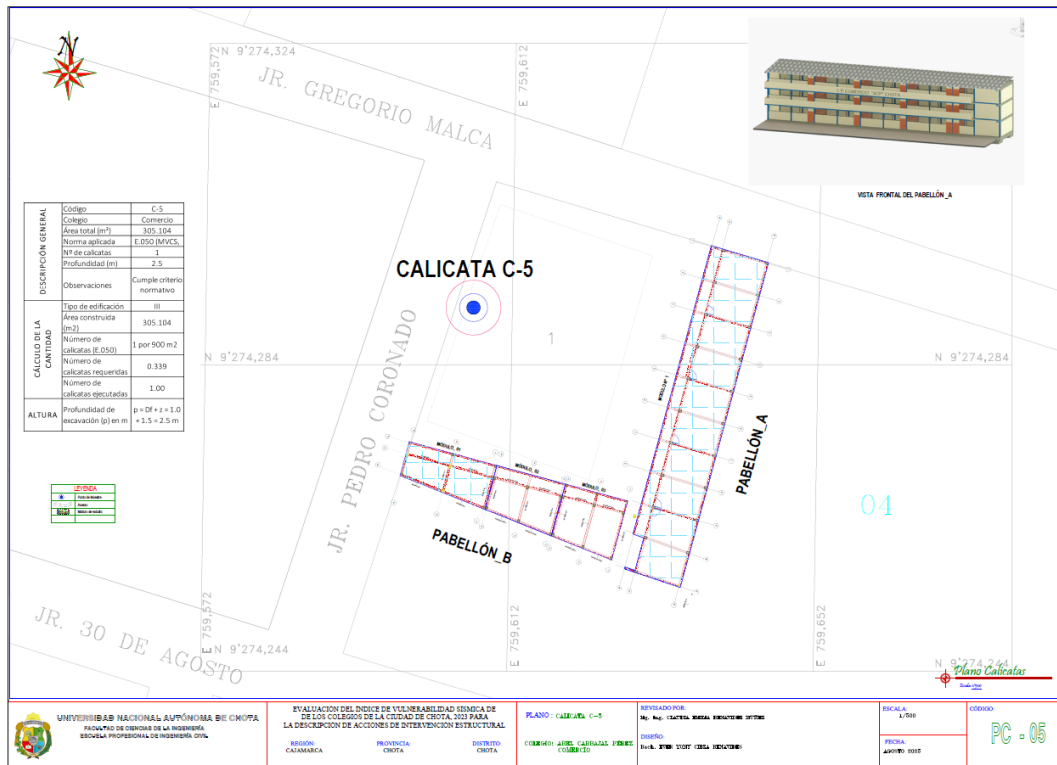


Figura 10

Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Almirante Miguel Grau

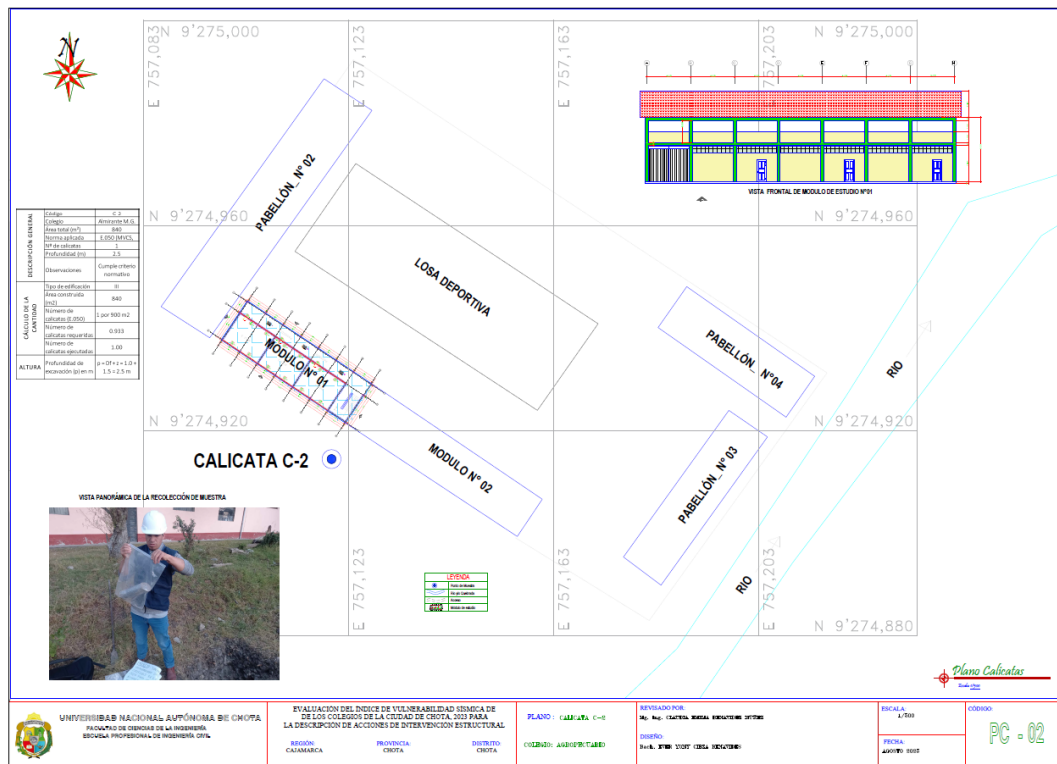


Figura 11

Mapa de ubicación de la calicata en el Colegio San Juan

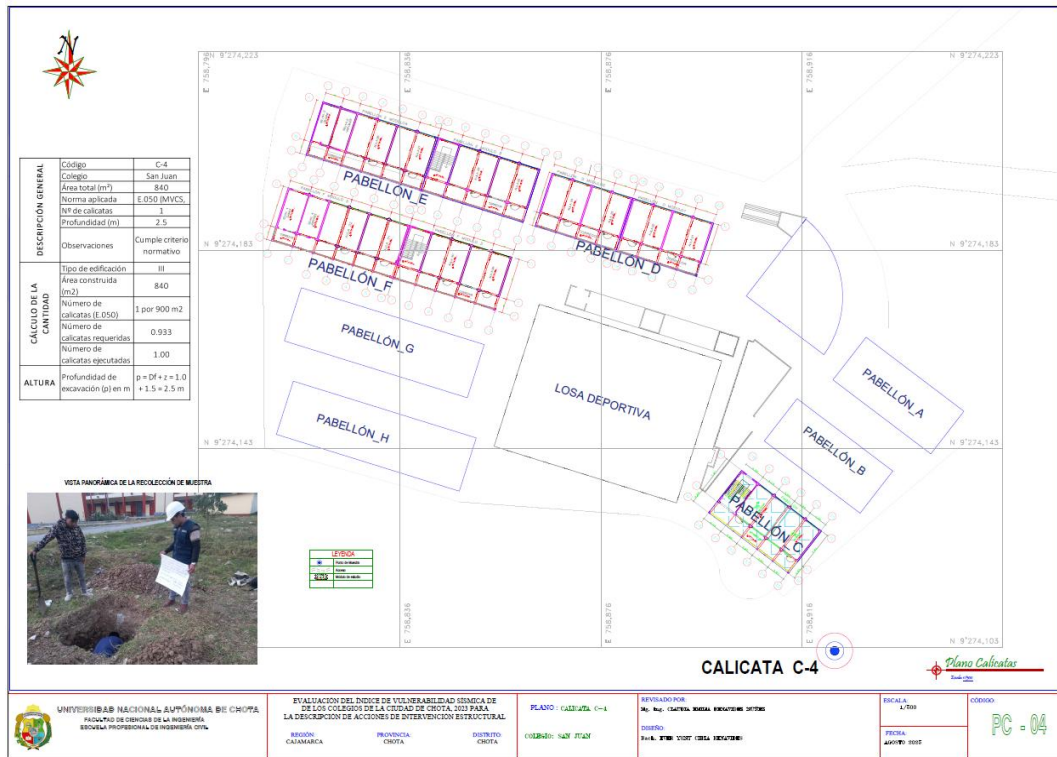


Figura 12

Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Santa Rafaela María

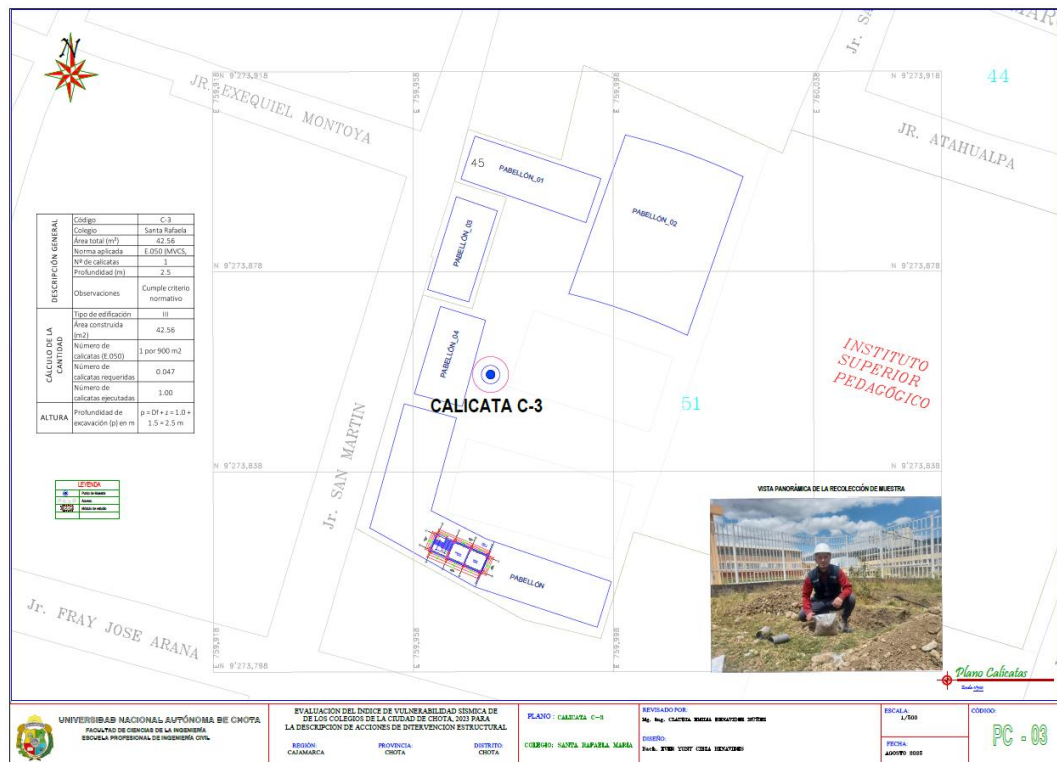
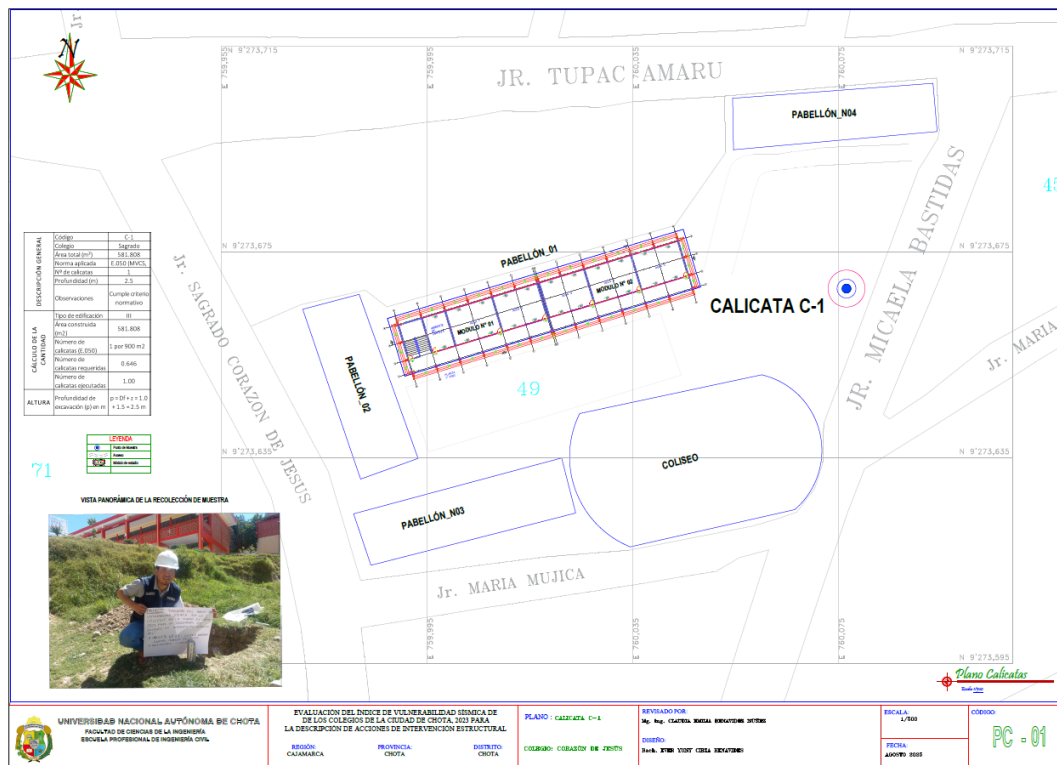


Figura 13

Mapa de ubicación de la calicata en el colegio Sagrado Corazón de Jesús



3.6.1.3. Estudio de mecánica de suelos

Para el estudio de mecánica de suelos en cada institución educativa en análisis se excavó una calicata de profundidad igual o mayor a la profundidad de cimentación de los módulos a evaluar, para obtener las muestras alteradas e inalteradas por estrato, que, se trasladaron al laboratorio GSE de Chota. Inicialmente, se realizó el ensayo de humedad de acuerdo a la NTP 339.127 (2019), que consistió en determinar la cantidad de agua presente en la muestra de suelo mediante secado en estufa a 105-110°C durante 24 h. Posteriormente, se efectuó el análisis granulométrico con la NTP 339.128 (2019) utilizando el juego de tamices y tamizador mecánico para clasificar las partículas del suelo según su tamaño. Además, se llevaron a cabo los ensayos de límites de consistencia: límite

líquido y límite plástico de acuerdo a la NTP 339.129 (2019), utilizando el aparato de Casagrande y pruebas de rollo de 3 mm para evaluar la plasticidad del suelo. Finalmente se realizó el ensayo de corte directo.

Figura 14

Calicata en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús



a. NTP 339.127 Humedad

- Se pesaron tres muestras en estado húmedo por separado.
- Se llevaron las tres muestras al horno.
- Se pesaron las tres muestras secas por separado.

b. NTP 339.128 Ensayo de granulometría

- Se cuarteó la muestra de suelo.
- Se pasó la muestra por un juego de tamices.
- Se zarandó por 1 minuto.
- Se pesó el porcentaje de material retenido en cada tamiz.
- Se elaboró la curva granulométrica.

c. NTP 339.129 Ensayo de límite líquido

- Se obtuvo una muestra que pasa el tamiz N° 40.
- Se colocó agua a la muestra del suelo, para formar una pasta.
- Se colocó la muestra en una copa casa grande.
- Se separó la muestra con un ranurador.
- Se dio golpes con la manivela de la copa casa grande hasta que la muestra se unió.
- Se sacó la muestra de la fracción que se ha unido, se pesó, se llevó al horno, y luego se volvió a pesar al sacar la muestra del horno.
- Se repitió el ensayo tres veces, y se armó la curva de fluidez.

d. NTP 339.129 Ensayo de límite plástico

- Con el suelo preparado para el ensayo de límite líquido, se formó rollos.
- Cuando los rollos tenían 3 mm y empezaron a presentar grietas, se pesaron y se llevaron al horno.
- Al salir del horno se volvió a pesar. Se repitió el ensayo dos veces.

e. NTP 399.131 Ensayo de peso específico

- Se pesó la muestra seca.
- Se llenó la fiola con agua hasta 500 ml.
- Se colocó la muestra seca en la fiola vacía y se vertió agua para cubrir la muestra.
- Se agitó la fiola con la muestra, luego se ajustó la bomba de vacíos por 15 min.
- Se retiró la fiola de la bomba de vacíos, e inmediatamente se agregó agua hasta la marca de 500 ml, y se pesó.
- Se determinó el peso específico.

f. NTP 339.171 Ensayo de corte directo

El ensayo se realizó en base al manual de (Llique, 2003):

- Se ensambló la placa de base con la mitad de la caja rectangular y se colocó dentro de ella una placa dentada, la muestra, la otra placa dentada de distribución de carga y luego la otra mitad de la caja rectangular.
- Se colocó la caja rectangular ensamblada en el equipo de corte directo.
- Se colocó 4 diales de expansión y se estableció en ceros.
- Se dio una carga vertical la cual permaneció constante durante el ensayo (esta carga se registró mediante la deformación del resorte del anillo vertical).
- Se aplicó las cargas tangenciales (horizontales) mediante las deformaciones del resorte del anillo horizontal.
- Se registró las deformaciones horizontales de la muestra encada carga horizontal aplicada hasta que se produjo la falla en la muestra.
- Se repitió el ensayo en las otras dos muestras, pero cambiando la carga vertical.
- Se dibujo las curvas esfuerzo deformación correspondientes a las cargas tangenciales en el suelo natural.
- Se dibujo los esfuerzos normales y esfuerzos tangenciales máximos correspondientes a la muestra, en escala natural.
- Determinar la cohesión (C) y fricción (ϕ).

En base a los resultados que se determinaron se determinó el perfil de suelo de cimentación sobre el cual estaban edificadas las instituciones educativas, considerando lo especificado en la norma E.030. (MVCS, 2018)

Figura 15

Realización de ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio GSE



g. Capacidad portante del suelo

Braja Das (2015) explica la teoría de Terzaghi para estimar la capacidad portante del suelo sobre el que se ha situado una cimentación cuadrada o corrida.

Para fractura general:

$$q_u = c \times N_c + q \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{ corrida} \quad (8)$$

$$q_u = 1.3 \times c \times N_c + q \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{ cuadrada} \quad (9)$$

Para fractura local:

$$q_u = \frac{2}{3} c \times N'_c + q \times N'_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{ corrida} \quad (10)$$

$$q_u = 0.867 \times c \times N'_c + q \times N'_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{ cuadrada} \quad (11)$$

En las ecuaciones, C es la cohesión del suelo, el peso específico del suelo, $q = \gamma D_f$.

carga N_c, N_q, N_γ son los factores de capacidad de carga.

3.6.1.4. Estudio de resistencia de los elementos estructurales (NTP 339.181

Esclerometría)

Para determinar la resistencia de los elementos estructurales de los módulos en estudio se realizó el ensayo de esclerometría utilizando esclerómetro digital tipo N marca ZC3-A, serie HT20097 con certificado de calibración de marzo 2022 de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.181 (INACAL, 2020). El muestreo se realizó con mínimo de tres puntos por cada tipo de elemento estructural (columnas, vigas, losas, etc.) por cada módulo en estudio.

Tabla 29

Condiciones del ensayo de esclerometría en los colegios de la ciudad de Chota

Colegio	San Juan	Almirante Miguel Grau	Sagrado Corazón de Jesús	Santa Rafaela	Abel Carbajal Pérez - Comercio
Fecha de ensayo	18 de setiembre del 2023	30 de agosto del 2023	09 de setiembre del 2023	12 de setiembre del 2023	22 de octubre del 2023
Temperatura ambiental (°C)	20	19	19	20	21
Edad del concreto (años)	10	62	51	21	32
Especificaciones de la resistencia del concreto (kg/cm ²)					
Losas	210	210	210	210	175
Columnas	210	210	210	210	175
Vigas	210	210	210	210	175

a) Número de puntos de muestreo

Para determinar la resistencia a compresión de los elementos de concreto, se realizó el ensayo de esclerometría, siguiendo las pautas establecidas en la NTP 339.181 (INACAL, 2020). Este proceso se realizó en todos los módulos de los edificios en estudio con tres repeticiones por elemento estructural (vigas, columnas, y losa).

Tabla 30

Número de puntos de ensayo de esclerometría en elementos estructurales de los colegios de Chota

Colegio	N° de módulos	Elemento	N° de elementos	N° de repeticiones	Total
San Juan	7	Viga, columna y losa	3	3	63
Almirante Miguel Grau	1	Viga, columna y losa	3	3	9
Sagrado Corazón de Jesús	2	Viga, columna y losa	3	3	18
Santa Rafaela María	1	Viga, columna y losa	3	3	9
Abel Carbajal Pérez – Comercio	2	Viga, columna y losa	3	3	18
Total					117

Nota. Para mayor detalle revisar el Anexo correspondiente.

b) Procesamiento de resistencias

Los resultados fueron procesados por los tesisistas de acuerdo a la ecuación definida para el sentido del ensayo (90°).

$$y = 0.1136x^2 + 9.8122x - 141.45 \quad (12)$$

Donde, y es la resistencia a compresión, x es el número de rebotes registrado.

$$FC = \frac{\text{Valor de calibración del yunque de prueba}}{\text{Promedio de los 16 impactos sobre el yunque}} \quad (13)$$

$$F'c = \bar{X} - DE \quad (14)$$

Donde, $F'c$ resistencia a compresión, DE desviación estándar, \bar{X} promedio.

c) Equipos, materiales e instrumentos

- Esclerómetro digital tipo N, marca ZC3-A, serie HT20097 con certificado de calibración (marzo 2022).
- Herramientas manuales para retirar tarrajeo.
- Cinta métrica.
- Fichas de registro para documentar resultados en cada punto de ensayo.

d) Procedimiento

- Se ha quitado el tarrajeo de los elementos estructurales a evaluar para disminuir el error conforme a la norma NTP 339.181.
- Se colocó el esclerómetro Concrete Test Hammer de manera perpendicular sobre la superficie de concreto a evaluar.
- Se ejerció una ligera presión para permitir la liberación del émbolo.
- Se dejó que el émbolo se extendiera hasta alcanzar su máxima extensión, eliminando la presión sobre el martillo, asegurando en todo momento la perpendicularidad y manteniendo una presión uniforme hasta que la masa interna del martillo impactara la superficie del concreto.
- Después del impacto, se oprimió el botón pulsador y se tomó la lectura en la ventana de la escala graduada, registrando el índice de rebote medio con un valor entre 10 y 100, utilizando dos cifras significativas. (Imcyc., 2009)

Figura 16

Ensayo de esclerometría en el colegio Sagrado Corazón de Jesús



Tabla 31

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el Colegio San Juan,
pabellón D, módulo 1*

PABELLÓN D - MÓDULO 01			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 19-19 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 19-19 intersección con Eje B-B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 21-21 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 19-19 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 19-19 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 21-21 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 21-21 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 20-22 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 18-20 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 18-20 y ejes D-C primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

Tabla 32

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan,
pabellón D, módulo 2*

PABELLÓN D - MÓDULO 02			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 14-14 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 14-14 intersección con Eje B-B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 16-16 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 14-14 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 14-14 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 15-15 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 15-15 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 13-15 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 15-17 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 15-17 y ejes B-C Primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

Tabla 33

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan,
pabellón E, módulo 3*

COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN E - MÓDULO 03			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 9-9 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 9-9 intersección con Eje B-B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 11-11 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 11-11 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 9-9 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 9-9 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 11-11 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 8-10 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 10-12 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 10-12 y ejes B-C Primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

Tabla 34

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan,
pabellón E, módulo 4*

COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN E - MÓDULO 04			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 3-3 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 3-3 intersección con Eje B-B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 5-5 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 5-5 intersección con Eje B-B primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 3-3 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 3-3 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 5-5 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 2-4 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-6 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-6 y ejes B-C Primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

Tabla 35

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan,
pabellón F, módulo 5*

COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN F - MÓDULO 05			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 3-3 intersección con Eje E-E primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 3-3 intersección con Eje E-E Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 5-5 intersección con Eje E-E primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 5-5 intersección con Eje E-E primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 3-3 tramo del eje D al Eje E Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 3-3 tramo del eje D al Eje E Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 5-5 tramo del eje D al Eje E Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 2-4 y ejes D-E Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-6 y ejes D-E Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-6 y ejes E-F Primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

Tabla 36

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan,
pabellón F, módulo 3*

COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN F - MÓDULO 03			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 9-9 intersección con Eje E-E primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 9-9 intersección con Eje E-E Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 11-11 intersección con Eje E-E primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 11-11 intersección con Eje E-E segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 9-9 tramo del eje D al Eje E Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 9-9 tramo del eje D al Eje E Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 75 cm) Eje 11-11 tramo del eje D al Eje E Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 8-10 y ejes D-E Primer piso	Textura rugosa	0°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 10-12 y ejes D-E Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 10-12 y ejes E-F Primer piso (corredor)	Textura rugosa	91°	3.45

Tabla 37

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio San Juan,
pabellón C, módulo 1*

COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN C - MÓDULO 01			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 2-2 izq.-derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 2-2 izq.-derecha Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 4-4 izq.-derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m × 0.25 m × 0.30 cm) Eje 4-4 izq.-derecha Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Viga Principal (30 cm × 20 cm) Eje 2-2 izq.-derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Secundaria (30 cm × 20 cm) Eje A-A izq.-derecha Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm × 20 cm) Eje 4-4 izq.-derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (20 cm) Eje 1-1 y Eje 2-2 Primer piso	Textura rugosa	0°	3.45
Losa Aligerada (20 cm) Eje 3-3 y Eje 4-4 Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (20 cm) Eje 3-3 y Eje 4-4 Losa primer piso (Corredor)	Textura rugosa	91°	3.45

Tabla 38

Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Almirante Miguel Grau, pabellón 1, módulo 1

COLEGIO AGROPECUARIO			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (35 cm × 45 cm) Eje 2-2, intersección con eje C-C, primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	0.8
Columna 1 (35 cm × 45 cm) Eje 2-2, intersección con eje C-C, segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.3
Columna 2 (35 cm × 45 cm) Eje E-E, intersección con eje 2-2, primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	0.8
Columna 2 (35 cm × 45 cm) Eje E-E, intersección con eje 2-2, Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.3
Viga 104 (30 cm × 20 cm) Eje 1-1, tramo del eje B al eje C	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Viga 101 (35 cm × 55 cm) Eje C-C tramo del Eje 2 al Eje 3	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Viga 101 (35 cm × 55 cm) Eje E-E tramo del Eje 2 al Eje 3	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Losa Aligerada (20 cm) entre Eje 1-2 y Eje C-D	Textura rugosa	90°	3.65
Losa Aligerada (20 cm) entre Eje 1-2 y Eje B-C	Textura rugosa	90°	3.65
Losa Aligerada (20 cm) entre Eje 1-2 y Eje C-D	Textura rugosa	90°	3.65

Tabla 39

Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1, módulo 1

COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS			
PABELLÓN 01 - MÓDULO 01			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (30 cm × 45 cm) Eje F-F intersección con Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1
Columna 1 (30 cm × 45 cm) Eje F-F intersección con Eje 4-4 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.8
Columna 2 (30 cm × 45 cm) Eje F-F intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.25
Columna 2 (30 cm × 45 cm) Eje F-F intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga 101 (30 cm × 65 cm) Eje F-F tramo del Eje 2 al Eje 3 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05
Viga 101 (30 cm × 65 cm) Eje F-F tramo del Eje 3 al Eje 4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05
Viga 101 (30 cm × 65 cm) Eje F-F tramo del Eje 2 al Eje 4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje E-F y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje F-G y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje D-E y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25

Tabla 40

Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1, módulo 2

COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS			
PABELLÓN 01 - MÓDULO 02			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (30 cm × 45 cm) Eje K-K intersección con Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1
Columna 1 (30 cm × 45 cm) Eje K-K intersección con Eje 4-4 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.8
Columna 2 (30 cm × 45 cm) Eje K-K intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.25
Columna 2 (30 cm × 45 cm) Eje F-F intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga 101 (30 cm × 65 cm) Eje K-K tramo del Eje 2 al Eje 3 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05
Viga 101 (30 cm × 65 cm) Eje F-F tramo del Eje 3 al Eje 4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05
Viga 101 (30 cm × 65 cm) Eje K-K tramo del Eje 2 al Eje 4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje G-H y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje H-I y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje J-K y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25

Tabla 41

Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Santa Rafaela María, pabellón 1, módulo 1

SANTA RAFAELA MARÍA			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (40 cm × 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna 1 (40 cm × 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna 1 (40 cm × 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna 2 (40 cm × 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 1-1 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.35
Viga 101 (40 cm × 65 cm) Eje B-B tramo Eje 1 al eje 2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.1
Viga 101 (40 cm × 65 cm) Eje B-B tramo Eje 1 al eje 2 tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.75
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes B-C y Ejes 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.65
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes B-C y Ejes 1-2 Losa segundo piso	Textura rugosa	90°	3.2
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes C-D y Ejes 1-2 Losa segundo piso	Textura rugosa	90°	2.95

Tabla 42

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Comercio,
pabellón A*

COLEGIO ABEL CARBAJAL PÉREZ - COMERCIO			
PABELLÓN A, MÓDULO 1			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "Rect." (0.25 m × 0.40 m) Eje 6–6 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	0.4
Columna "Rect." (0.25 m × 0.40 m) Eje 6–6 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Columna "Rect." (0.25 m × 0.40 m) Eje 8–8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.4
Columna "Rect." (0.25 m × 0.40 m) Eje 8–8 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	5.7
Columna "Rect." (0.25 m × 0.40 m) Eje 4–4 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.2
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 6–6 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	8.25
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 8–8 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	5.9
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 4–4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	5.9
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 6–6 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	8.35
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 7–8 y Eje 6–6 Segundo piso	Textura rugosa	0°	3.2
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 7–8 y Eje 6–6 Tercer piso	Textura rugosa	180°	8.42

Tabla 43

*Ubicación de puntos del ensayo de esclerometría en el colegio Comercio,
pabellón C, módulo 1*

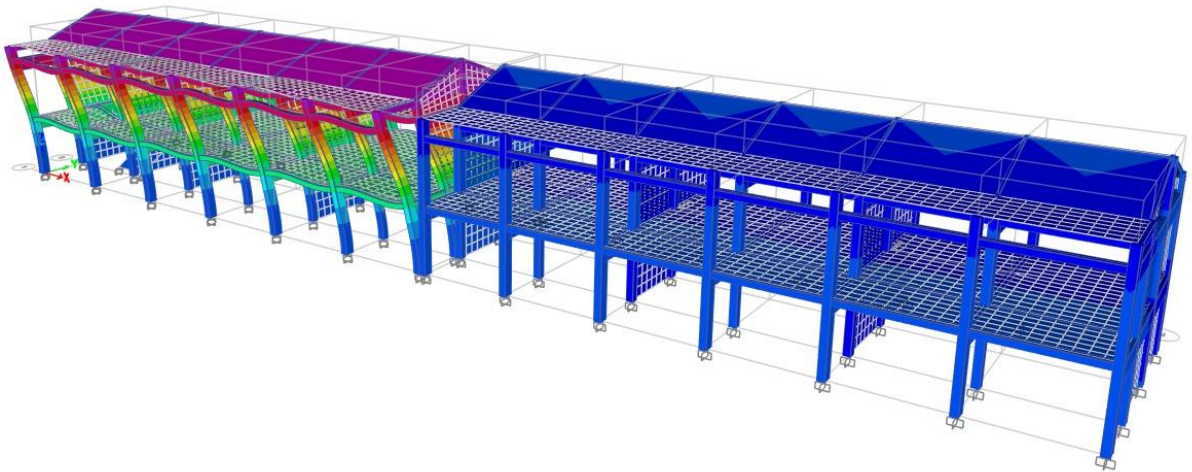
COLEGIO ABEL CARBAJAL PÉREZ - COMERCIO			
PABELLÓN C, MÓDULO 1			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna “Rect.” (0.25 m × 0.40 m) Eje 1–1 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	0.7
Columna “Rect.” (0.25 m × 0.40 m) Eje 1–1 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.25
Columna “Rect.” (0.25 m × 0.40 m) Eje 2–2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05
Columna “Rect.” (0.25 m × 0.40 m) Eje 2–2 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	5.55
Columna “Rect.” (0.25 m × 0.40 m) Eje 3–3 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.35
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 1–1 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	8.05
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 2–2 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	5.65
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 3–3 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	5.4
Viga Principal (25 cm × 50 cm) Eje 2–2 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	8.15
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 1–1 y Eje 2–2 Segundo piso	Textura rugosa	0°	3.1
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 2–2 y Eje 3–3 Tercer piso	Textura rugosa	180°	8.6

3.6.1.5. Modelamiento de la geometría de la edificación en ETABS

Para determinar la irregularidad de las edificaciones en planta y elevación solamente se requirió modelar la geometría de la edificación, siendo así solamente se moldeó las dimensiones de elementos estructurales, muros y demás, obviando las características del acero en aquellos módulos que, no tenían planos arquitectónicos y/o estructurales, siendo así, se realizó un modelamiento simple en el programa ETABS.

Figura 17

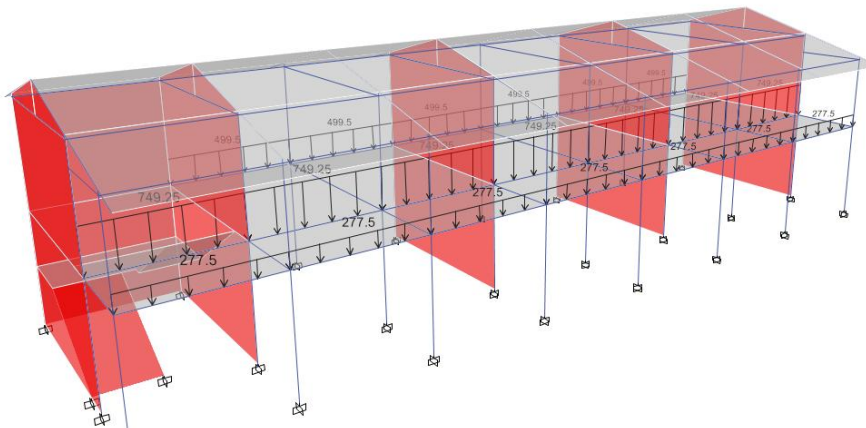
Modelamiento sísmico del colegio Sagrado Corazón de Jesús por Torres



Nota. En el método por Torres se modelaron los dos módulos juntos.

Figura 18

Modelamiento sísmico del Colegio Agropecuario



3.6.1.6. Análisis de irregularidades en planta y altura

Se verificó si las edificaciones tenían o no irregularidades en planta y altura según la norma E.030 (MVCS, 2018), para ello, se utilizó un formato de cálculo en Excel. Se muestra un ejemplo del mismo en el Anexo B.

3.6.1.7. Análisis de vulnerabilidad sísmica

Para el análisis de vulnerabilidad sísmica se aplicaron los métodos descritos en el marco teórico: Método ATC21 (FEMA-154, 2015), método de Petrini y método de CERI, cuyos formatos se muestran en el Anexo C. Pero básicamente se siguió el siguiente procedimiento: (Castro-Herrera, 2019)

- a) Identificación de zona sísmica y selección del formato de recolección de datos generales de la edificación
- b) Datos generales de la edificación
- c) Determinación de las fechas de adopción del código sísmico
- d) Determinación del año de construcción
- e) Identificación del número de Niveles
- f) Elaboración de esquema global de la planta y elevación, y fotografía de la edificación.
- g) Identificación del tipo de suelo
- h) Identificación de los posibles peligros de falla en elementos no estructurales
- i) Identificación del sistema estructural.
- j) Identificación de los atributos y modificadores de la edificación
- k) Irregularidades
- l) La determinación de la puntuación final
- m) Interpretación del puntaje final obtenido

3.6.1.8. Descripción de acciones de intervención

Se utilizó la metodología dada por Pizarro et al. (2021) para definir la acción de intervención que, requirieron las edificaciones según nivel de vulnerabilidad, y se describió dichas acciones, a fin de que, en futuras investigaciones científicas puedan ser analizadas y probadas en un modelo estructural.

Tabla 44

Nivel de vulnerabilidad y acciones a seguir

[0,9]	No vulnerable	No requiere tomar medidas
[9,25]	Poco vulnerable	Mantener en observación parámetros vulnerables
[25,55]	Medianamente vulnerable	Seguimiento periódico anual
[55,65]	Vulnerable	Tomar medidas especiales
[65,80]	Muy vulnerable	Tomar medidas especiales urgentes
[80,100]	Extremadamente vulnerables	Se sugiere inhabilitación y/o demolición

Nota. (Pizarro et al., 2021)

3.6.2. *Procesamiento de datos*

Era la técnica que consistía en la recopilación de datos primarios de entrada, los cuales eran evaluados y organizados con el propósito de obtener información útil. Posteriormente, estos datos fueron analizados por el usuario final, permitiéndole tomar decisiones o realizar las acciones que considere pertinentes. En el caso del estudio, se utilizó el programa Microsoft Excel para procesar, ordenar, agrupar, y mostrar los resultados en tablas y gráficos de barras, circulares, entre otros.

3.6.3. *Análisis de datos*

En el caso del estudio se utilizó el programa Minitab 22 para analizar los datos a fin de verificar si se acepta o rechaza la hipótesis nula (H_0), para un nivel de confianza del 95%, con un nivel de significancia de 0.05.

3.7. Aspectos éticos

La necesidad de abordar una ética hacia una investigación cuantitativa permite contrarrestar la indiferencia y el desapego, generado por el consumismo, donde la función es orientar la investigación a la veracidad, autenticidad y relevancia de la información investigada (Babativa, 2017). Los cinco principios éticos que, se tomaron en cuenta en el estudio son: respeto (se respetó las instituciones educativas en análisis y a los encargados de las mismas, solicitando permiso anticipado para la ejecución de estudios básicos), responsabilidad (se hizo responsable de seguir los lineamientos técnicos por medio de la NTP y el Reglamento Nacional de Edificaciones), honestidad (los datos son veraces, no se han alterado y se han presentado al lector tal como, se han determinado en campo durante la aplicación de los estudios básicos), justicia (el desarrollo del análisis es justo y estandariza aquellas edificaciones que, requieran reforzamiento estructural), y libertad (la investigación se ha desarrollado de forma libre, no ha existido conflicto de intereses, ni personas que, por intereses personales generen una interrupción o malversen la información obtenida).

Así mismo, se tomaron en cuenta como criterios éticos seguir los lineamientos de las normas APA 7ma edición, y como criterios de rigor científico, a pesar de que, se trabajaron con las fichas dadas en los manuales de cada metodología de análisis de la vulnerabilidad, se validaron los mismos, por juicio de expertos previo a su aplicación en campo.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los colegios de Chota

El colegio Almirante Miguel Grau, con 62 años de antigüedad, cuenta con sistema estructural de concreto armado y albañilería, el suelo presenta contenido alto de finos (54.6%) y baja resistencia al corte (fricción de 15.41°), clasificado como CL (SUCS) y A-7-6(6) (AASHTO); el concreto ofrece buena resistencia (222 kg/cm^2), y el estado de conservación general es regular. En contraste, el colegio San Juan, construido en 2015, presenta suelo de baja calidad (clasificación MH y A-7-5(14)), con elevado porcentaje de finos (74%) y ángulo de fricción muy bajo (8.77°), sin embargo, su edificación es reciente, con materiales de buena resistencia (concreto de 201 kg/cm^2) y su estado de conservación es bueno. El colegio Santa Rafaela María, con 22 años de antigüedad, presenta suelo GC, A-2-6(0), con bajo contenido de finos (16.8%) y buen ángulo de fricción (25.35°); no obstante, su concreto muestra menor resistencia (171 kg/cm^2), y su estado es regular en la estructura y malo en elementos no estructurales. El colegio Sagrado Corazón de Jesús, con más de 50 años de antigüedad, se asienta sobre suelo cohesivo con clasificación CL y A-7-6(11), con índice plástico moderado (20.6%) y resistencia del concreto de 198 kg/cm^2 ; la edificación se encuentra en estado regular tanto estructural como no estructuralmente. Finalmente, el colegio Abel Carbajal Pérez, con 35 años de antigüedad, presenta el suelo más plástico y cohesivo del grupo (MH, A-7-5(14)), con IP elevado (26.7%) y fricción de 34.4° ; pero tiene baja resistencia del concreto (144.4 kg/cm^2) y su estado estructural es regular y malo en componentes no estructurales.

Tabla 45*Factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los colegios de Chota*

Colegio	Almirante Miguel Grau	San Juan	Santa Rafaela María	Sagrado Corazón de Jesús	Abel Carbajal Pérez
Características generales					
Latitud	-6.553942	-6.560221	-6.56386	-6.56578	-6.559967
Longitud	-78.67474	-78.658104	-78.64912	-78.64873	-78.652245
Zona sísmica	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2
Dirección	Carretera Fundo Tuctuahi S/N	Av. Inca Garcilaso de la Vega S/N Roberto Barboza	Jr. Atahualpa 106 Wuilmina Carmen Martínez Acha	Jr. Sagrado Corazón de Jesús	Jr. Gregorio Malca 877 Wilder Antonio Bustamante Idrogo
Director	Enrique De La Cruz Rojas	Rojas	Martínez Acha	Jaime Tafur Díaz	Bustamante Idrogo
Alumnos	262	1548	337	810	288
Docentes	25	89	21	56	21
Pabellones	3	9	2	4	2
Módulos	3	14	2	7	4
Módulos (muestra)	1	7	1	2	2
Área del terreno (m ²)	6647.84	119671.95	3715.63	6598.07	1572.65
Pendiente del terreno (%)	2	10	12	8	22.2
Área construida (m ²)	2082.7	10349.43	2615.63	4416.11	1572.65
Área de los módulos a evaluar (m ²)	268.64	840.00	42.56	581.81	305.10
Porcentaje de área construida sobre el terreno	31.33	8.65	70.40	66.93	100.00
Año de construcción	1963	2015	2003.00	1974.00	1990
Antigüedad de la edificación (años)	62	10	22	51	35
Sistema estructural	Concreto armado – albañilería	Concreto armado – albañilería	Concreto armado – albañilería	Concreto armado – albañilería	Concreto armado – albañilería
Estudio de mecánica de suelos					
Código de calicata	C-2	C-4	C-3	C-1	C-5
Norte (m)	9274969	9274102	9273869	9273652	9274285.71
Este (m)	757101	758922	759976	760052	759609.86

Colegio	Almirante Miguel Grau	San Juan	Santa Rafaela María	Sagrado Corazón de Jesús	Abel Carbajal Pérez
Cota (msnm)	2262	2312	2387	2346	2395
Profundidad de desplante (m)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Porcentaje de finos (%)	54.6	74	16.8	65.3	52.3
Límite líquido (%)	40.6	50.3	33.5	47.7	58.2
Límite plástico (%)	24.2	30.3	22.4	27.1	31.5
Índice plástico (%)	16.4	20	11.1	20.6	26.7
Clasificación SUCS	CL	MH	GC	CL	MH
Clasificación AASHTO	A-7-6(6)	A-7-5(14)	A-2-6 (0)	A-7-6(11)	A-7-5(14)
Humedad promedio (%)	25.08	29.53	13.78	21.85	30.26
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.77	1.63	1.93	1.82	1.75
Cohesión (kg/cm2)	0.26	0.3	0.19	0.27	0.255
Ángulo de fricción (°)	15.41	8.77	25.35	18.31	34.4
Profundidad de cimentación (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ancho de cimentación (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Tipo de cimentación	Cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos)	Cuadrada (zapatas)	Cuadrada (zapatas)	Cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos)	Cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos)
Capacidad de carga (kg/cm2)					
Cimentación corrida	0.87	0.67	1.33	1.05	0.867
Cimentación cuadrada	1.04	0.82	1.49	1.23	1.167
Propiedades de los materiales					
Concreto - Resistencia (kg/cm2)	222.00	201.00	171.00	198.00	144.40
Concreto - MOE (kg/cm2)	22349.50	21266.17	19615.05	21106.87	18024.98
Acero - Resistencia (kg/cm2)	4200	4200	4200	4200	4200
Acero - MOE (kg/cm2)	2100000	2100000	2100000	2100000	2100000
Albañilería - Resistencia (kg/cm2)	65	65	65	65	65
Albañilería - MOE (kg/cm2)	30000 - 50000	30000 - 50000	30000 - 50000	30000 - 50000	30000 - 50000
Estado de conservación					
Elementos estructurales	Regular	Bueno	Regular	Regular	Regular
Elementos no estructurales	Regular	Bueno	Malo	Regular	Malo

4.1.1.1. Colegio San Juan

a) Características generales

El colegio emblemático San Juan, ubicado en la Av. Inca Garcilaso de la Vega de la ciudad de Chota, con coordenadas geográficas latitud -6.560221 y longitud -78.658104, alberga a 1548 alumnos en sus cinco grados de educación académica, con una plana docente de 89 profesores, regidos por el director Roberto Barboza Rojas. Construido en el año 2015, está integrado por 9 pabellones, con 14 módulos administrativos y académicos, de los cuales tres (03) pabellones forman parte de la muestra. El terreno donde se asienta la institución tiene superficie total de 119,671.95 m², y área construida de 10,349.4 m² ocupado por el colegio, mientras que el resto de área predial lo ocupan el jardín y primaria.

Tabla 46

Características generales del colegio San Juan

Datos técnicos generales	
Nombre de la I.E.	San Juan
Ubicación geográfica	
Latitud	-6.560221
Longitud	-78.658104
Dirección	Av. Inca Garcilaso de la Vega S/N
Director	Roberto Barboza Rojas
Alumnos	1548
Docentes	89
Pabellones	9
Módulos	14
Módulos (muestra)	7 módulos en 3 pabellones
Área del terreno (m ²)	119671.95
Pendiente del terreno (%)	10
Área construida (m ²)	10349.4
Año de construcción	2015
Antigüedad de la edificación (años)	10
Sistema estructural	Concreto armado – albañilería

Figura 19

Ubicación del colegio San Juan

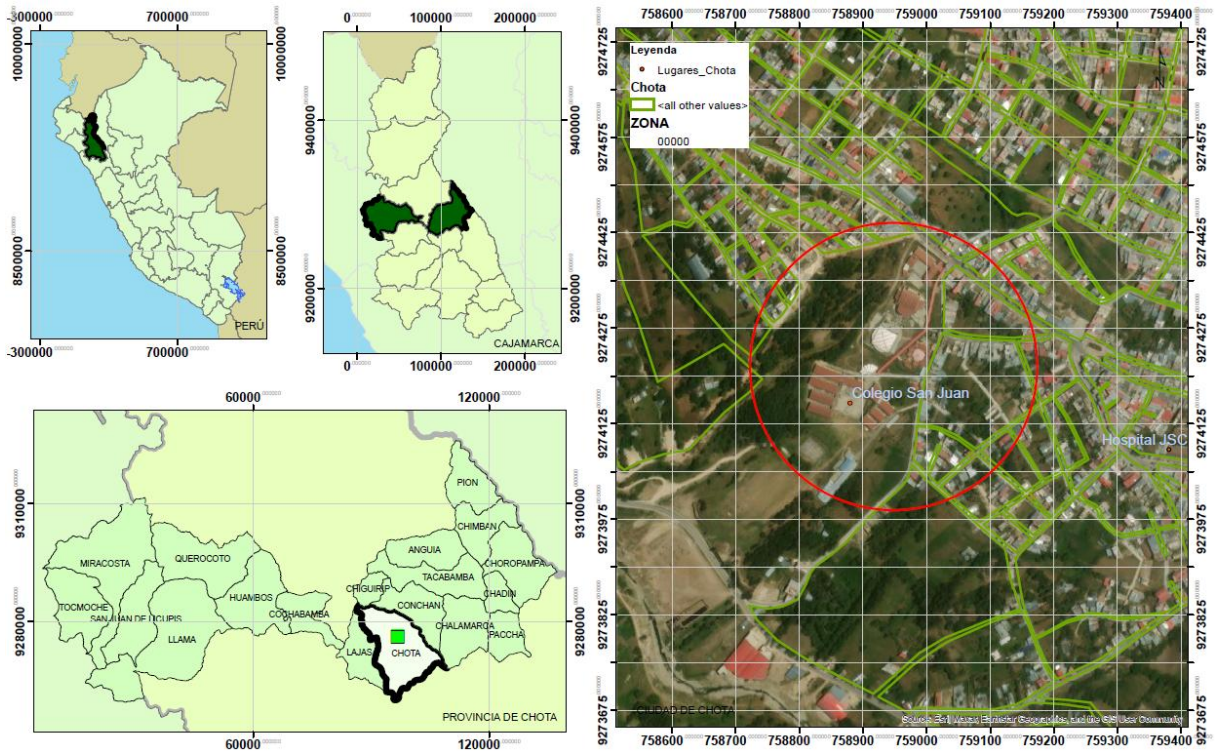
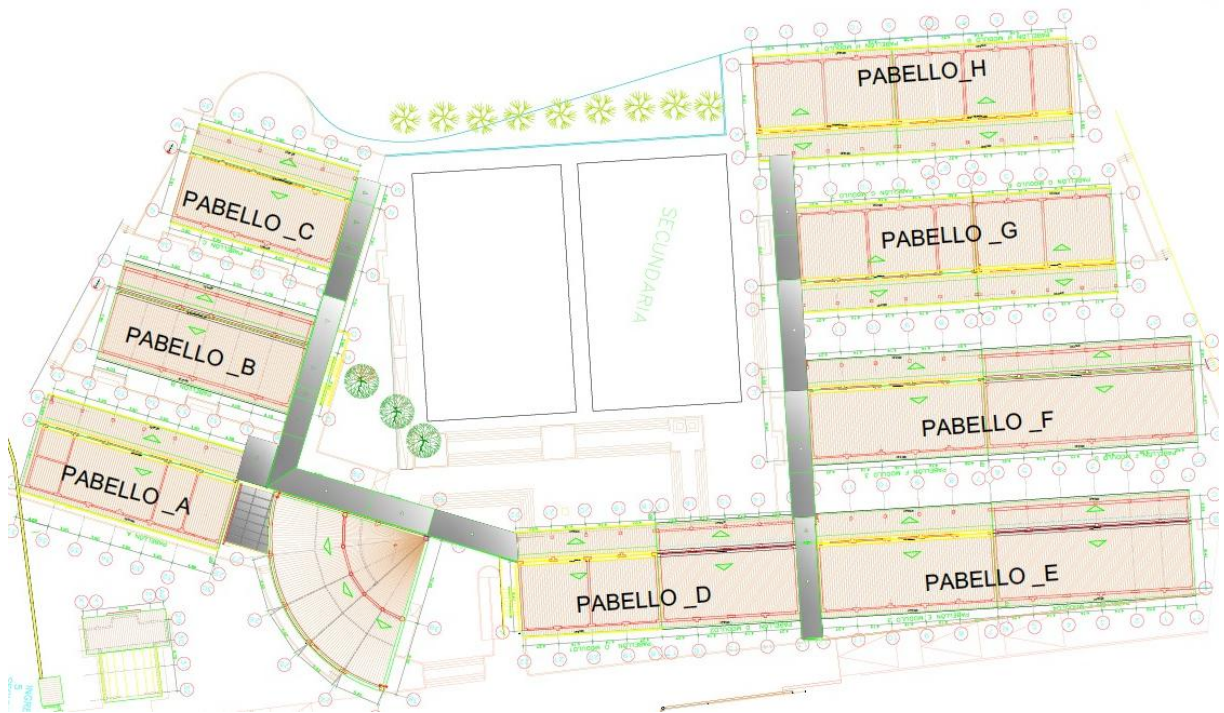


Figura 20

Plano en planta del colegio San Juan



b) Características geométricas

Los módulos evaluados del Colegio San Juan, construidos en el año 2015, presentan configuración estructural moderna, con sistema de concreto armado y albañilería confinada, y tres niveles de altura en todos los casos. En términos de geometría, los módulos poseen relaciones ancho/largo que varían entre 0.44 y 0.67. Todos los módulos presentan configuración regular tanto en planta como en elevación, lo que favorece un buen comportamiento estructural frente a sismos. Los muros estructurales tienen espesor uniforme de 0.15 m, con distribución adecuada de cargas verticales, alineadas con columnas y muros. El espaciamiento máximo entre muros se mantiene entre 3.21 y 3.9 m, generando relaciones L/S entre 21.40 y 26.00, dentro de parámetros aceptables. Se identifica ubicación de escaleras principalmente en los extremos, y algunos módulos carecen de escaleras propias debido a que comparten la conexión con sus módulos continuos. En conjunto, los módulos muestran configuración estructural regular, bien proporcionada y simétrica, con características geométricas favorables, solo el módulo 1 del pabellón C presenta mayor espaciamiento entre muros ($L/S = 26.00$).

Tabla 47*Configuración en planta y elevación del colegio San Juan*

Aspecto evaluado	Módulo 4 - pabellón E	Módulo 3 - pabellón E	Módulo 2 - pabellón D	Módulo 1 - pabellón D	Módulo 5 - pabellón F	Módulo 3 - pabellón F	Módulo 1 - pabellón C
Ancho	11.24	11.24	11.24	11.24	11.22	11.22	10.73
Largo	23.94	21.25	16.81	16.81	25.35	21.25	20.06
Relación ancho/largo	0.47	0.53	0.67	0.67	0.44	0.53	0.53
Año de construcción	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
Sistema estructural	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada
Regularidad en planta	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Número de niveles	3	3	3	3	3	3	3
Configuración de elevación	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Altura de la edificación H (m)	10.7	10.7	10.7	10.7	9.6	9.6	8.5
Altura T (m)	0	0	0	0	0	0	0
Relación T/H	0	0	0	0	0	0	0
Ubicación de la escalera	No tiene	Extremo izquierdo	No tiene	No tiene	No tiene	Extremo izquierdo	Extremo izquierdo
Distribución de cargas verticales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales
Tipo de cubierta	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B
Espesor del muro S (m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Espaciado máximo entre muros L (m)	3.22	3.22	3.22	3.22	3.21	3.21	3.9
(L/S)	21.47	21.47	21.47	21.47	21.40	21.40	26.00

Figura 21

Vista en planta del colegio San Juan, pabellón D módulo 1

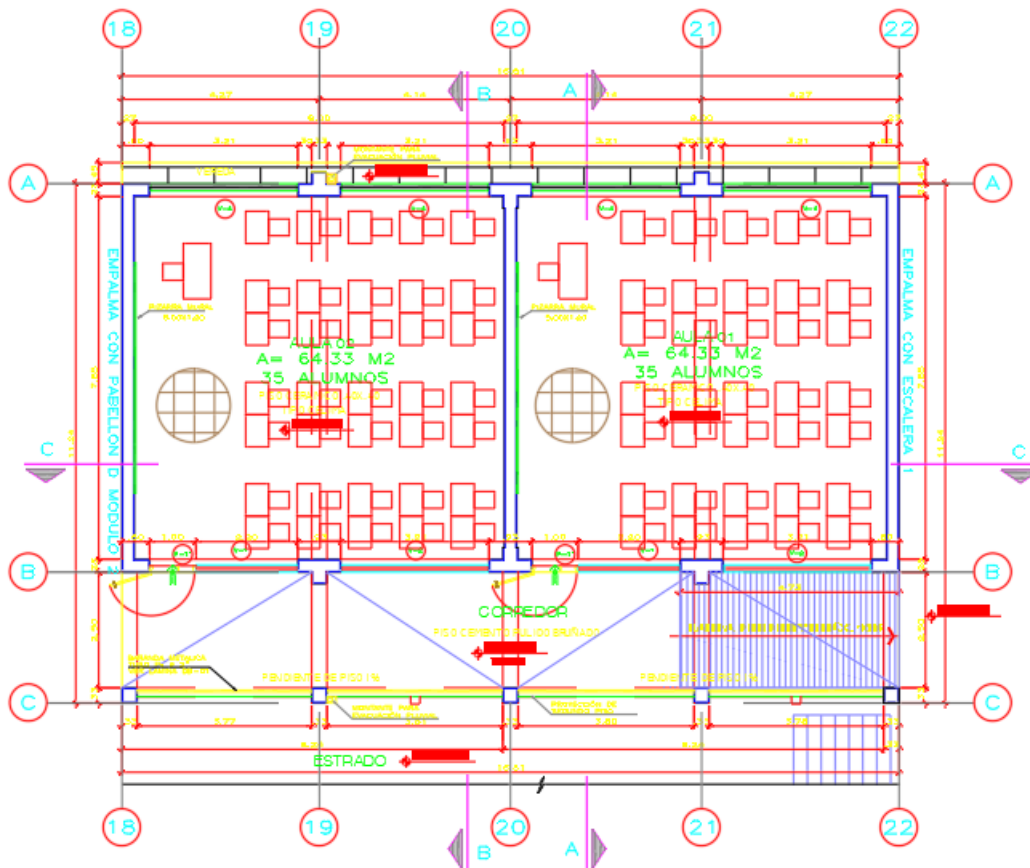


Figura 22

Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón D módulo 1



Figura 23

Vista en planta del colegio San Juan, pabellón D módulo 2

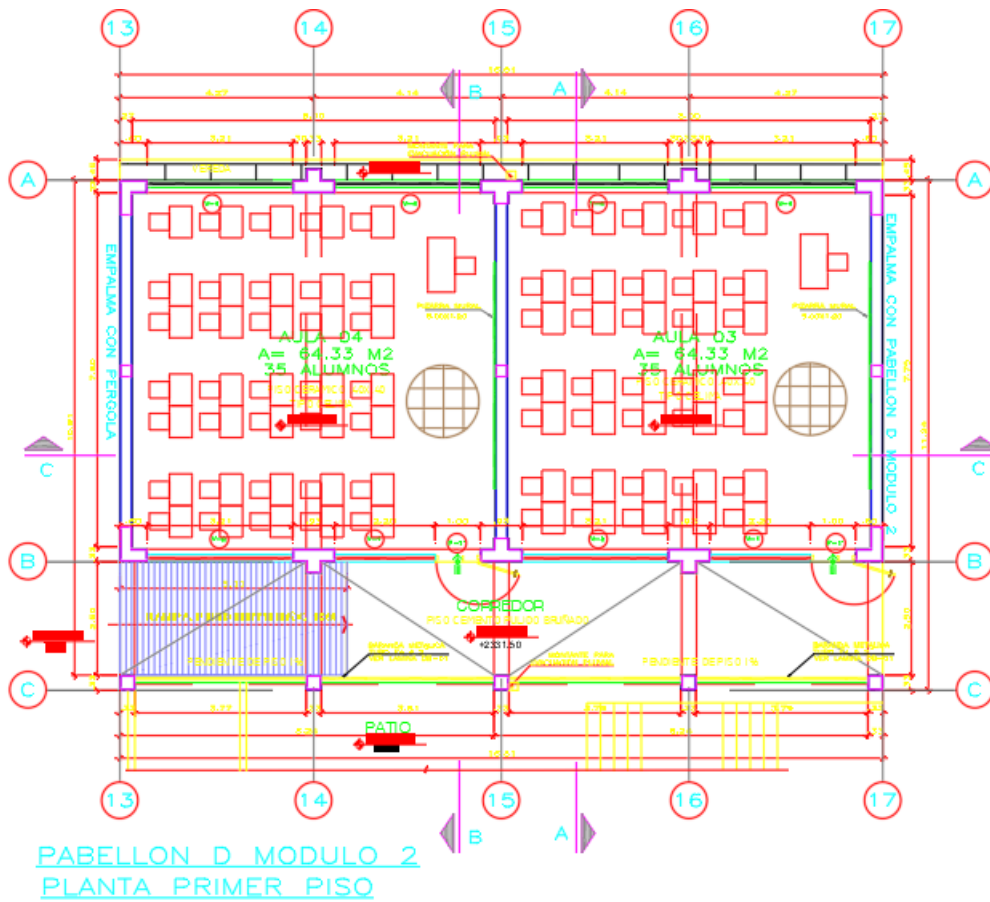


Figura 24

Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón D módulo 2

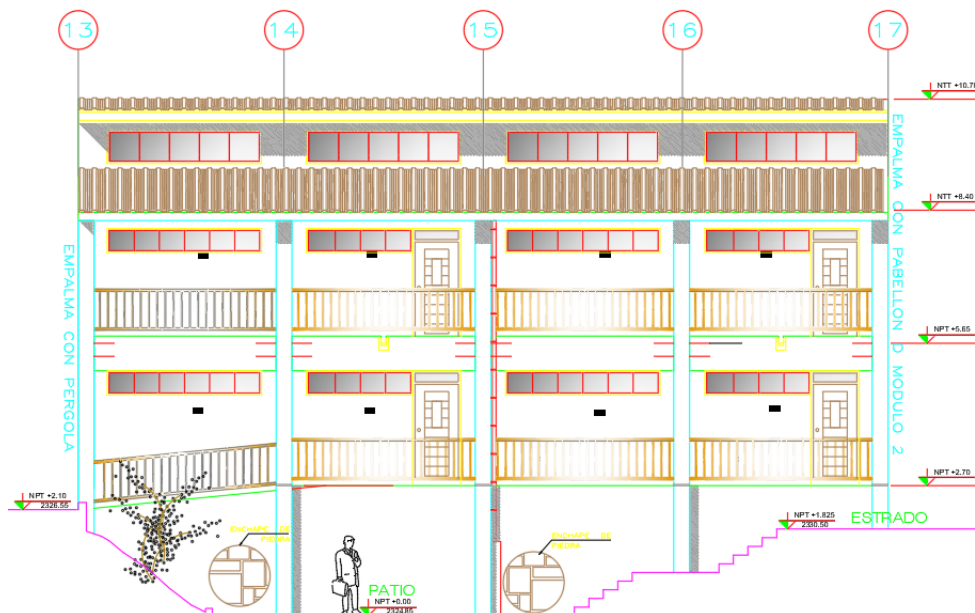


Figura 25

Vista en planta del colegio San Juan, pabellón E y F, módulo 3

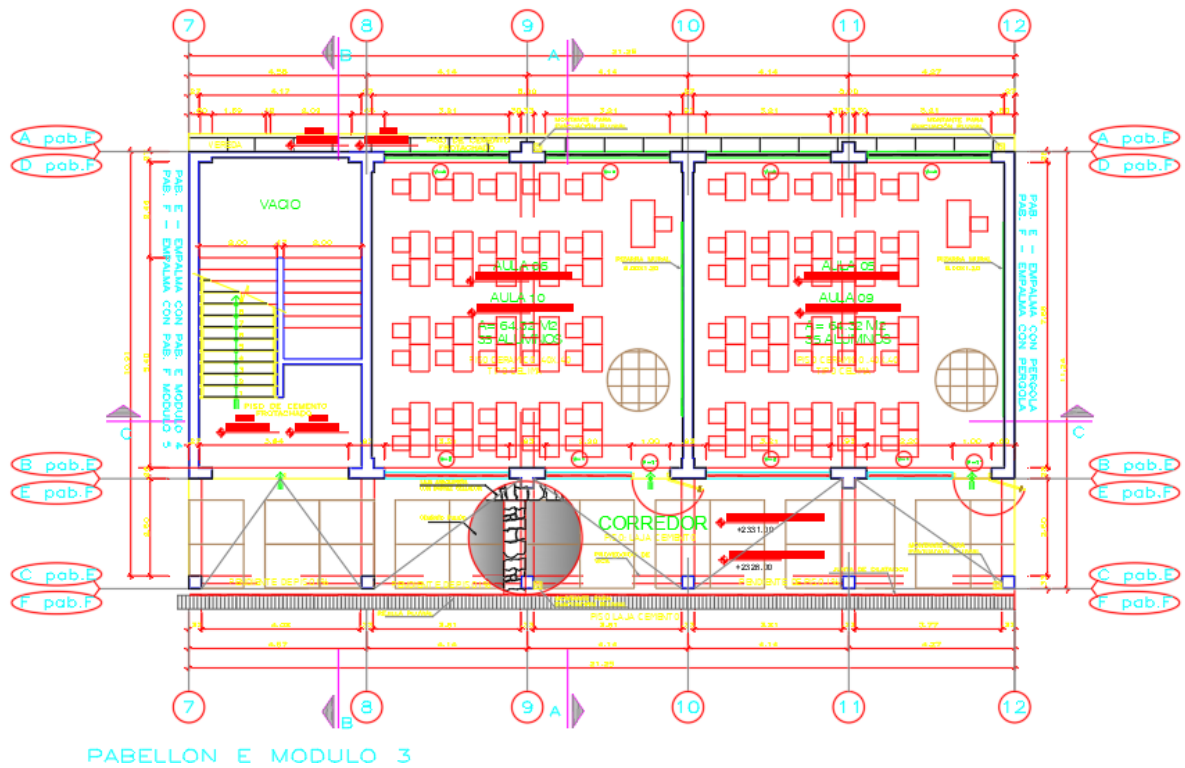


Figura 26

Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón E y F, módulo 3



Figura 27

Vista en planta del colegio San Juan, pabellón E módulo 4

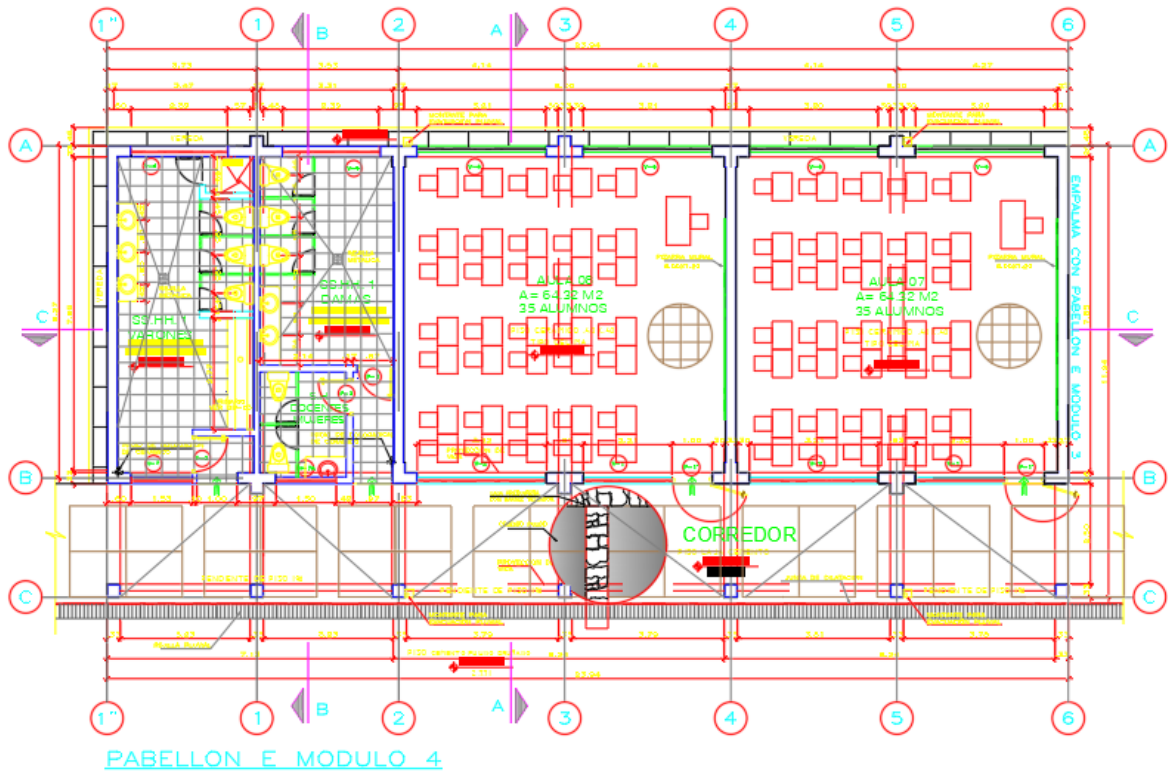


Figura 28

Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón E módulo 4



Figura 29

Vista en planta del colegio San Juan, pabellón F módulo 5

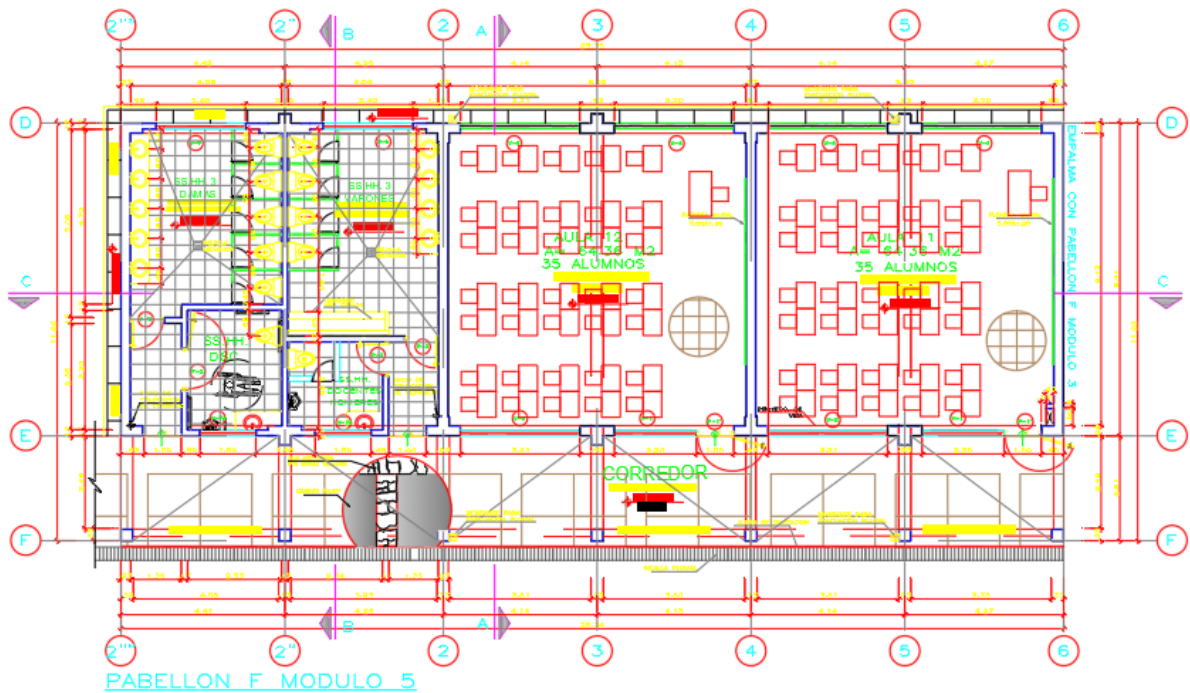


Figura 30

Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón F módulo 5

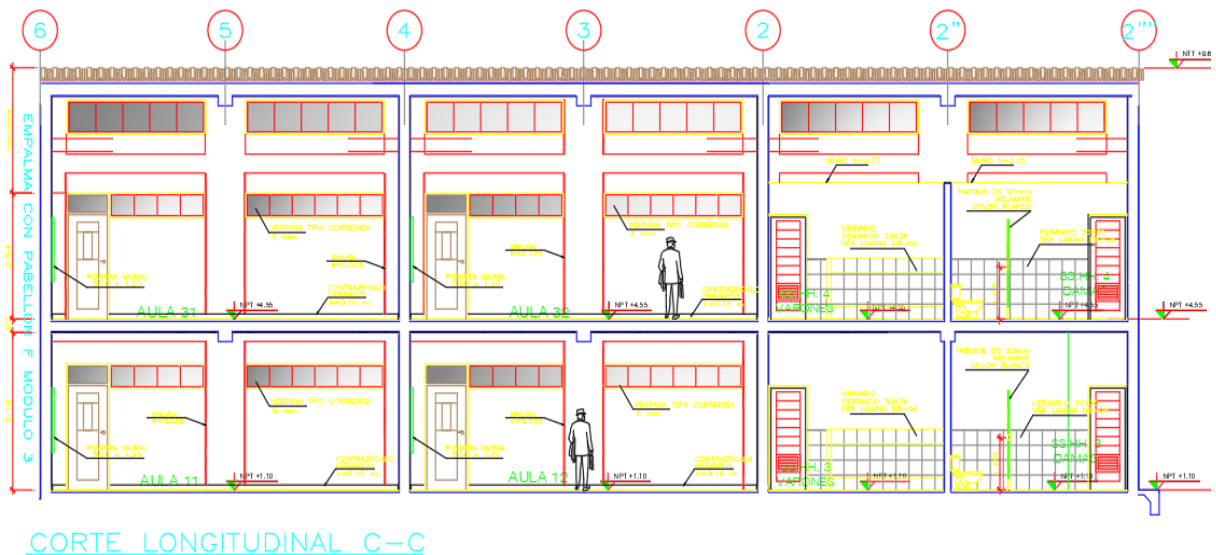


Figura 31

Vista en planta del colegio San Juan, pabellón C

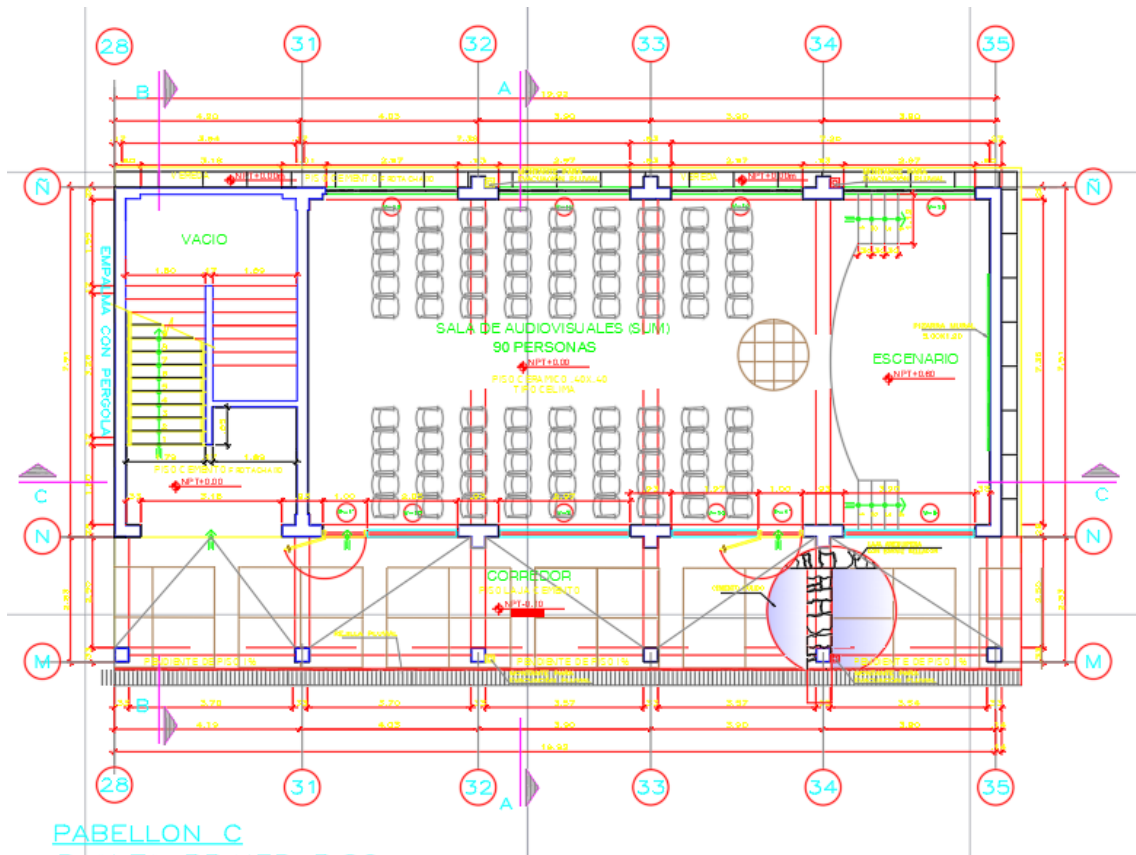
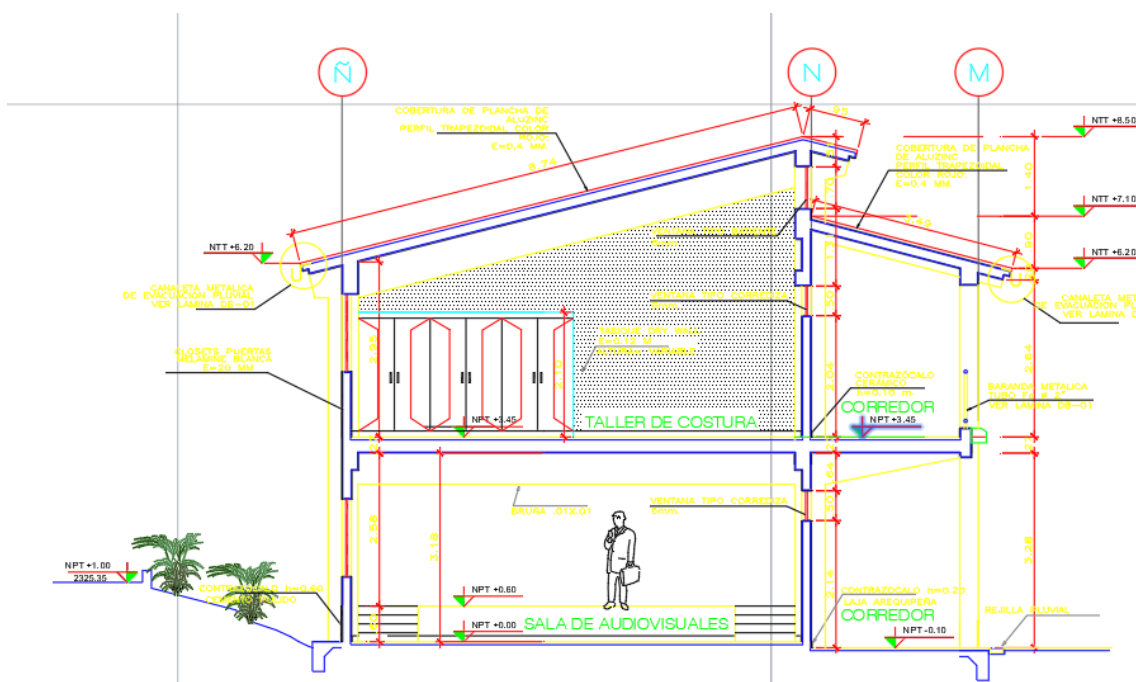


Figura 32

Vista en elevación del colegio San Juan, pabellón C



c) Características del suelo y la cimentación

El colegio San Juan presenta un suelo con 74% de finos, clasificado como MH según el sistema SUCS y como A-7-5(14) según la clasificación AASHTO. El índice plástico es de 20%, el contenido de humedad es de 29.53%, y la densidad húmeda alcanza los 1.63 gr/cm³. En cuanto a propiedades de resistencia, el suelo muestra cohesión de 0.3 kg/cm² y ángulo de fricción de apenas 8.77°, lo que refleja comportamiento cohesivo y limitado frente a esfuerzos cortantes. La edificación cuenta con zapatas cuadradas como sistema de cimentación, con profundidad y ancho de 1.5 m. La capacidad de carga del suelo es de 0.67 kg/cm² para cimentación corrida y 0.82 kg/cm² para cimentación cuadrada, haciendo evidente la baja resistencia relativa del terreno.

Tabla 48

Características del suelo y de la cimentación del colegio San Juan

Colegio	San Juan
Porcentaje de finos (%)	74
Límite líquido (%)	50.3
Límite plástico (%)	30.3
Índice plástico (%)	20
Clasificación SUCS	MH
Clasificación AASHTO	A-7-5(14)
Contenido de humedad promedio (%)	29.53
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.63
Cohesión (kg/cm ²)	0.3
Ángulo de fricción (°)	8.77
Profundidad de cimentación (m)	1.5
Ancho de cimentación (m)	1.5
Tipo de cimentación	Cuadrada (zapatas)
Capacidad de carga (kg/cm ²)	
Cimentación corrida	0.67
Cimentación cuadrada	0.82

d) Características de los materiales

En el Colegio San Juan, se evaluaron diferentes módulos de los pabellones E, F y C mediante el ensayo de esclerometría para determinar la resistencia actual del concreto en columnas, vigas y losas aligeradas, considerando la resistencia inicial de diseño de 210 kg/cm². En el pabellón D, el módulo 1 registró 155 kg/cm² en columnas, 201 kg/cm² en vigas y 166 kg/cm² en losa aligerada, todos por debajo del valor inicial. El módulo 2 mostró mejora, con 171 kg/cm² en columnas, 234 kg/cm² en vigas y 177 kg/cm² en losa aligerada. En el módulo 3 del pabellón E, se registraron 257 kg/cm² en columnas, 252 kg/cm² en vigas y 154 kg/cm² en losa aligerada, evidenciando buena resistencia en elementos verticales y horizontales, pero menor en losas. El módulo 5 del mismo pabellón mantuvo 255 kg/cm² en columnas, 260 kg/cm² en vigas y 167 kg/cm² en losas. Por su parte, el pabellón F, módulo 5, presentó 287 kg/cm² en columnas, 210 kg/cm² en vigas y 179 kg/cm² en losa aligerada, mientras que el módulo 3 del pabellón F alcanzó 288 kg/cm² en columnas, 213 kg/cm² en vigas y 181 kg/cm² en losas, los valores más altos del conjunto. En el pabellón C, módulo 1D, las columnas alcanzaron 245 kg/cm², mientras que las vigas y losas presentaron valores inferiores: 171 kg/cm² y 187 kg/cm², respectivamente. Respecto a las propiedades del concreto, el módulo de elasticidad (MOE) varía entre 19,786.36 kg/cm² y 22,616.37 kg/cm², observándose los valores más altos en los módulos F5 y F3. Así mismo, en todos los casos se utilizó acero con resistencia de 4,200 kg/cm² y MOE de 2'100,000 kg/cm², y albañilería con resistencia de 65 kg/cm², con módulo elástico estimado entre 30,000 y 50,000 kg/cm².

Tabla 49

Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del colegio San Juan

Pabellón	Módulo	Elemento estructural	Resistencia inicial (kg/cm ²)	Resistencia actual (kg/cm ²)
1D	1	Columnas	210	155
1D	1	Vigas	210	201
1D	1	Losa Aligerada	210	166
1D	2	Columnas	210	171
1D	2	Vigas	210	234
1D	2	Losa Aligerada	210	177
2E	3	Columnas	210	257
2E	3	Vigas	210	252
2E	3	Losa Aligerada	210	154
2E	4	Columnas	210	255
2E	4	Vigas	210	260
2E	4	Losa Aligerada	210	167
3F	5	Columnas	210	287
3F	5	Vigas	210	210
3F	5	Losa Aligerada	210	179
3F	3	Columnas	210	288
3F	3	Vigas	210	213
3F	3	Losa Aligerada	210	181
4C	1D	Columnas	210	245
4C	1D	Vigas	210	171
4C	1D	Losa Aligerada	210	187

Tabla 50

Propiedades de los materiales del colegio San Juan

Material	Pabellón	Módulo	Resistencia (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	Módulo de Poisson
Concreto	D	1	174.00	19786.36	0.15
	D	2	194.00	20892.58	0.15
	E	3	221.00	22299.10	0.15
	E	4	227.33	22616.37	0.15
	F	5	225.33	22516.66	0.15
	F	3	227.33	22616.37	0.15
	C	1	201.00	21266.17	0.15
Acero			4200	2100000	0.3
Albañilería			65	30000 - 50000	0.25

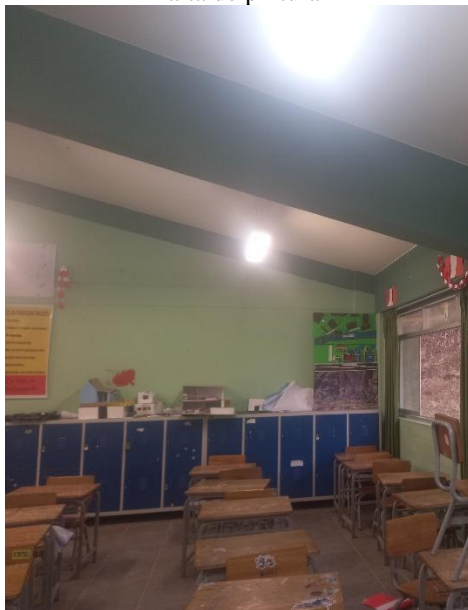
e) Estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales

En el Colegio San Juan, los módulos de los pabellones D, E, F y C presentan estado de conservación bueno y regular. Las columnas en su mayoría muestran fisuras finas de corta longitud, calificándose como en buen estado, salvo el módulo 1D del pabellón C, donde se consideran regulares. Las vigas presentan fisuras menores y humedad superficial leve en algunos casos, lo que justifica su calificación regular en tres módulos. Los muros portantes presentan fisuras finas sin eflorescencia ni afectación estructural, siendo su estado general bueno. Los techos se encuentran en buen estado en todos los casos, sin desprendimientos ni erosión. En cuanto a los componentes no estructurales, los cielos rasos, barandillas y mobiliario fijo se califican entre buenos y regulares, según el nivel de fijación observado. Las ventanas, puertas y luminarias muestran condiciones estables y funcionales, siendo calificadas como regulares o buenas según el módulo.

Figura 33

Estado de conservación de componentes estructurales del colegio San Juan

Muros de albañilería en buen estado, pero con falta de pintura



Pequeñas fisuras en columnas



Tabla 51

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio San Juan

Elemento	Módulo 1 - Pabellón D	Estado	Módulo 2 - Pabellón D	Estado	Módulo 3 - Pabellón E	Estado	Módulo 4 - Pabellón E	Estado	Módulo 5 - Pabellón F	Estado	Módulo 3 - Pabellón F	Estado	Módulo 1D - Pabellón C	Estado
Columnas	Fisuras menores de 0.3 mm y hasta 20 cm de longitud	Bueno	Fisuras menores de 0.4 mm y hasta 25 cm de longitud	Bueno	Fisuras menores de 0.2 mm y hasta 15 cm de longitud	Bueno	Fisuras menores de 0.3 mm y hasta 20 cm de longitud	Bueno	Fisuras menores de 0.2 mm y hasta 10 cm de longitud	Bueno	Fisuras menores de 0.3 mm y hasta 15 cm de longitud	Bueno	Fisuras de 0.4 mm y hasta 20 cm de longitud	Regular
Vigas	Fisuras de 0.5 mm y hasta 30 cm de longitud, con leve humedad superficial	Regular	Fisuras de 0.4 mm y hasta 28 cm de longitud, sin eflorescencia	Bueno	Fisuras finas de 0.4 mm y hasta 25 cm, sin signos de humedad	Bueno	Fisuras de 0.5 mm y hasta 30 cm, con leve humedad superficial	Regular	Fisuras finas de hasta 20 cm, sin humedad ni deterioro superficial	Bueno	Fisuras de hasta 25 cm, con leve humedad superficial	Bueno	Fisuras de 0.5 mm y hasta 30 cm, con leve humedad puntual	Regular
Muros portantes	Fisuras finas de 1 mm y hasta 60 cm, sin manchas visibles	Bueno	Fisuras de 0.8 mm y hasta 55 cm, con leve humedad puntual	Regular	Fisuras aisladas de 1 mm y hasta 50 cm, sin eflorescencia	Bueno	Fisuras de 1 mm y hasta 60 cm, con ligera humedad puntual	Regular	Fisuras menores de 0.8 mm, aisladas y sin presencia de eflorescencia	Bueno	Fisuras de 1 mm y hasta 50 cm, sin riesgo estructural	Bueno	Fisuras de 1 mm y hasta 60 cm, sin eflorescencia	Regular
Techos	Fisuras de 1 mm y hasta 6 cm de longitud, sin erosión ni eflorescencia	Bueno	Fisuras de 0.6 mm y hasta 7 cm, sin afectación estructural	Bueno	Fisuras de 1 mm y hasta 5 cm, sin erosión ni desprendimiento	Bueno	Fisuras de 1 mm y hasta 6 cm, en condiciones estables	Bueno	Fisuras de hasta 5 cm de longitud, sin desprendimiento ni signos de deterioro	Bueno	Fisuras de hasta 6 cm, en condiciones estables	Bueno	Fisuras de 1 mm y hasta 6 cm, sin presencia de erosión ni desprendimiento	Bueno

Tabla 52

Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio San Juan

Elemento	Módulo 1 – Pabellón D	Estado	Módulo 2 – Pabellón D	Estado	Módulo 3 – Pabellón E	Estado	Módulo 4 – Pabellón E	Estado	Módulo 5 – Pabellón F	Estado	Módulo 3 – Pabellón F	Estado	Módulo 1D – Pabellón C	Estado
Cielos rasos y falsos techos	Fijaciones estables, sin desprendimientos visibles	Bueno	Fijaciones con ligeras holguras, sin riesgo de caída	Regular	Fijaciones estables, sin deformaciones	Bueno	Fijaciones firmes con leve deterioro superficial	Regular	Sujeciones completas, sin señales de desprendimiento	Bueno	Fijaciones con desgaste leve	Regular	Fijaciones parcialmente firmes, sin desprendimientos	Regular
Ventanas y vidrios	Vidrios sin laminado, marcos en buen estado	Regular	Vidrios sin laminado, apertura adecuada	Regular	Vidrios completos, sin protección laminada	Regular	Vidrios sin laminado, marcos resistentes	Regular	Marcos en buen estado, sin laminado	Regular	Vidrios seguros, sin protección adicional	Regular	Vidrios sin laminado, en marcos estables	Regular
Puertas y marcos	Funcionamiento adecuado, sin inestabilidad	Bueno	Marcos con leve desgaste, apertura funcional	Regular	Apertura sin dificultad, marcos sin daño	Bueno	Marcos con ligera inestabilidad	Regular	Puertas estables, funcionamiento normal	Bueno	Apertura con leve resistencia	Regular	Marcos con leve inestabilidad, apertura funcional	Regular
Barandillas y pasamanos	Fijaciones estables, sin vibración	Bueno	Fijaciones parcialmente firmes, sin desprendimiento	Regular	Estables ante movimiento, sin corrosión	Bueno	Sujeción media, sin riesgo inmediato	Regular	Bien fijadas, sin elementos sueltos	Bueno	Fijación parcial, sin riesgo de colapso	Regular	Sujeción moderada, sin riesgo inmediato	Regular
Luminarias y equipos eléctricos	Instalación segura, sin piezas sueltas	Bueno	Soportes firmes, conexiones en estado funcional	Bueno	Correctamente instalados, sin vibración	Bueno	Sujeción segura, con cables protegidos	Bueno	Anclaje adecuado, sin riesgo visible	Bueno	Instalación funcional, sin irregularidades	Bueno	Instalación sin elementos sueltos, estable	Bueno
Mobiliario fijo	Correctamente anclado, sin desplazamiento	Bueno	Anclaje parcial, sin riesgo de vuelco	Regular	Estantes y pizarras fijos, bien distribuidos	Bueno	Estanterías parcialmente ancladas	Regular	Buen anclaje, distribución funcional	Bueno	Mobiliario con fijación parcial	Regular	Fijación parcial, sin desplazamiento aparente	Regular

f) Aspectos estructurales

Ambos pabellones se ubican en la zona sísmica 2, correspondiente a una sismicidad moderada, con un factor de zona $Z = 0.25$. El factor de uso e importancia U es 1.50, dado que se trata de una institución educativa, y el factor de suelo S es 1.20, correspondiente a un tipo de suelo S2. El período característico del suelo T_p es de 0.60 segundos y T_L es de 2.00 segundos. En cuanto al sistema estructural, el pabellón A cuenta con pórticos de concreto armado en la dirección longitudinal y muros de albañilería confinada en la dirección transversal, con coeficientes de reducción de respuesta sísmica R de 8 y 3, respectivamente. El pabellón C presenta una configuración similar, pero las irregularidades detectadas reducen su capacidad de disipación de energía sísmica.

Tabla 53

Parámetros para el análisis sísmico del colegio San Juan

Parámetros para el análisis sísmico	
Factor de zona (zona 2)	$Z= 0.25$
Factor de uso e importancia (categoría A)	$U= 1.50$
Factor de suelo (S2)	$S= 1.20$
Período para definir espectro de pseudo aceleración	$T_p=0.60$ s. $T_L= 2.00$
Reducción de respuesta de acuerdo al sistema estructural	
Longitudinal (pórticos de concreto)	$R= 8$
Transversal (albañilería)	$R= 3$
Regularidad estructural	1.00

Figura 34

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 3 pabellón E y F en planta del colegio San Juan

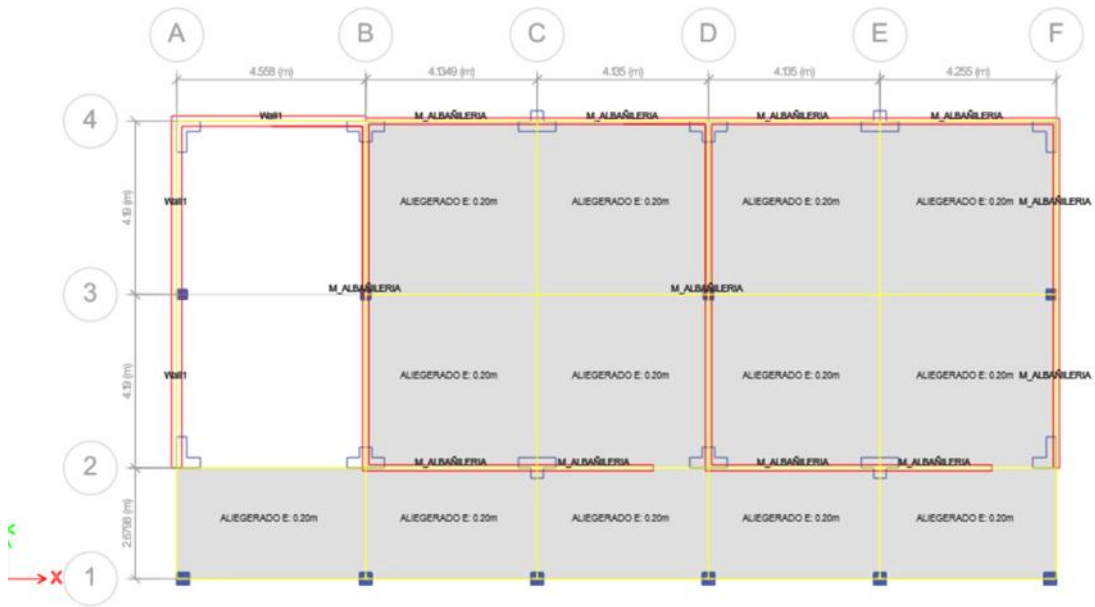


Figura 35

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 4 pabellón E en planta del colegio San Juan

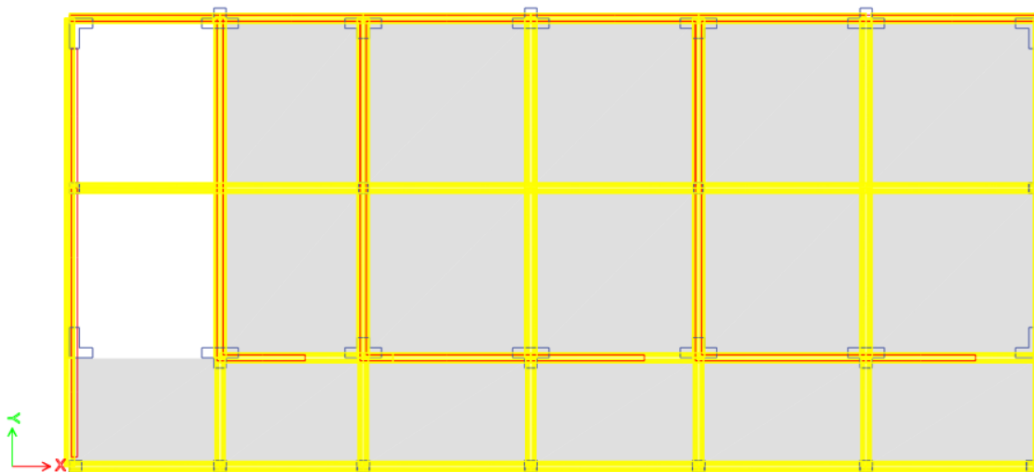


Figura 36

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 5 pabellón F en planta del colegio San Juan

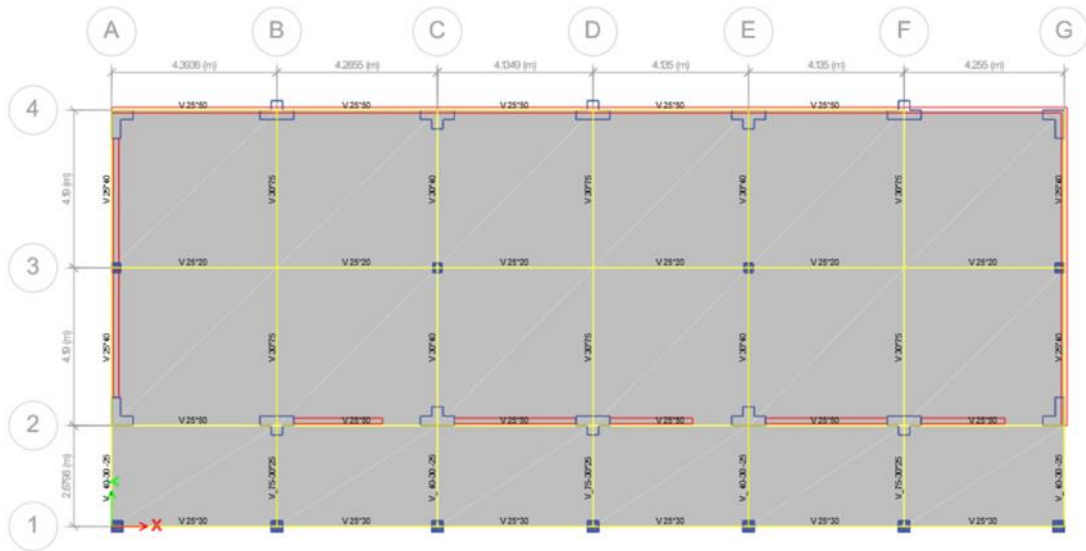


Figura 37

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón C en planta del colegio San Juan

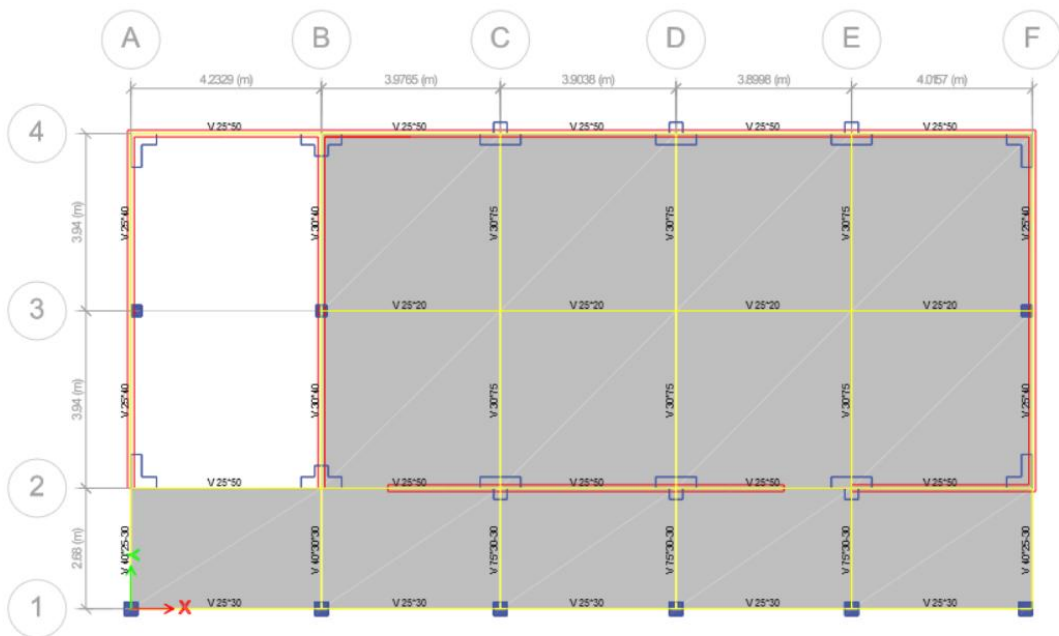


Figura 38

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 3 pabellón E y F en elevación del colegio San Juan

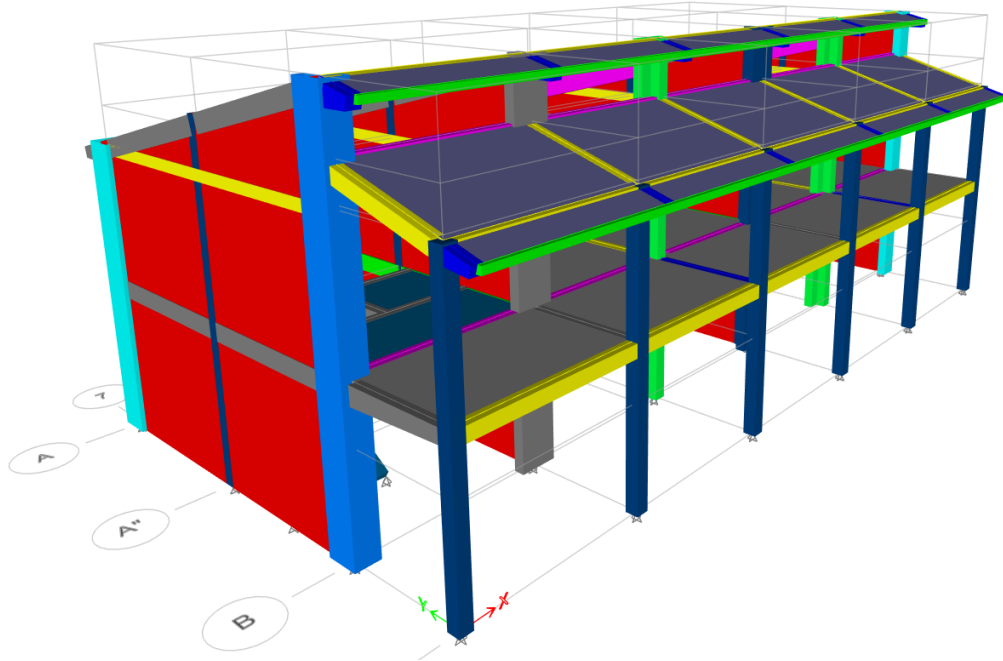


Figura 39

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 4 pabellón E en elevación del colegio San Juan

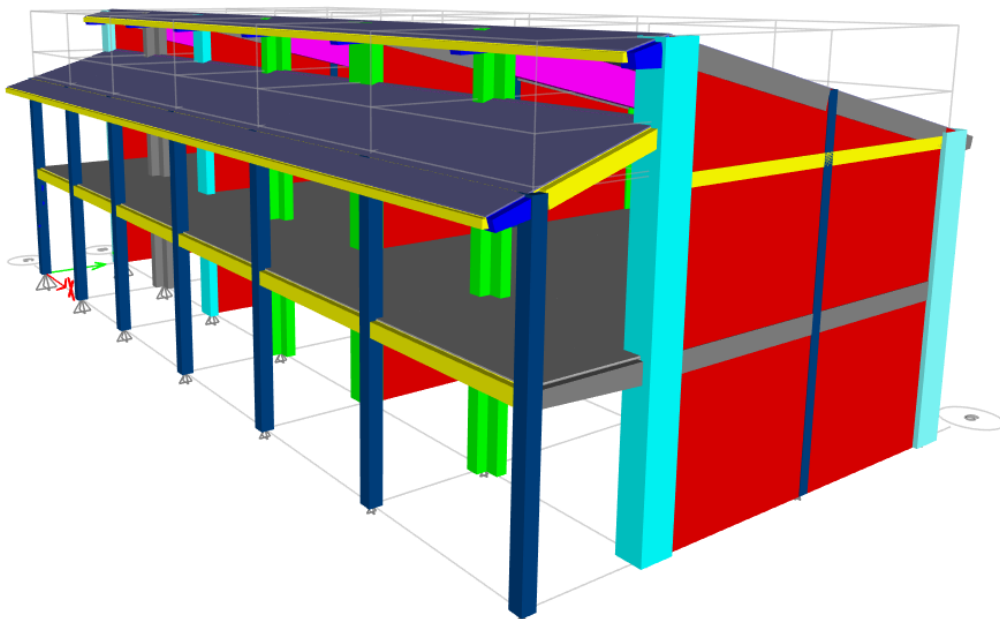


Figura 40

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 5 pabellón F en elevación del colegio San Juan

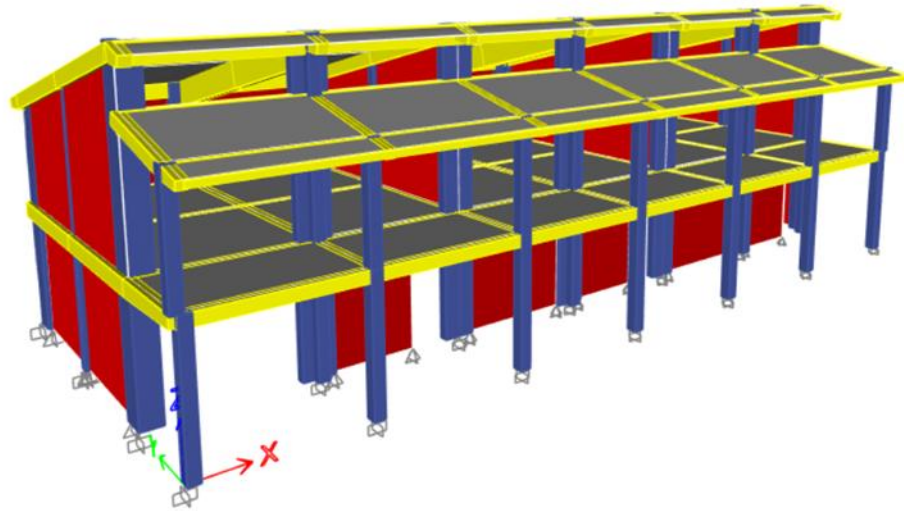
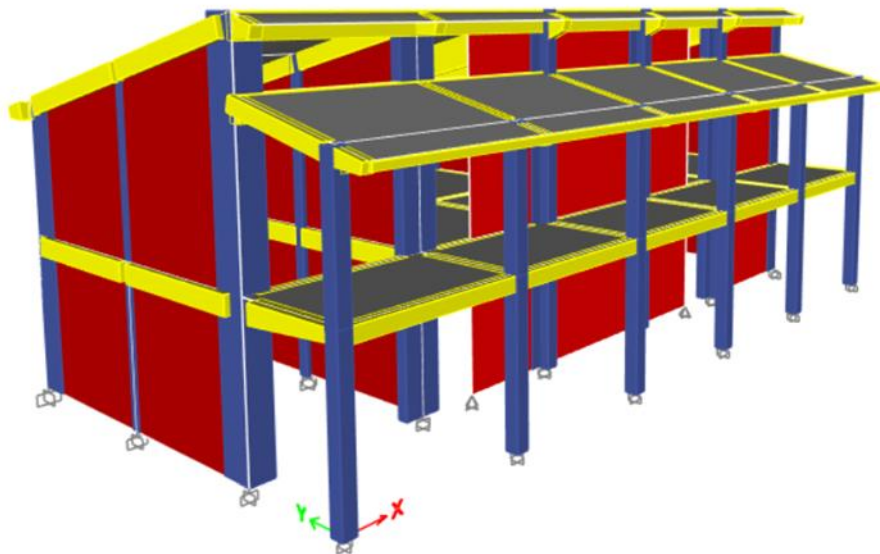


Figura 41

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón C en elevación del colegio San Juan



El análisis estructural mediante modelamiento en ETABS para los módulos 1 y 2 del pabellón D, módulos 3 y 4 del pabellón E, módulos 5 y 3 del pabellón F, y módulo 1 del pabellón C del Colegio San Juan evidenció que todas las edificaciones presentan configuración regular tanto en planta como en elevación. En todos los casos, los factores de irregularidad en planta (I_p) y en altura (I_a) resultaron ser 1.00, lo que implica ausencia de irregularidades estructurales significativas conforme a los criterios de la norma E.030. Esto da como resultado factor de regularidad estructural R igual a 1.00, indicando comportamiento estructural esperado ante eventos sísmicos, sin efectos adversos por torsión, cambios abruptos de rigidez o masa, o discontinuidades en los sistemas resistentes. Los diafragmas se comportan como rígidos y la distribución de masas y rigideces en todos los módulos es simétrica y equilibrada, reforzando la buena respuesta sísmica global de estas edificaciones.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (15)$$

$$R = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 1.00 \quad (16)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a irregularidad en altura, I_p en planta.

Tabla 54

Irregularidades en planta y altura en el módulo 1 y 2 del pabellón D del colegio San Juan

Irregularidades estructurales en planta	I_p	X	Y	Factor I_p
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	I_a	X	Y	Factor I_a
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

Tabla 55*Irregularidades en planta y altura, módulo 3 y 4, pabellón E, colegio San Juan*

Irregularidades estructurales en planta	Ip	X	Y	Factor Ip
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	Ia	X	Y	Factor Ia
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.**Tabla 56***Irregularidades en planta y altura, módulo 5 y 3, pabellón F, colegio San Juan*

Irregularidades estructurales en planta	Ip	X	Y	Factor Ip
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	Ia	X	Y	Factor Ia
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.**Tabla 57***Irregularidades en planta y altura, módulo 1, pabellón C del colegio San Juan*

Irregularidades estructurales en planta	Ip	X	Y	Factor Ip
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	Ia	X	Y	Factor Ia
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

4.1.1.2. Colegio Sagrado Corazón de Jesús

a) Características generales

La institución educativa Sagrado Corazón de Jesús, ubicada en el Jr. Sagrado Corazón de Jesús, en la ciudad de Chota, con coordenadas geográficas latitud -6.56578 y longitud -78.64873, alberga a 810 alumnos y 56 docentes, bajo la dirección del señor Jaime Tafur Díaz. La infraestructura educativa está conformada por cuatro pabellones, distribuidos en siete módulos, de los cuales dos módulos han sido seleccionados como muestra. La edificación fue construida en el año 1974, lo que le otorga una antigüedad de 51 años. El terreno donde se ubica la institución tiene superficie total de 6,598.07 m², con pendiente promedio del 8%, y área construida de 4,416.11 m², representando 66.93% de ocupación.

Tabla 58

Características generales del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Datos técnicos generales	
Nombre de la I.E.	Sagrado Corazón de Jesús
Latitud	-6.56578
Longitud	-78.64873
Dirección	Jr. Sagrado Corazón de Jesús
Director	Jaime Tafur Diaz
Alumnos	810
Docentes	56
Pabellones	4
Módulos	7
Módulos (muestra)	2
Área del terreno (m2)	6598.07
Pendiente del terreno (%)	8
Área construida (m2)	4416.11
Porcentaje de área construida	66.93
Año de construcción	1974
Antigüedad de la edificación (años)	51
Sistema estructural	Concreto armado – albañilería

Figura 42

Ubicación del colegio Sagrado Corazón de Jesús

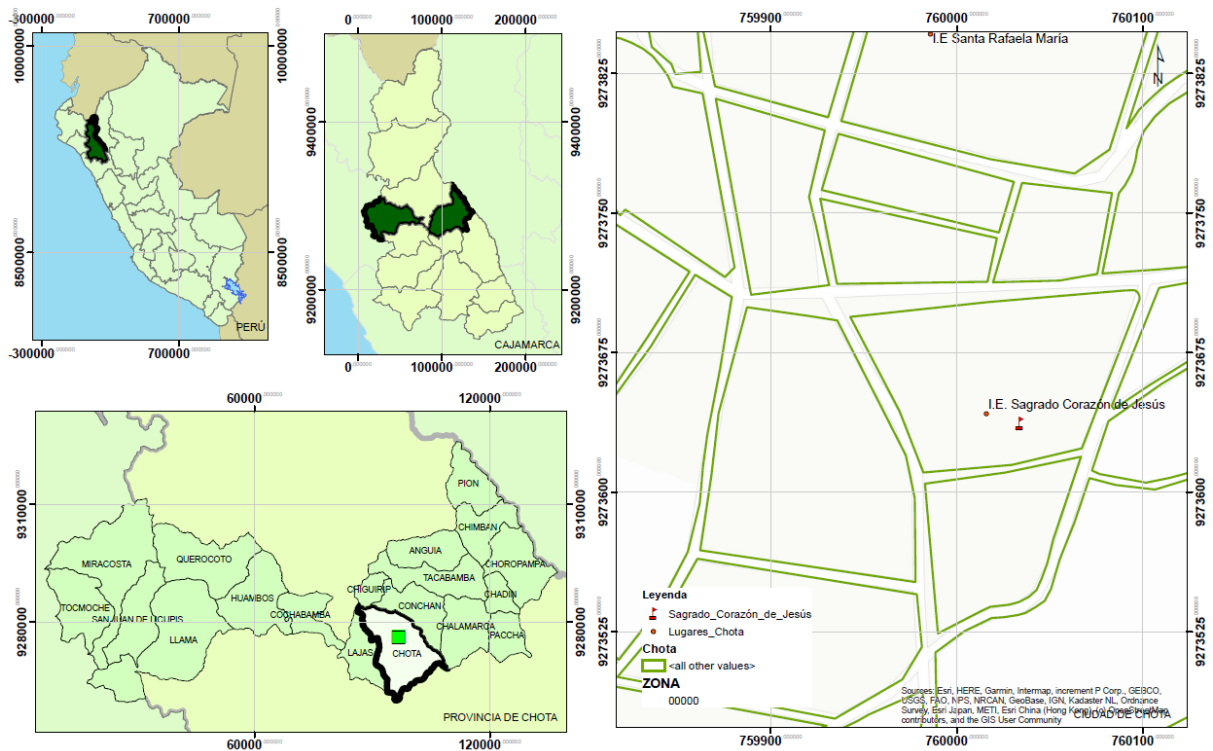
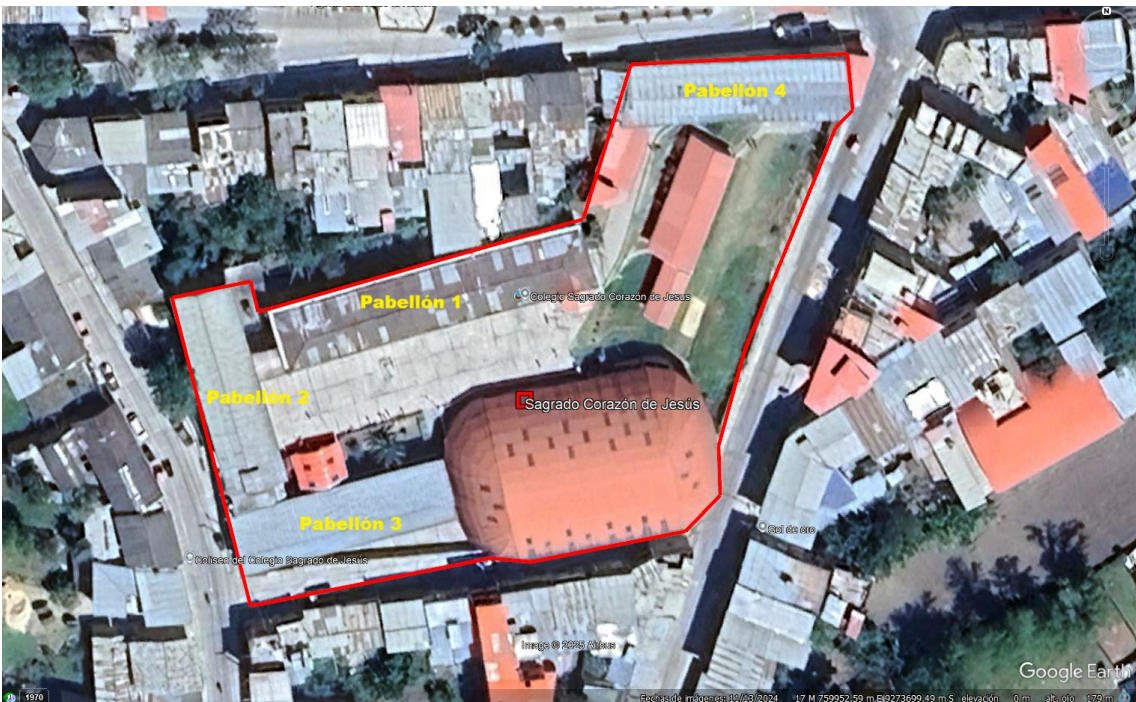


Figura 43

Plano en planta del colegio Sagrado Corazón de Jesús



b) Características geométricas

El módulo 1 y el módulo 2 del pabellón 1 del Colegio Sagrado Corazón de Jesús, construidos en 1974, presentan planta rectangular con proporción moderada (relación ancho/largo de 0.36) y configuración regular tanto en planta como en elevación. Ambas edificaciones cuentan con dos niveles, sistema estructural de concreto armado con albañilería confinada, y distribución de cargas alineada con columnas y muros estructurales. El espesor de los muros es de 0.15 m en ambos módulos, con espaciado máximo entre muros de 4.46 m, lo que da una relación L/S de 29.73.

Tabla 59

Configuración en planta y elevación del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Aspecto evaluado	Módulo 1 - pabellón 1	Módulo 2 - pabellón 1
Ancho	10.2	10.2
Largo	28.52	28.52
Relación ancho/largo	0.36	0.36
Año de construcción	1974	1974
Sistema estructural	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada
Regularidad en planta	Regular	Regular
Número de niveles	2	2
Configuración de elevación	Regular	Regular
Altura de la edificación H (m)	8.62	8.62
Altura T (m)	0	0
Relación T/H	0	0
Ubicación de la escalera	Extremo izquierdo	Extremo izquierdo
Distribución de cargas verticales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales
Tipo de cubierta	Clase B	Clase B
Espesor del muro S (m)	0.15	0.15
Espaciado máximo entre muros L (m)	4.46	4.46
Espaciamiento máximo entre muros (L/S)	29.73	29.73

Figura 44

Vista en planta del colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1

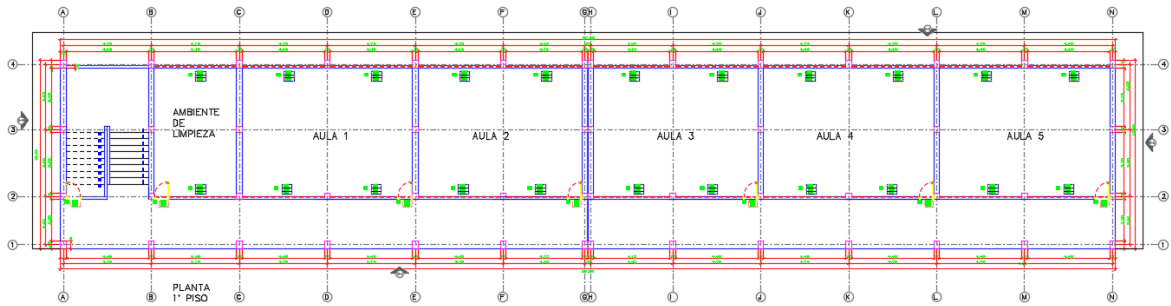


Figura 45

Vista en elevación del Colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1

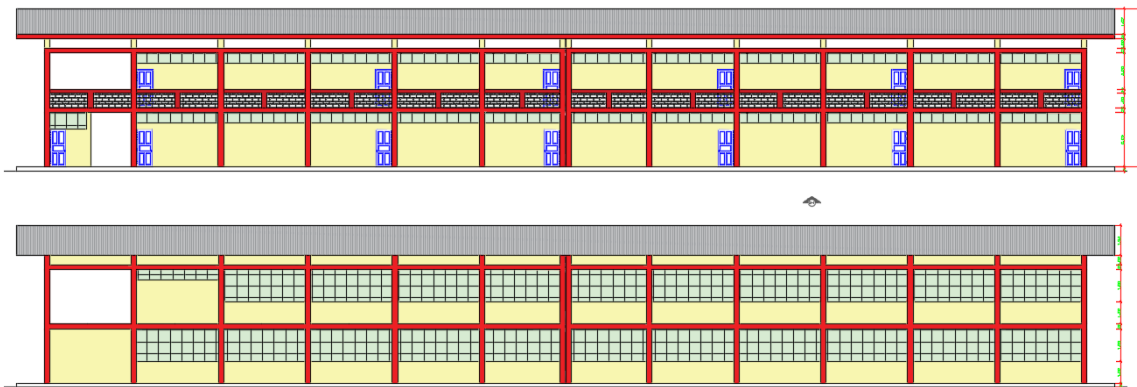
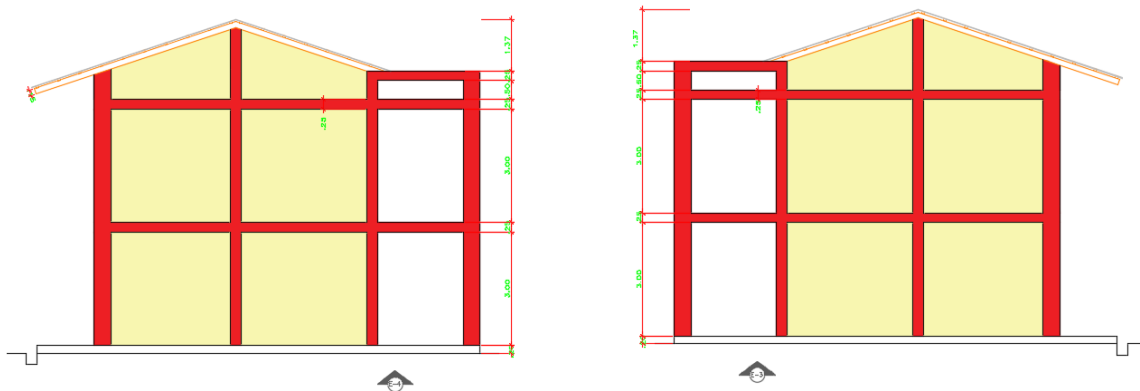


Figura 46

Vista en corte del colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1



c) Características del suelo y la cimentación

El colegio Sagrado Corazón de Jesús presenta suelo con 65.3% de finos, clasificado como CL según SUCS y como A-7-6(11) según AASHTO. El índice plástico es de 20.6%, con contenido de humedad de 21.85% y densidad húmeda de 1.82 gr/cm³. Respecto a las propiedades de resistencia, el suelo presenta cohesión de 0.27 kg/cm² y ángulo de fricción de 18.31°, lo que refleja comportamiento cohesivo. La cimentación es de tipo cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos), con una profundidad y ancho de 1.5 m. La capacidad de carga alcanza los 1.05 kg/cm² para cimentación corrida y 1.23 kg/cm² para cimentación cuadrada, lo que sugiere un suelo con capacidad portante moderada.

Tabla 60

Características del suelo y de la cimentación del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Colegio	Sagrado Corazón de Jesús
Porcentaje de finos (%)	65.3
Límite líquido (%)	47.7
Límite plástico (%)	27.1
Índice plástico (%)	20.6
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(11)
Contenido de humedad promedio (%)	21.85
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.82
Cohesión (kg/cm ²)	0.27
Ángulo de fricción (°)	18.31
Profundidad de cimentación (m)	1.5
Ancho de cimentación (m)	1.5
Tipo de cimentación	Cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos)
Capacidad de carga (kg/cm ²)	
Cimentación corrida	1.05
Cimentación cuadrada	1.23

d) Características de los materiales

En el Colegio Sagrado Corazón de Jesús, se evaluaron los módulos 1 y 2 del pabellón 1 mediante el ensayo de esclerometría para estimar la resistencia del concreto. En el módulo 1, las columnas presentan resistencia actual de 248 kg/cm², valor superior al estimado, mientras que las vigas muestran 198 kg/cm², ligeramente por debajo del valor inicial, y las losas aligeradas alcanzan 239 kg/cm², también por encima del diseño. En el módulo 2, los resultados son similares: 248 kg/cm² en columnas, 203 kg/cm² en vigas y 240 kg/cm² en losas aligeradas. Respecto al MOE del concreto, se obtuvo 21,106.87 kg/cm² en el módulo 1 y 21,371.71 kg/cm² en el módulo 2, y en ambos casos, se utilizó acero con resistencia de 4,200 kg/cm² y albañilería con resistencia de 65 kg/cm².

Tabla 61

Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Pabellón	Módulo	Elemento estructural	Resistencia inicial (kg/cm ²)	Resistencia actual (kg/cm ²)
1	1	Columnas	210	248
1	1	Vigas	210	198
1	1	Losa Aligerada	210	239
1	2	Columnas	210	248
1	2	Vigas	210	203
1	2	Losa Aligerada	210	240

Tabla 62

Propiedades de los materiales del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Material	Resistencia (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	Módulo de Poisson
Pabellón 1 módulo 1			
Concreto	198	21106.87	0.15
Acero	4200	2100000	0.30
Albañilería	65	30000 - 50000	0.25
Pabellón 1 módulo 2			
Concreto	203	21371.71	0.15
Acero	4200	2100000	0.30
Albañilería	65	30000 - 50000	0.25

e) Estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales

En el Colegio Sagrado Corazón de Jesús, el estado de conservación de los elementos estructurales del módulo 1 del pabellón A se calificó como regular en columnas, vigas y muros portantes, y malo en techos, debido a fisuras, humedad y eflorescencia. En el pabellón C, las columnas y muros portantes también se evaluaron como regulares, mientras que las vigas se calificaron como malas por presentar fisuras de mayor tamaño, mayor humedad y eflorescencia. Respecto a los componentes no estructurales, ambos módulos presentan estado malo en cielos rasos, barandillas y mobiliario fijo, mientras que ventanas, puertas y luminarias se calificaron en estado regular, con observaciones relacionadas a fijaciones deficientes y, riesgo de caída en sismos.

Tabla 63

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Elemento	Módulo 1 - pabellón 1		Módulo 1 - pabellón 1	
	Características	Estado	Características	Estado
Columnas	Fisuras de 0.5 mm y hasta 25 cm de longitud, sin grietas ni desprendimientos	Regular	Fisuras de 0.4 mm y hasta 20 cm de longitud, con ligeros rasgos de eflorescencia	Regular
Vigas	Fisuras de 0.6 mm y hasta 30 cm, con humedad puntual y eflorescencia leve	Regular	Fisuras de 0.5 mm y hasta 28 cm, sin grietas, con eflorescencia superficial	Regular
Muros portantes	Fisuras finas de 1 mm y hasta 70 cm, con humedad ligera en puntos aislados y eflorescencia localizada	Regular	Fisuras finas de 1 mm y hasta 65 cm, sin grietas, con eflorescencia en superficie	Regular
Techos	Fisuras de 1 mm y hasta 6 cm, sin erosión, con manchas leves de eflorescencia	Regular	Fisuras de 0.8 mm y hasta 5 cm, sin daño superficial ni desprendimiento	Regular

Figura 47

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Sagrado

Corazón de Jesús

Muros de albañilería en buenas condiciones



Grietas y fisuras en columnas



Tabla 64

Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio

Sagrado Corazón de Jesús

Elemento	Características	Estado	
		Módulo 1 – pabellón 1	Módulo 2 – pabellón 1
Cielos rasos y falsos techos	Fijaciones firmes con ligeros puntos de holgura	Regular	Bueno
Ventanas y vidrios	Vidrios sin laminado de seguridad, en marcos estables	Regular	Regular
Puertas y marcos	Apertura funcional, con leve desgaste en marcos	Regular	Bueno
Barandillas y pasamanos	Fijaciones estables, sin riesgo de desprendimiento	Bueno	Regular
Luminarias y equipos eléctricos	Instalación funcional, sin elementos sueltos	Bueno	Bueno
Mobiliario fijo (estanterías, pizarras, etc.)	Estanterías con fijación parcial, sin riesgo de vuelco	Regular	Regular

f) Aspectos estructurales

Ambos pabellones se ubican en la zona sísmica 2, correspondiente a una sismicidad moderada, con un factor de zona $Z = 0.25$. El factor de uso e importancia U es 1.50, dado que se trata de una institución educativa, y el factor de suelo S es 1.20, correspondiente a un tipo de suelo S2. El período característico del suelo T_p es de 0.60 segundos y T_L es de 2.00 segundos. En cuanto al sistema estructural, el pabellón 1 cuenta con pórticos en la dirección longitudinal y muros de albañilería confinada en la dirección transversal, con coeficientes de reducción de respuesta sísmica R de 8 y 3, respectivamente.

Tabla 65

Parámetros para el análisis sísmico del colegio Sagrado Corazón de Jesús

Parámetros para el análisis sísmico	
Factor de zona (zona 2)	$Z= 0.25$
Factor de uso e importancia (categoría A)	$U= 1.50$
Factor de suelo (S2)	$S= 1.20$
Período para definir espectro de pseudo aceleración	$T_p=0.60$ s. $T_L= 2.00$
Reducción de respuesta de acuerdo al sistema estructural	
Longitudinal (pórticos)	$R= 8$
Transversal (albañilería)	$R= 3$
Regularidad estructural	1.00

Figura 48

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 y 2 pabellón 1 en planta del colegio Sagrado Corazón de Jesús

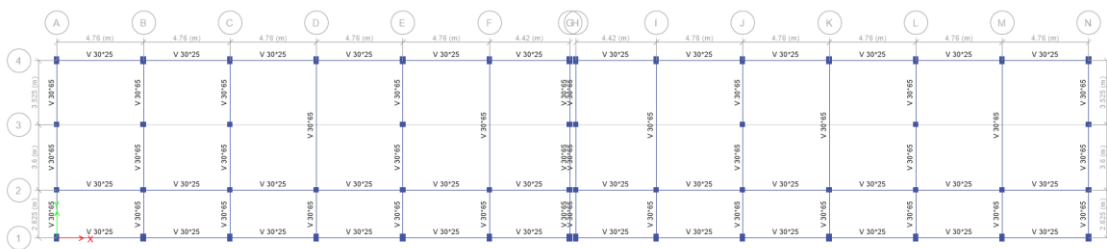


Figura 49

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 y 2 pabellón 1 en elevación del colegio Sagrado Corazón de Jesús

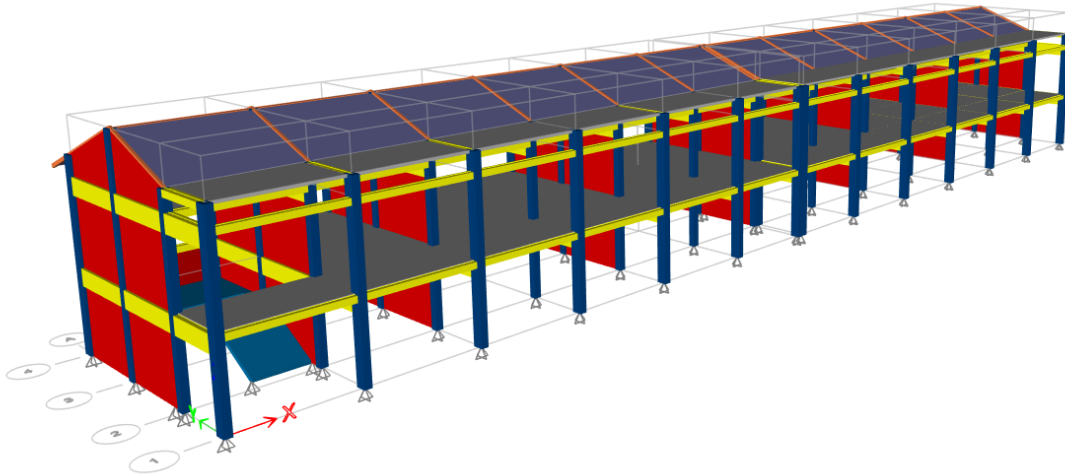
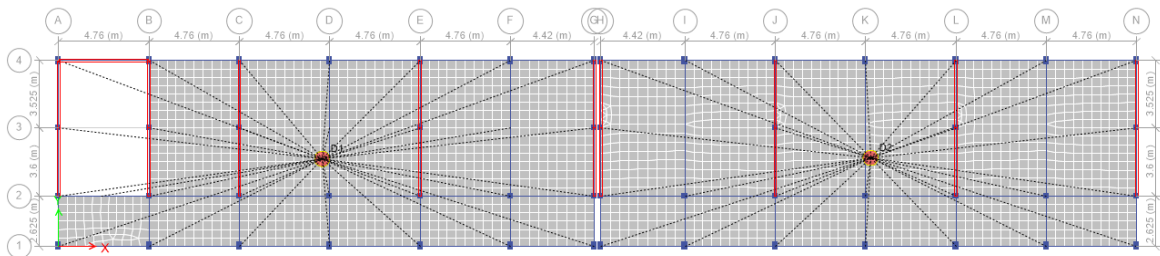


Figura 50

Diafragma rígido del pabellón 1, módulo 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús



En el caso del Colegio Sagrado Corazón de Jesús, se evaluaron las posibles irregularidades estructurales en los módulos 1 y 2 del pabellón 1, tanto en planta como en elevación. En ambos casos, los resultados obtenidos muestran que los factores de irregularidad en planta (I_p) y en altura (I_a) son iguales a 1.00, lo cual indica que no se presentan irregularidades significativas según lo estipulado por la Norma Técnica E.030.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (17)$$

$$R = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 1.00 \quad (18)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a irregularidad en altura, I_p en planta.

Siendo así, la estructura es regular, tanto en planta como en altura, y, por lo tanto, el comportamiento sísmico esperado es favorable dentro de los límites del diseño estructural convencional.

Tabla 66

Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón 1 del colegio

Sagrado Corazón de Jesús

Irregularidades estructurales en planta	I _p	X	Y	Factor I _p
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	I _a	X	Y	Factor I _a
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

Tabla 67

Irregularidades en planta y altura en el módulo 2, pabellón 1 del colegio

Sagrado Corazón de Jesús

Irregularidades estructurales en planta	I _p	X	Y	Factor I _p
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	I _a	X	Y	Factor I _a
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

4.1.1.3. Colegio Santa Rafaela María

a) Características generales

La institución educativa Santa Rafaela María, ubicada en el Jr. Atahualpa 106, en la ciudad de Chota, con coordenadas geográficas latitud -6.56386 y longitud -78.64912, atiende a 337 alumnos y 21 docentes, bajo la dirección de la profesora Wuilmina Carmen Martínez Acha. La infraestructura cuenta con dos pabellones distribuidos en dos módulos, de los cuales uno ha sido seleccionado como muestra. La edificación fue construida en el año 2003, por lo que cuenta con 22 años de antigüedad, y emplea sistema estructural compuesto por concreto armado y albañilería. El terreno tiene superficie total de 3,715.63 m², el área construida asciende a 2,615.63 m², lo que representa 70.4% de ocupación.

Tabla 68

Características generales del colegio Santa Rafaela

Datos técnicos generales	
Nombre de la I.E.	Santa Rafaela María
Ubicación geográfica	
Latitud	-6.56386
Longitud	-78.64912
Dirección	Jr. Atahualpa 106
Director	Wuilmina Carmen Martinez Acha
Alumnos	337
Docentes	21
Pabellones	2
Módulos	2
Módulos (muestra)	1
Área del terreno (m ²)	3715.63
Pendiente del terreno (%)	12
Área construida (m ²)	2615.63
Año de construcción	2003
Antigüedad de la edificación (años)	22
Sistema estructural	Concreto armado – albañilería

Figura 51

Ubicación del colegio Santa Rafaela

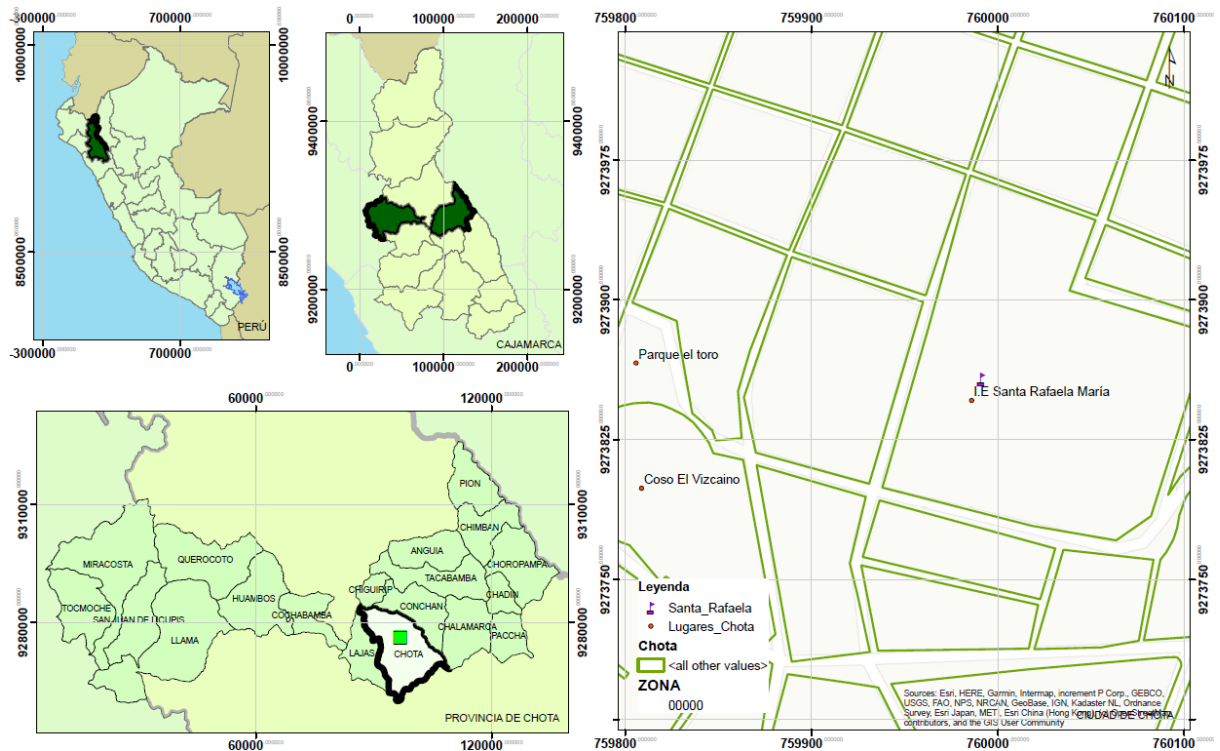


Figura 52

Vista en planta del colegio Santa Rafaela



b) Características geométricas

El módulo 1 del pabellón 1 del Colegio Santa Rafaela María, construido en el año 2003, presenta planta rectangular con proporción moderada (relación ancho/largo de 0.34) y configuración estructural regular en planta, pero irregular en elevación. El edificio cuenta con tres niveles, sistema estructural mixto de concreto armado y albañilería confinada, y distribución de cargas alineada con columnas y muros estructurales. El espesor de los muros es de 0.15 m, con espaciado máximo entre muros de 3.20 m, generando relación L/S de 21.33, que indica espaciado razonable entre elementos verticales. La escalera se ubica en el extremo derecho del pabellón y la cubierta es de tipo Clase B.

Tabla 69

Configuración en planta y elevación del colegio Santa Rafaela

Aspecto evaluado	Módulo 1 - pabellón 1
Ancho	3.8
Largo	11.2
Relación ancho/largo	0.34
Año de construcción	2003
Sistema estructural	Concreto armado - albañilería confinada
Regularidad en planta	Regular
Número de niveles	3
Configuración de elevación	Irregular
Altura de la edificación H (m)	11.40
Altura T (m)	0
Relación T/H	0
Ubicación de la escalera	Extremo derecho
Distribución de cargas verticales	Alineada con columnas y muros estructurales
Tipo de cubierta	Clase B
Espesor del muro S (m)	0.15
Espaciado máximo entre muros L (m)	3.20
Espaciamiento máximo entre muros (L/S)	21.33

Figura 53

Vista en planta del colegio Santa Rafaela, módulo 1 pabellón A

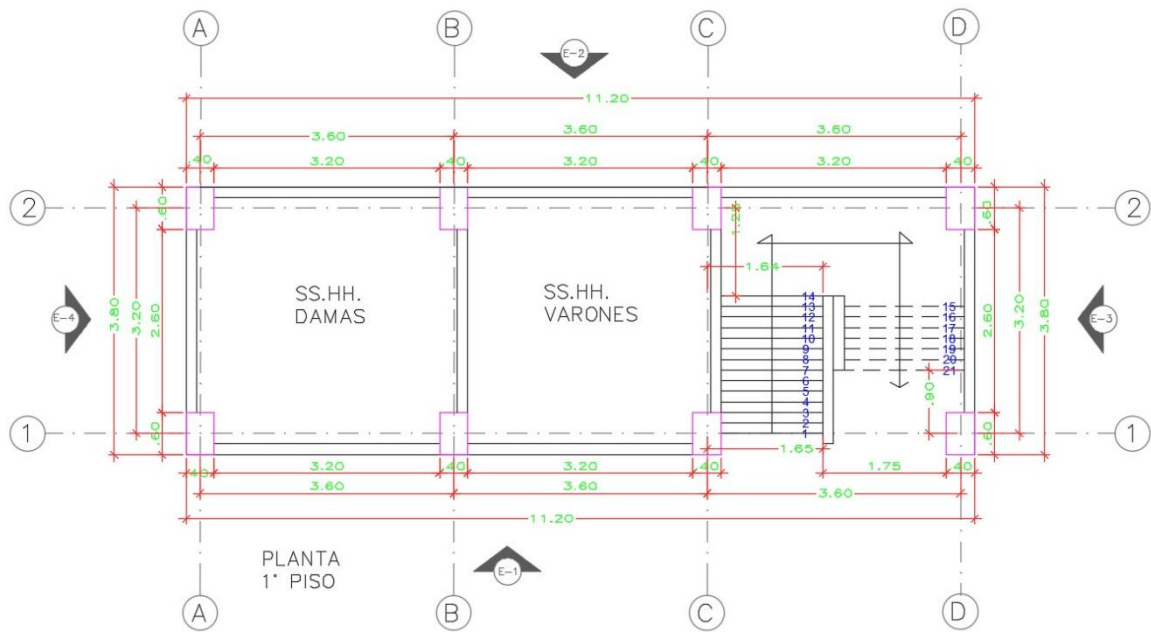
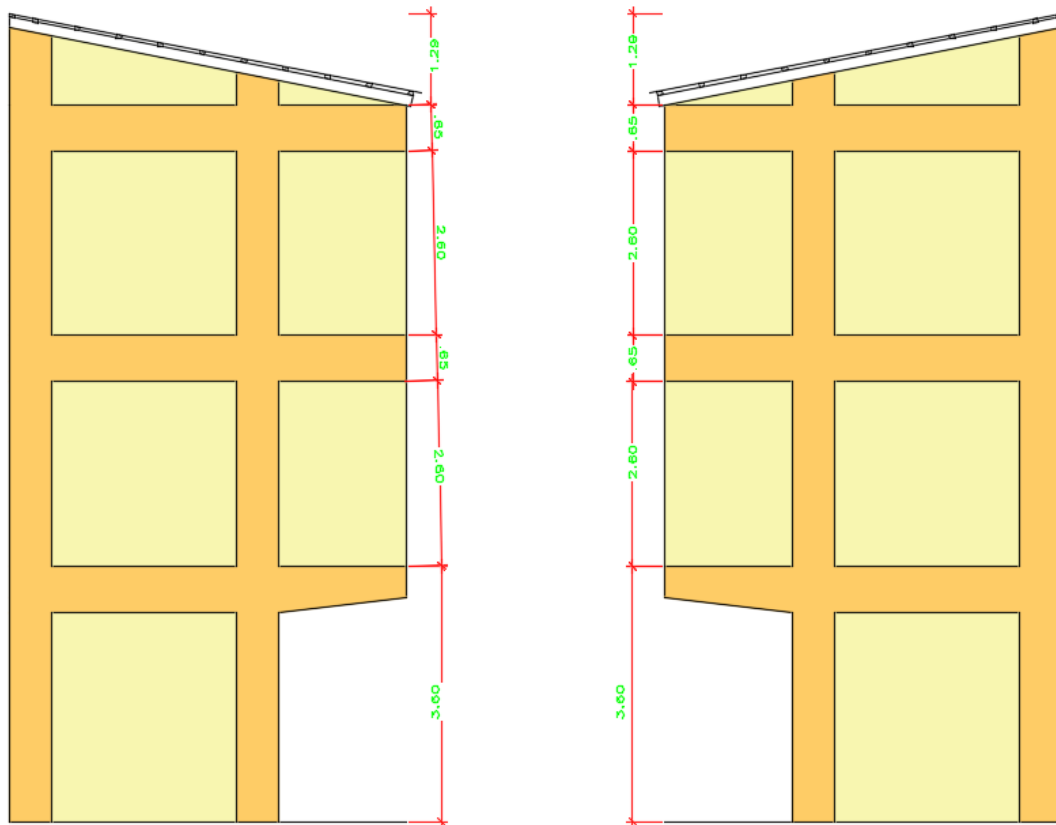


Figura 54

Vista en elevación del colegio Santa Rafaela, módulo 1 pabellón A



c) Características del suelo y la cimentación

El colegio Santa Rafaela María presenta suelo con 16.8% de finos, clasificado como GC (grava con arcilla) según el sistema SUCS y como A-2-6(0) según la clasificación AASHTO. El índice plástico es de 11.1%, con contenido de humedad de 13.78% y densidad húmeda de 1.93 gr/cm³. En cuanto a parámetros de resistencia, el suelo presenta cohesión de 0.19 kg/cm² y ángulo de fricción de 25.35°, valores que indican comportamiento predominantemente granular con cierta resistencia al corte. La cimentación tiene profundidad y ancho de 1.5 m, siendo de tipo cuadrada (zapatas). La capacidad de carga es de 1.33 kg/cm² para cimentación corrida y 1.49 kg/cm² para cimentación cuadrada, lo que representa capacidad portante elevada.

Tabla 70

Características del suelo y de la cimentación del colegio Santa Rafaela

Colegio	Santa Rafaela
Porcentaje de finos (%)	16.8
Límite líquido (%)	33.5
Límite plástico (%)	22.4
Índice plástico (%)	11.1
Clasificación SUCS	GC
Clasificación AASHTO	A-2-6 (0)
Contenido de humedad promedio (%)	13.78
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.93
Cohesión (kg/cm ²)	0.19
Ángulo de fricción (°)	25.35
Profundidad de cimentación (m)	1.5
Ancho de cimentación (m)	1.5
Tipo de cimentación	Cuadrada (zapatas)
Capacidad de carga (kg/cm ²)	
Cimentación corrida	1.33
Cimentación cuadrada	1.49

d) Características de los materiales

En el Colegio Santa Rafaela María, se evaluó el módulo 1 del pabellón 1 mediante el ensayo de esclerometría para determinar la resistencia actual del concreto en sus elementos estructurales. Se consideró la resistencia inicial de diseño de 210 kg/cm². Los resultados indican que las columnas mantienen prácticamente el valor proyectado, con resistencia actual de 209 kg/cm², mientras que las vigas y losas aligeradas presentan valores menores, con 171 kg/cm² y 173 kg/cm², respectivamente. El módulo de elasticidad (MOE) del concreto fue estimado en 19,615.05 kg/cm², acorde con los niveles de resistencia obtenidos. En cuanto a los demás materiales estructurales, se utilizó acero con resistencia de 4,200 kg/cm² y albañilería con resistencia de 65 kg/cm², con módulo de elasticidad en el rango de 30,000 a 50,000 kg/cm².

Tabla 71

Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del colegio Santa Rafaela

Pabellón	Módulo	Elemento estructural	Resistencia inicial (kg/cm ²)	Resistencia actual (kg/cm ²)
1	1	Columnas	210	209
1	1	Vigas	210	171
1	1	Losa Aligerada	210	173

Tabla 72

Propiedades de los materiales del colegio Santa Rafaela

Material	Resistencia (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	Módulo de Poisson
Pabellón 1 módulo 1			
Concreto	171	19615.05	0.15
Acero	4200	210000	0.30
Albañilería	65	30000 - 50000	0.25

e) Estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales

En el Colegio Santa Rafaela María, el estado de conservación de los componentes estructurales del módulo 1 del pabellón 1 fue evaluado como regular en todos los elementos principales. Las columnas presentan fisuras finas de hasta 0.8 mm y 40 cm de longitud, sin compromiso estructural, acompañadas de eflorescencia leve. Las vigas muestran fisuras de hasta 1 mm y 35 cm, con eflorescencia superficial, mientras que los muros portantes presentan fisuras de hasta 1 mm y 60 cm, junto a manchas de humedad poco significativas. Los techos registran fisuras menores de 0.8 mm y hasta 6 cm, sin evidencia de desprendimientos ni erosión, manteniéndose también en estado regular. Respecto a los componentes no estructurales, el estado general es regular a malo. Se identificaron cielos rasos con fijaciones debilitadas que podrían desprenderse durante un sismo, así como barandillas y mobiliario fijo con anclajes inadecuados, clasificándose estos elementos en estado malo. En cambio, ventanas, puertas y luminarias fueron evaluadas como regulares, destacando deficiencias menores como marcos inestables o riesgo de caída por conexiones deficientes, que no comprometen de forma inmediata la funcionalidad.

Tabla 73

Estado de conservación de componentes estructurales, colegio Santa Rafaela

Elemento	Características	Estado
Columnas	Fisuras de hasta 0.8 mm y 40 cm de longitud, sin grietas estructurales, con leve eflorescencia	Regular
Vigas	Fisuras finas de hasta 1 mm y 35 cm, con presencia leve de eflorescencia superficial	Regular
Muros portantes	Fisuras superficiales de hasta 1 mm y 60 cm, con manchas aisladas de eflorescencia	Regular
Techos	Fisuras menores de 0.8 mm y hasta 6 cm, sin desprendimientos ni erosión significativa	Regular

Figura 55

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Santa

Rafaela

Fisuras delgadas en columnas



Muros con manchas aisladas sin riesgo estructural



Tabla 74

Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio Santa

Rafaela

Elemento	Características	Estado
Cielos rasos y falsos techos	Fijaciones con debilitamiento, posibilidad de desprendimiento	Malo
Ventanas y vidrios	Vidrios sin laminado, marcos estables	Regular
Puertas y marcos	Apertura funcional con marcos inestables	Regular
Barandillas y pasamanos	Fijaciones débiles que pueden fallar ante vibraciones	Malo
Luminarias y equipos eléctricos	Instalación con riesgo de caída por fijación deficiente	Regular
Mobiliario fijo (estanterías, pizarras, etc.)	Estanterías y pizarras sin anclaje adecuado, riesgo de vuelco	Malo

f) Aspectos estructurales

El pabellón se ubica en la zona sísmica 2, correspondiente a sismicidad moderada, con factor de zona $Z = 0.25$. El factor de uso e importancia U es 1.50, dado que se trata de una institución educativa, y el factor de suelo S es 1.20, correspondiente a un tipo de suelo S2. El período característico del suelo T_p es de 0.60 segundos y T_L es de 2.00 segundos. En cuanto al sistema estructural, el pabellón A cuenta con pórticos de concreto armado en la dirección longitudinal y muros de albañilería confinada en la dirección transversal, con coeficientes de reducción de respuesta sísmica R de 8 y 3, respectivamente.

Tabla 75

Parámetros para el análisis sísmico del colegio Santa Rafaela

Parámetros para el análisis sísmico	
Factor de zona (zona 2)	$Z = 0.25$
Factor de uso e importancia (categoría A)	$U = 1.50$
Factor de suelo (S2)	$S = 1.20$
Período para definir espectro de pseudo aceleración	$T_p = 0.60$ s. $T_L = 2.00$
Reducción de respuesta de acuerdo al sistema estructural	
Longitudinal (pórticos de concreto)	$R = 8$
Transversal (albañilería)	$R = 3$
Regularidad estructural	1.00

Figura 56

Modelamiento del pabellón 1 en planta del colegio Santa Rafaela

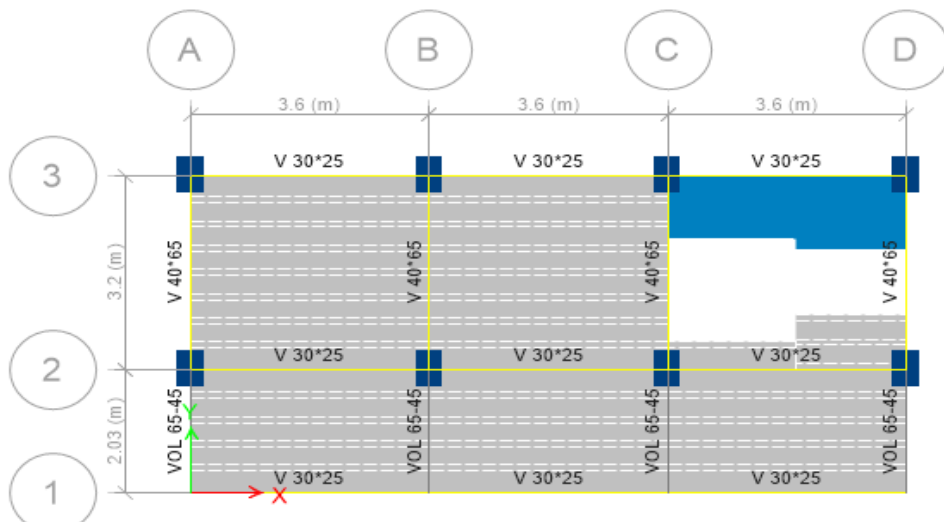


Figura 57

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón 1 en elevación del colegio Santa Rafaela

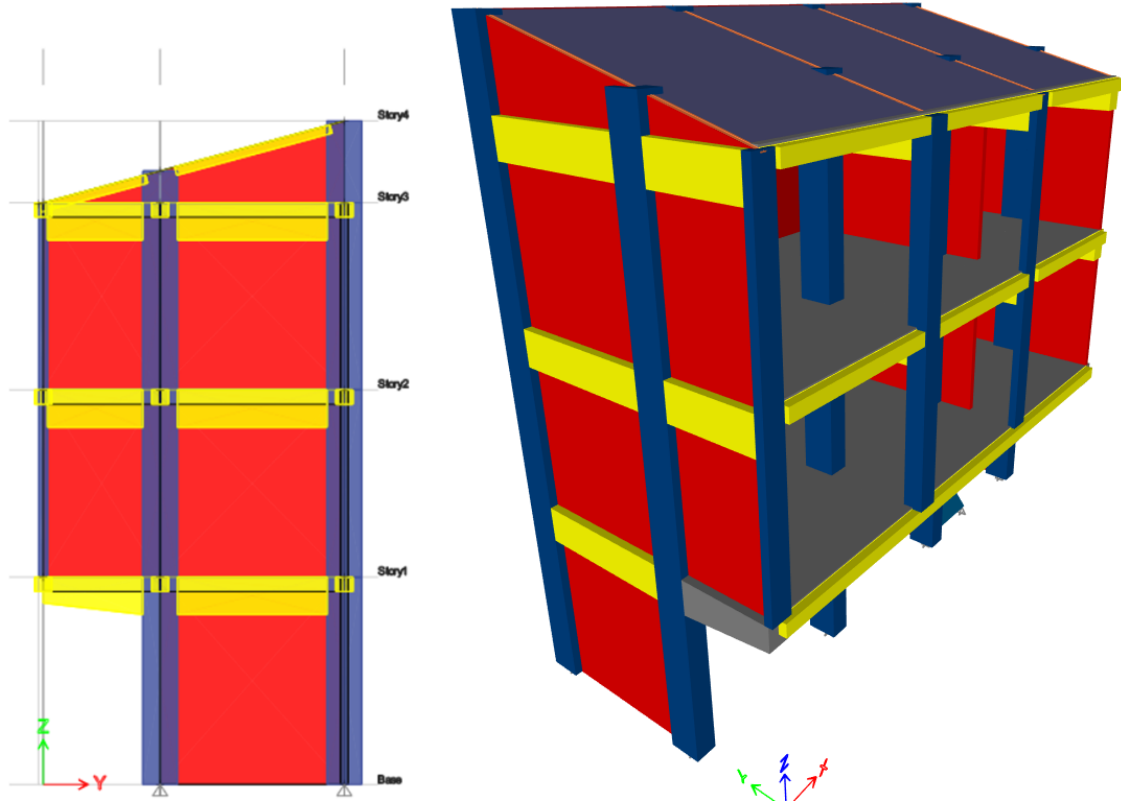
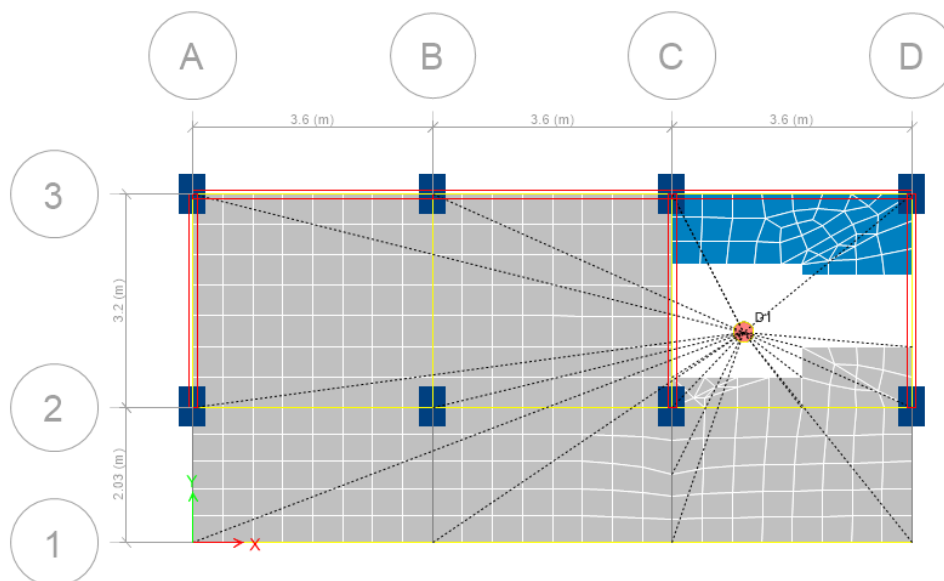


Figura 58

Diafragma rígido del pabellón 1, módulo 1 del colegio Santa Rafaela



En el análisis estructural del pabellón 1, módulo 1 del Colegio Santa Rafaela, se determinó que la edificación presenta irregularidad en planta, específicamente de tipo torsional, en ambas direcciones. El modelamiento arrojó una relación entre la deriva máxima y la deriva promedio superior al umbral establecido por la norma E-030 (1.30), con valores que alcanzan hasta 1.7660 en la dirección Y del primer nivel, y 1.3508 en la dirección X del tercer nivel, confirmando la presencia de irregularidad torsional en toda la edificación.

Los factores evaluados en planta presentan un valor I_p de 0.75, producto de la irregularidad torsional, mientras que los factores en elevación no evidencian irregularidades, por lo que el valor I_a se mantiene en 1.00. De esta forma, el factor de regularidad estructural total (R) se calcula como $1.00 \times 1.00 \times 0.75 = 0.75$, lo que indica una configuración estructural con deficiencia moderada respecto a su respuesta sísmica. Esta condición sugiere una mayor susceptibilidad ante desplazamientos desiguales durante un evento sísmico.

Por tanto, en el caso del pabellón 1, módulo 1 se ha determinado que la estructura presenta irregularidad en planta.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \tag{19}$$

$$R = 1.00 \times 1.00 \times 0.75 = 0.75 \tag{20}$$

Donde, R factor de regularidad, I_a irregularidad en altura, I_p en planta.

Tabla 76

Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón 1 del colegio Santa Rafaela

Irregularidades estructurales en planta	Ip	X	Y	Factor Ip
Irregularidad torsional	0.75	0.75	1.00	0.75
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	Ia	X	Y	Factor Ia
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

– **Irregularidad torsional en planta**

$$Si \Delta_{m\acute{a}x} \geq 1.30 \Delta_{prom} = (Irregular) \quad (21)$$

Tabla 77

Análisis de irregularidad torsional en planta, pabellón 1, módulo 1 del colegio Santa Rafaela

N° piso	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Dirección					
X					
3	X	0.000412	0.000305	1.3508	Irregular
2	X	0.001114	0.000960	1.1604	Irregular
1	X	0.001373	0.001265	1.0854	Irregular
Dirección					
Y					
3	Y	0.000784	0.000581	1.3494	Irregular
2	Y	0.001452	0.000926	1.5680	Irregular
1	Y	0.001879	0.001064	1.7660	Irregular

4.1.1.4. Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

g) Características generales

La institución educativa Abel Carbajal Pérez denominado “Comercio”, ubicada en el Jr. Gregorio Malca 877, de la ciudad de Chota, en las coordenadas geográficas latitud -6.559967 y longitud -78.652245, alberga a 288 alumnos y 21 docentes, dirigidos por el director Wilder Antonio Bustamante Idrogo. Tiene dos pabellones, el pabellón A compuesto por 1 módulo y el pabellón C compuesto por 3 módulos, de los cuales dos módulos han formado parte de la muestra de estudio. El pabellón A fue construido durante la década del 90, y en el transcurso de los siguientes años se construyó el pabellón C por módulos, con sistema estructural de concreto armado y albañilería, configuración común en colegios de esa época.

Tabla 78

Características generales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

Datos técnicos generales	
Nombre de la I.E.	Abel Carbajal Pérez – Comercio
Ubicación geográfica	
Latitud	-6.559967
Longitud	-78.652245
Dirección	Jr. Gregorio Malca 877
Director	Wilder Antonio Bustamante Idrogo
Alumnos	288
Docentes	21
Pabellones	2
Módulos	4
Módulos (muestra)	2
Área del terreno (m2)	1572.65
Pendiente del terreno (%)	22.2
Área construida (m2)	1572.65
Año de construcción	1990
Antigüedad de la edificación (años)	35
Sistema estructural	Concreto armado – albañilería

Figura 59

Ubicación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

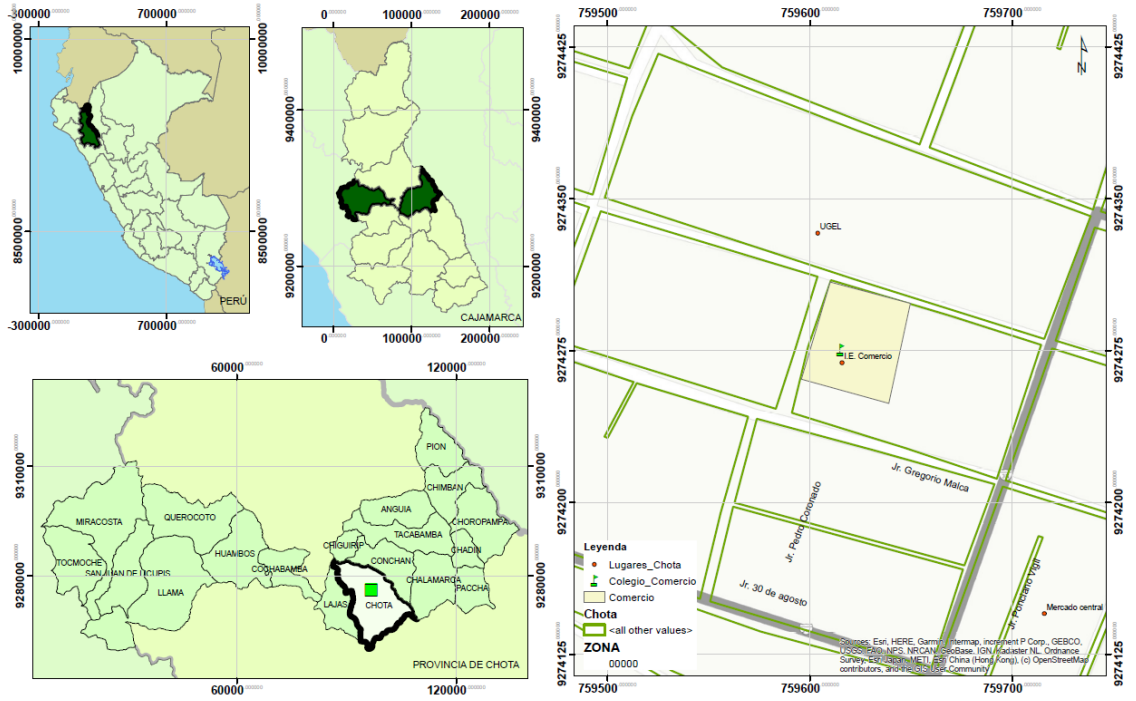
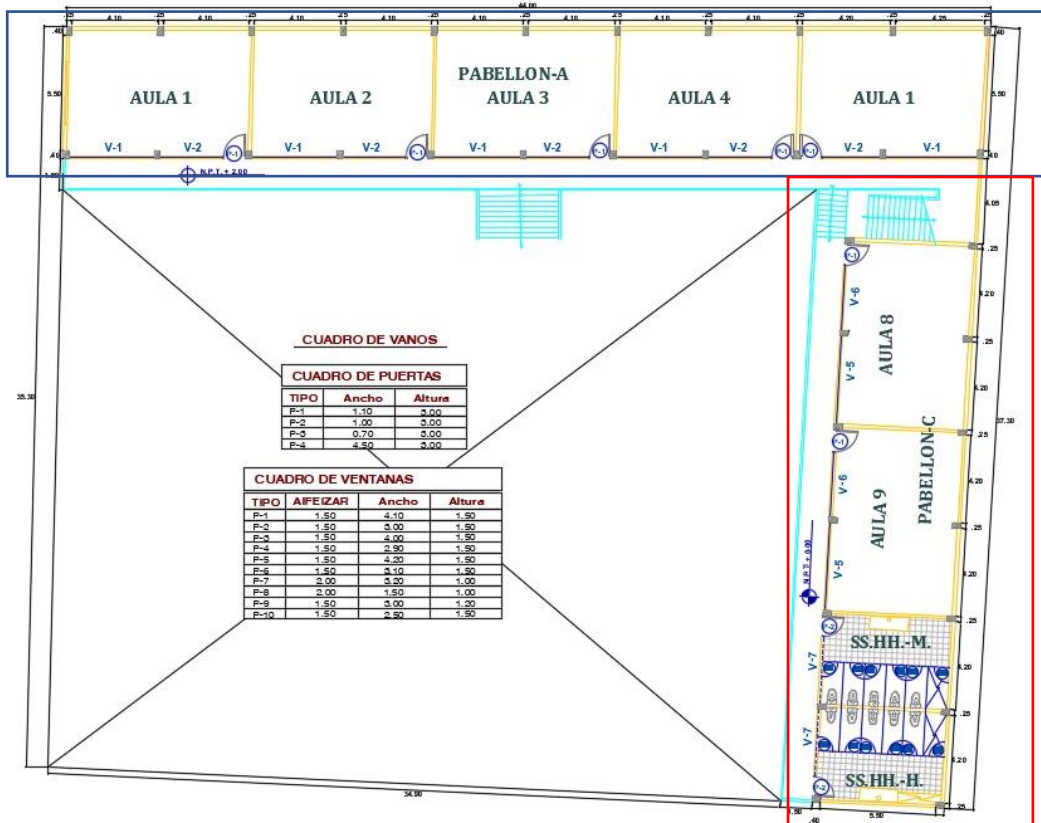


Figura 60

Plano en planta del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio



h) Características geométricas

El pabellón A, construido en 1990, presenta una planta alargada (relación ancho/largo de 0.14), con configuración regular tanto en planta como en elevación. En contraste, el pabellón C, construido en 1999, muestra una configuración irregular en planta y elevación, con una proporción más compacta (0.26) y un espaciado mayor entre muros ($L/S = 36.73$). Ambos módulos cuentan con muros de 0.15 m de espesor y distribución adecuada de cargas, pero el pabellón C presenta una mayor separación entre elementos verticales.

Tabla 79

Configuración en planta y elevación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

Aspecto evaluado	Módulo 1 - pabellón A	Módulo 1 - pabellón C
Ancho	6.1	3.1
Largo	44	11.84
Relación ancho/largo	0.14	0.26
Año de construcción	1990	1999
Sistema estructural	Concreto armado - albañilería confinada	Concreto armado - albañilería confinada
Regularidad en planta	Regular	Irregular
Número de niveles	3	3
Configuración de elevación	Regular	Irregular
Altura de la edificación H (m)	9.78	9.9
Altura T (m)	0	0
Relación T/H	0	0
Ubicación de la escalera	Extremo derecho	Extremo izquierdo
Distribución de cargas verticales	Alineada con columnas y muros estructurales	Alineada con columnas y muros estructurales
Tipo de cubierta	Clase B	Clase B
Espesor del muro S (m)	0.15	0.15
Espaciado máximo entre muros L (m)	4.10	5.51
Espaciamiento máximo entre muros (L/S)	27.33	36.73

Figura 61

Vista en planta del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, módulo 1 pabellón

A

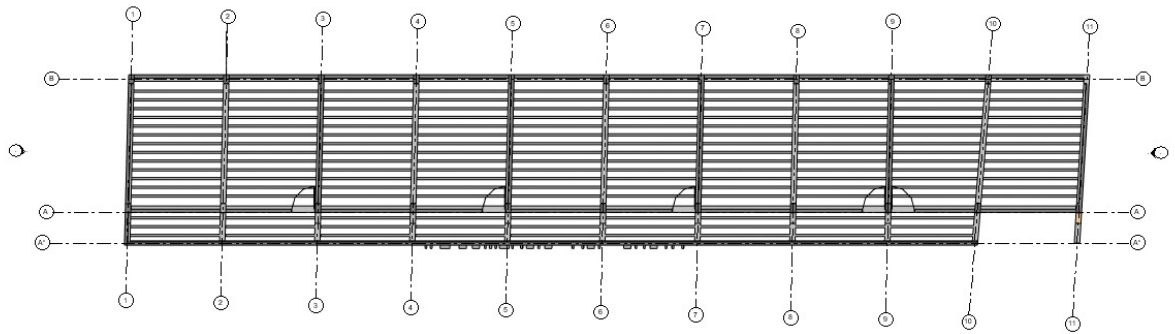


Figura 62

Vista en elevación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, módulo 1 pabellón A

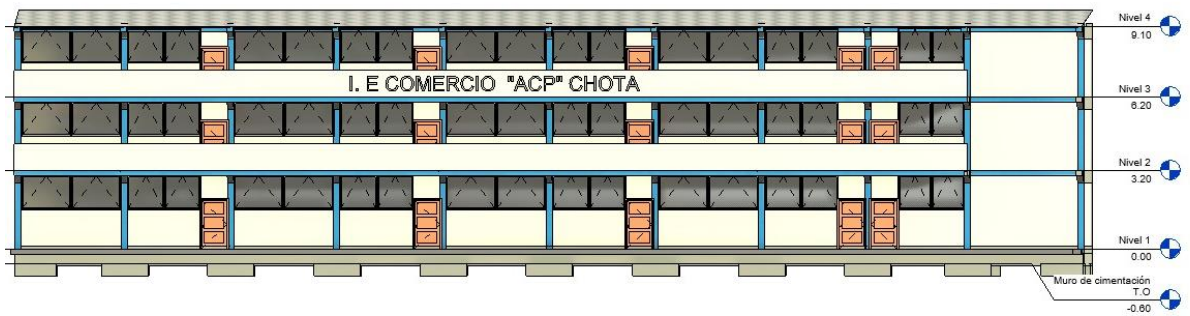


Figura 63

Vista en planta del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, módulo 1 pabellón

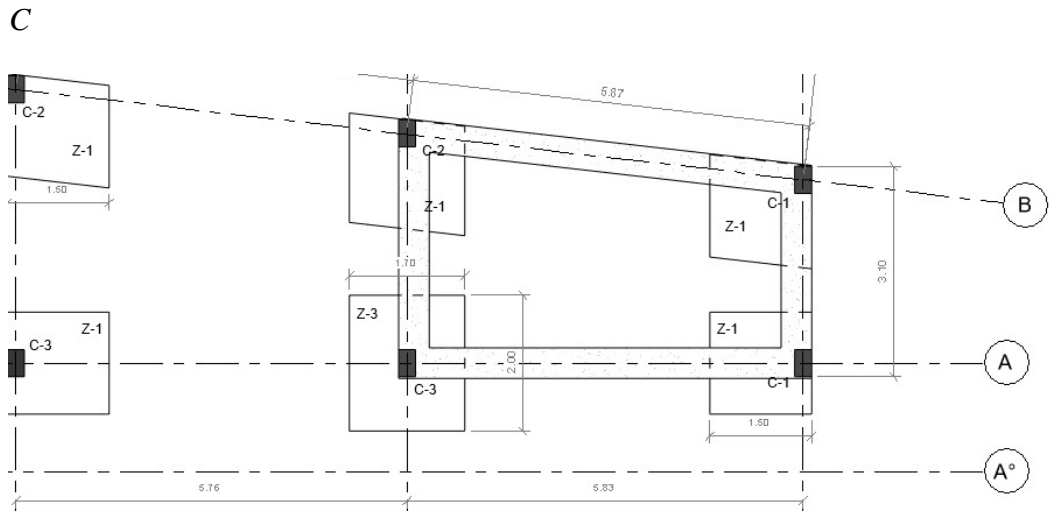
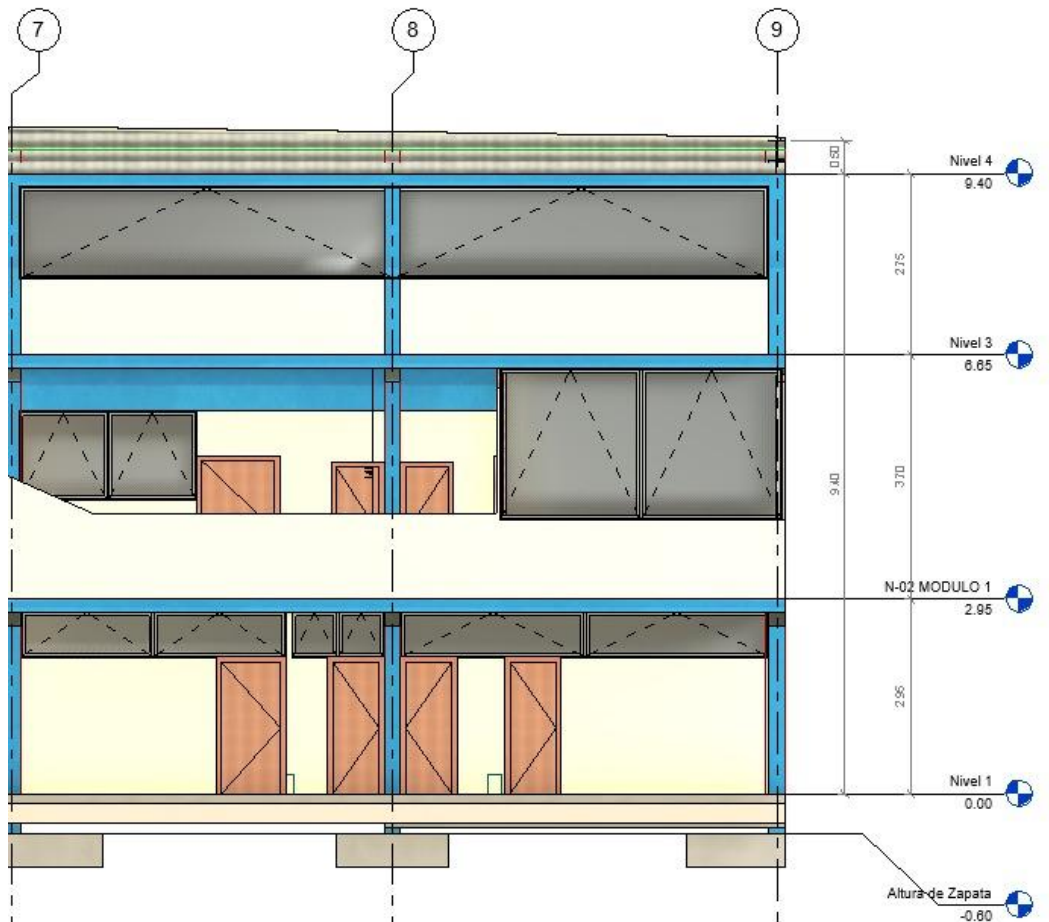


Figura 64

Vista en Elevación del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, Módulo 1 pabellón C



i) Características del suelo y la cimentación

El colegio Abel Carbajal Pérez presenta suelo con 52.3% de finos, clasificado como MH según el sistema SUCS y como A-7-5(14) según AASHTO. El índice plástico es de 26.7%, con contenido de humedad de 30.26% y densidad húmeda de 1.75 gr/cm³. La cohesión es de 0.255 kg/cm² y el ángulo de fricción de 34.4°. La cimentación tiene profundidad de 1.5 m y se compone de zapatas cuadradas y cimientos corridos, ambos con ancho de 1.5 m. La capacidad de carga es de 0.867 kg/cm² para cimentación corrida y 1.167 kg/cm² para cimentación cuadrada.

Tabla 80

Características del suelo y de la cimentación del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

Colegio	Abel Carbajal Pérez
Porcentaje de finos (%)	52.3
Límite líquido (%)	58.2
Límite plástico (%)	31.5
Índice plástico (%)	26.7
Clasificación SUCS	MH
Clasificación AASHTO	A-7-5(14)
Contenido de humedad promedio (%)	30.26
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.75
Cohesión (kg/cm ²)	0.255
Ángulo de fricción (°)	34.4
Profundidad de cimentación (m)	1.5
Ancho de cimentación (m)	1.5
Tipo de cimentación	Cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos)
Capacidad de carga (kg/cm ²)	
Cimentación corrida	0.867
Cimentación cuadrada	1.167

j) Características de los materiales

En el Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, el módulo 1 del pabellón A presenta valores actuales de resistencia a compresión por esclerometría de 209 kg/cm² en columnas, 270 kg/cm² en vigas y 257 kg/cm² en losa aligerada, superiores a la resistencia inicial considerada (175 kg/cm²). En contraste, el módulo 1 del pabellón C muestra 144.4 kg/cm² en columnas, 164.99 kg/cm² en vigas y 300.61 kg/cm² en losa aligerada, con valores inferiores en los elementos verticales. El módulo de elasticidad (MOE) del concreto es de 21,685.25 kg/cm² en el pabellón A y 18,024.98 kg/cm² en el pabellón C. En ambos casos, se usó acero con resistencia de 4,200 kg/cm² y albañilería con resistencia de 65 kg/cm².

Tabla 81

Resistencia a la compresión del concreto por esclerometría a los elementos estructurales del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

Pabellón	Módulo	Elemento estructural	Resistencia inicial (kg/cm ²)	Resistencia actual (kg/cm ²)
A	1	Columnas	175	209
A	1	Vigas	175	270
A	1	Losa Aligerada	175	257
C	1	Columnas	175	144.4
C	1	Vigas	175	164.99
C	1	Losa Aligerada	175	300.61

Tabla 82

Propiedades de los materiales del colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

Material	Resistencia (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	Módulo de Poisson
Pabellón A módulo 1			
Concreto	209	21685.25	0.15
Acero	4200	2100000	0.30
Albañilería	65	30000 - 50000	0.25
Pabellón C módulo 1			
Concreto	144.40	18024.98	0.15
Acero	4200	2100000	0.30
Albañilería	65	30000 - 50000	0.25

k) Estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales

En el Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, el estado de conservación de los elementos estructurales del módulo 1 del pabellón A se calificó como regular en columnas, vigas y muros portantes, y malo en techos, debido a fisuras, humedad y eflorescencia. En el pabellón C, las columnas y muros portantes también se evaluaron como regulares, mientras que las vigas se calificaron como malas por presentar fisuras de mayor tamaño, mayor humedad y eflorescencia. Respecto a los componentes no estructurales, ambos módulos presentan estado malo en cielos rasos, barandillas y mobiliario fijo, mientras que ventanas, puertas y luminarias se calificaron en estado regular, con observaciones relacionadas a fijaciones deficientes y, riesgo de caída en sismos.

Tabla 83

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Abel

Carbajal Pérez – Comercio

Elemento	Módulo 1 - pabellón A		Módulo 1 - pabellón C	
	Características	Estado	Características	Estado
Columnas	Las columnas presentan fisuras y grietas de 1 mm y hasta 50 cm de longitud	Regular	Las columnas presentan fisuras y grietas de 1 mm y hasta 50 cm de longitud	Regular
Vigas	Las vigas presentan fisuras y grietas de 1 mm y hasta 40 cm de longitud, además de humedad de 20 cm de espesor y eflorescencia en 26 cm	Regular	Las vigas presentan fisuras y grietas de 5 mm y hasta 50 cm de longitud, además de humedad de 50 cm de espesor y eflorescencia en 35 cm	Malo
Muros portantes	Los muros presentan figuras y grietas de 2.2 mm y hasta 140 cm de longitud, con rasgos de humedad y eflorescencia en hasta 35 cm de longitud	Regular	Los muros presentan figuras y grietas de 2.2 mm y hasta 140 cm de longitud, con rasgos de humedad y eflorescencia en hasta 35 cm de longitud	Regular
Techos	El techo presenta fisuras de 2 mm y hasta 12 cm de longitud, además de eflorescencia y erosión en el último nivel de la edificación	Malo	El techo presenta fisuras de 0.2 mm y hasta 7 cm de longitud	Regular

Figura 65

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Abel

Carbajal Pérez – Comercio

Muros de albañilería
agrietados

Grietas y fisuras en columnas

Recubrimiento desboronado en vigas

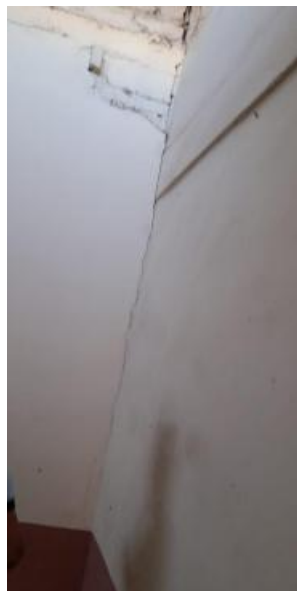


Tabla 84

Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio Abel

Carbajal Pérez – Comercio

Elemento	Características	Estado	
		Módulo 1 – pabellón A	Módulo 1 – pabellón C
Cielos rasos y falsos techos	Fijaciones deficientes que pueden colapsar en un sismo	Malo	Malo
Ventanas y vidrios	Vidrios sin laminado de seguridad	Regular	Regular
Puertas y marcos	Puertas con marcos inestables o difícil apertura en emergencia	Regular	Regular
Barandillas y pasamanos	Fijaciones débiles que pueden fallar ante vibraciones	Malo	Malo
Luminarias y equipos eléctricos	Riesgo de caída por soportes frágiles o conexiones deficientes	Regular	Regular
Mobiliario fijo (estanterías, pizarras, etc.)	Mal anclaje que puede provocar vuelco o desplazamiento	Malo	Malo

I) Aspectos estructurales

Ambos pabellones se ubican en la zona sísmica 2, correspondiente a una sismicidad moderada, con un factor de zona $Z = 0.25$. El factor de uso e importancia U es 1.50, dado que se trata de una institución educativa, y el factor de suelo S es 1.20, correspondiente a un tipo de suelo S2. El período característico del suelo T_p es de 0.60 segundos y T_L es de 2.00 segundos. En cuanto al sistema estructural, el pabellón A cuenta con muros de concreto armado en la dirección longitudinal y muros de albañilería confinada en la dirección transversal, con coeficientes de reducción de respuesta sísmica R de 6 y 3, respectivamente. El pabellón C presenta una configuración similar, pero las irregularidades detectadas reducen su capacidad de disipación de energía sísmica.

Tabla 85

Parámetros para el análisis sísmico del colegio Abel Carbajal Pérez –

Comercio

Parámetros para el análisis sísmico	
Factor de zona (zona 2)	$Z= 0.25$
Factor de uso e importancia (categoría A)	$U= 1.50$
Factor de suelo (S2)	$S= 1.20$
Período para definir espectro de pseudo aceleración	$T_p=0.60$ s. $T_L= 2.00$
Reducción de respuesta de acuerdo al sistema estructural	
Longitudinal (muros de concreto)	$R= 6$
Transversal (albañilería)	$R= 3$
Regularidad estructural	1.00

Figura 66

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón A en planta

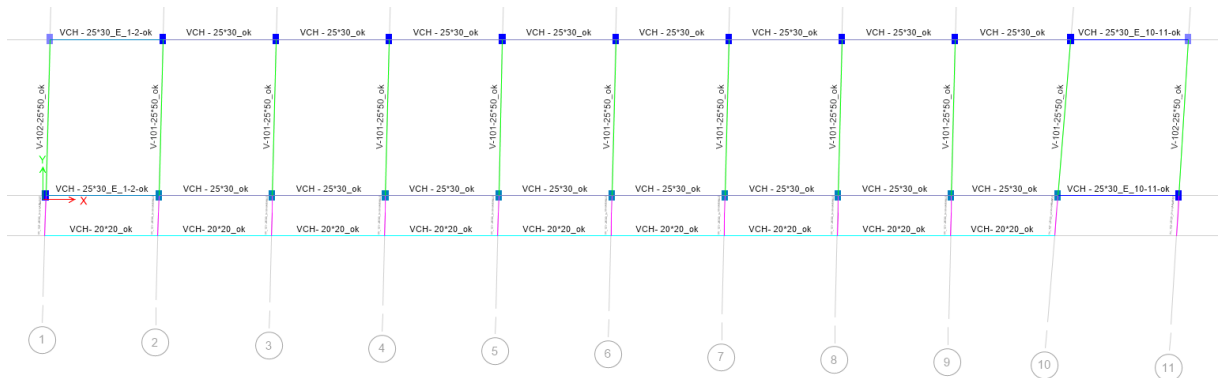


Figura 67

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón A en elevación

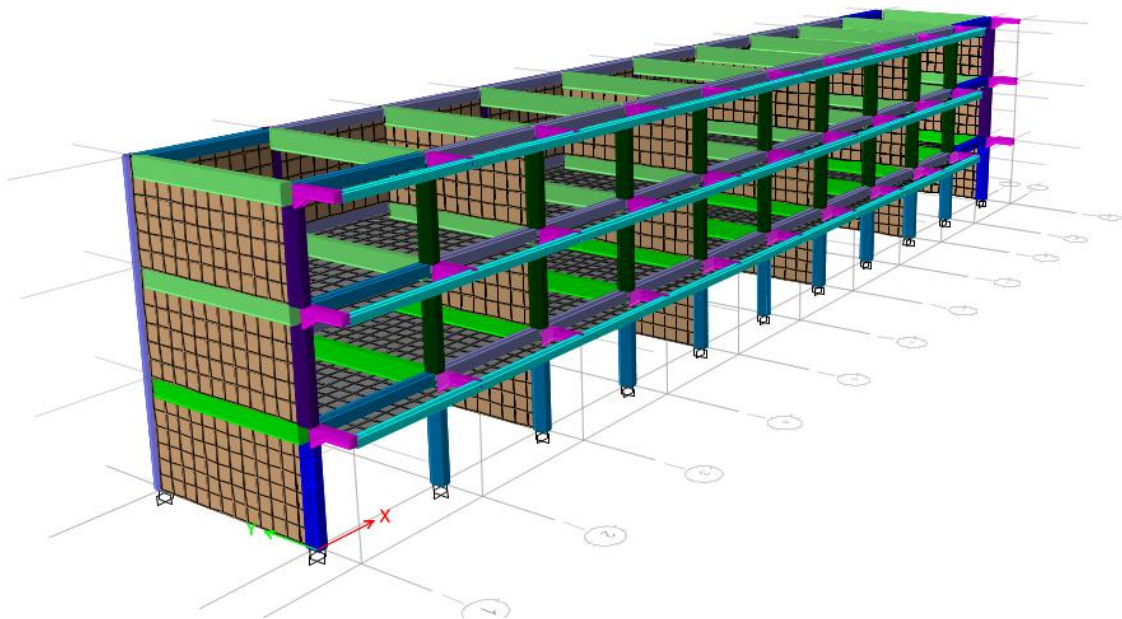


Figura 68

Diafragma rígido del pabellón A, módulo 1 del Colegio Comercio

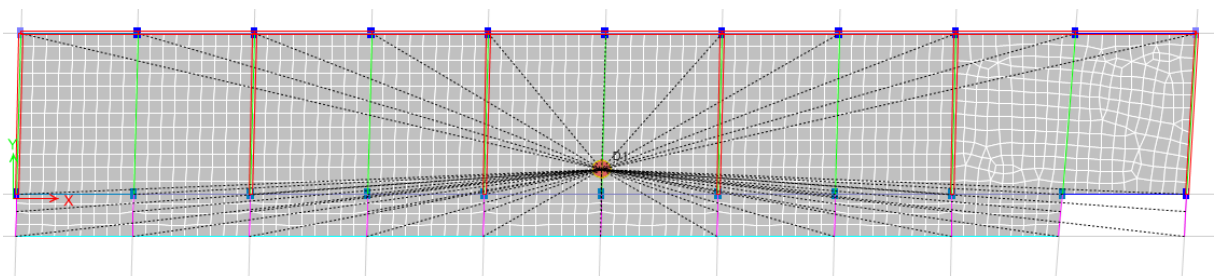


Figura 69

Modelamiento Estructural en ETABS del Módulo 1 Pabellón C en Planta

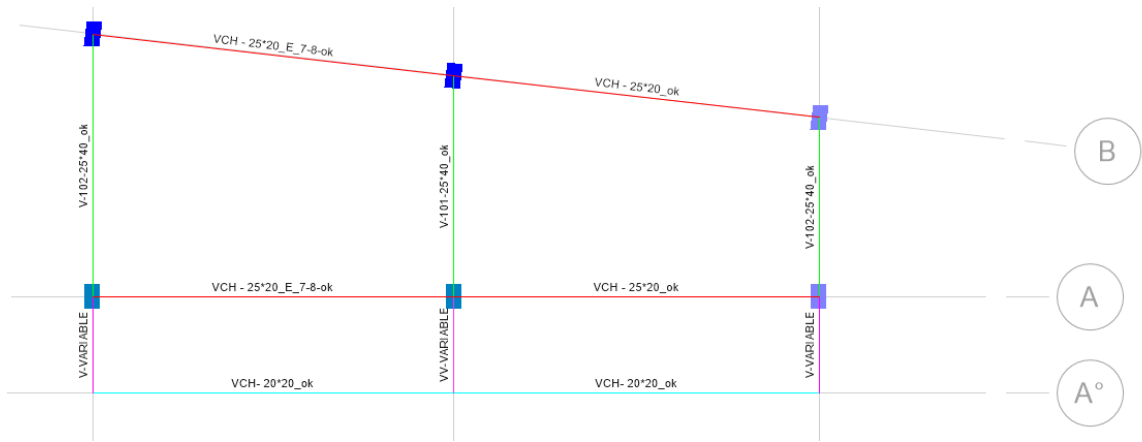


Figura 70

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón C en elevación

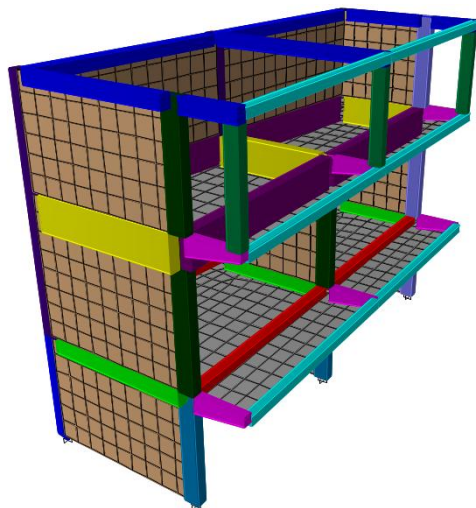
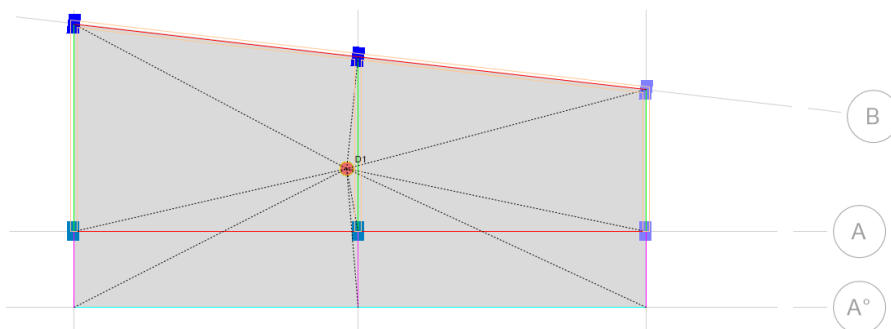


Figura 71

Diafragma rígido del pabellón C, módulo 1 del colegio Comercio



El análisis estructural, realizado mediante modelamiento en ETABS, determinó que el pabellón A presenta una configuración regular tanto en planta como en elevación, con diafragmas rígidos y sin irregularidades significativas. Los factores de irregularidad en planta (I_p) y en altura (I_a) son ambos 1.00, resultando en un factor de regularidad R igual a 1.00. En contraste, el pabellón C exhibe irregularidades tanto en planta como en elevación. El análisis identificó una irregularidad torsional en el segundo nivel en la dirección X, con una relación de deriva máxima a deriva promedio de 1.333, superando el umbral de 1.30 establecido por la norma. Asimismo, se detectó una irregularidad de masa entre los niveles 1 y 2, con una diferencia de peso de 10 toneladas. Estos factores resultaron en valores de $I_p = 0.75$ e $I_a = 0.90$, y un factor de regularidad R de 0.68, indicando una mayor vulnerabilidad estructural ante eventos sísmicos.

En el caso del pabellón A se ha determinado que la estructura no presenta irregularidad en planta ni en elevación por lo que, la estructura es regular.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (22)$$

$$R = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 1.00 \quad (23)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a irregularidad en altura, I_p en planta.

Tabla 86

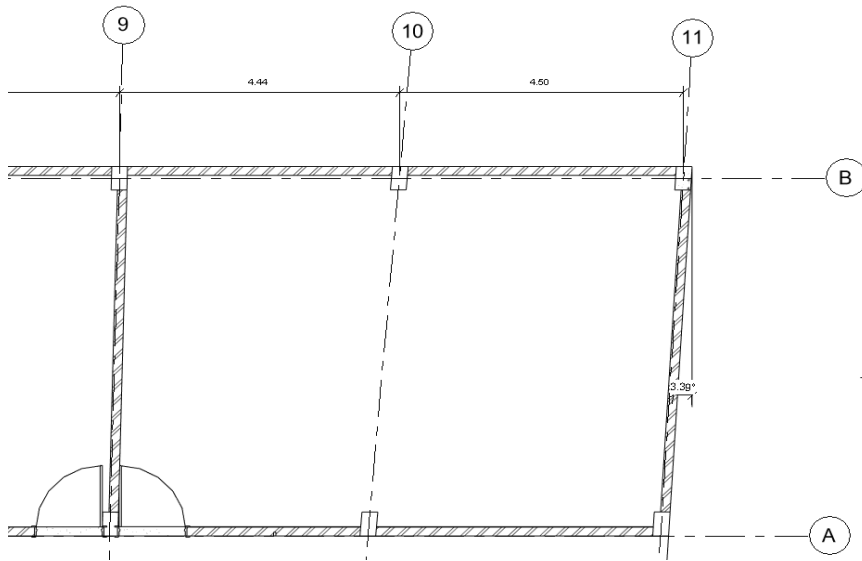
Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón A

Irregularidades estructurales en planta	I_p	X	Y	Factor I_p
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	I_a	X	Y	Factor I_a
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

Figura 72

Análisis de irregularidad de sistemas no paralelos en el pabellón A, módulo 1



Nota. si el ángulo es menor a 30° la estructura es regular.

En el caso del pabellón C, módulo 1 se ha determinado que la estructura presenta irregularidad en planta y en elevación.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \tag{24}$$

$$R = 1.00 \times 0.90 \times 0.75 = 0.68 \tag{25}$$

Donde, R factor de regularidad, I_a irregularidad en altura, I_p en planta.

Tabla 87

Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón C del colegio Abel

Carbajal Pérez – Comercio

Irregularidades estructurales en planta	I _p	X	Y	Factor I _p
Irregularidad torsional	0.75	0.75	1.00	0.75
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	I _a	X	Y	Factor I _a
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	0.90	0.90
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

– Irregularidad torsional en planta

$$Si\Delta_{m\acute{a}x} \geq 1.30\Delta_{prom} = (Irregular) \quad (26)$$

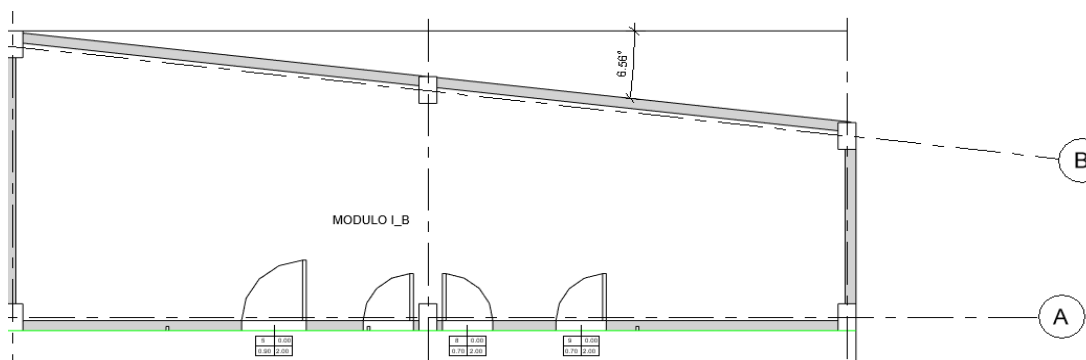
Tabla 88

Análisis de irregularidad torsional en planta, pabellón C, módulo 1

Nº piso	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
3	X				
2	X	0.000360	0.000270	1.333	Irregular
1	X	0.000317	0.000264	1.201	Irregular
3	Y				
2	Y	0.000942	0.000763	1.235	Regular
1	Y	0.000815	0.000692	1.178	Regular

Figura 73

Análisis de Irregularidad de Sistemas No paralelos en el pabellón C, módulo 1



Nota. si el ángulo es menor a 30° la estructura es regular.

– Irregularidad de peso o masa

Tabla 89

Análisis de irregularidad de peso o masa en el pabellón C, módulo 1 del colegio

Abel Carbajal Pérez – Comercio

Nivel	X-X			Y-Y			Control E-030, 2018
	Diafragma	Masa	Peso (Tn)	Diafragma	Masa	Peso (Tn)	
3							
2	D2	2.82	28	D2	2.82	28	Irregular
1	D1	1.86	18	D1	1.86	18	

4.1.1.5. Colegio Almirante Miguel Grau – Agro

a) Características generales

La institución educativa Almirante Miguel Grau – Agropecuario, ubicada en la Carretera Fundo Tuctuahi S/N en la ciudad de Chota (latitud -6.553942, longitud -78.67474), cuenta con 262 alumnos y 25 docentes, bajo la dirección del señor Enrique De La Cruz Rojas. El plantel posee tres pabellones distribuidos en igual número de módulos, de los cuales uno fue seleccionado para el estudio. Construida en 1963, la edificación presenta antigüedad de 62 años y emplea sistema estructural mixto de concreto armado y albañilería, característico de su época. El terreno tiene extensión de 6,647.84 m², con pendiente del 2%, y área construida de 2,082.70 m², lo que representa el 31.33% del total del terreno.

Tabla 90

Características generales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

Datos técnicos generales	
Nombre de la I.E.	Almirante Miguel Grau – Agropecuario
Latitud	-6.553942
Longitud	-78.67474
Dirección	Carretera Fundo Tuctuahi S/N
Director	Enrique De La Cruz Rojas
Alumnos	262
Docentes	25
Pabellones	3
Módulos	3
Módulos (muestra)	1
Área del terreno (m ²)	6647.84
Pendiente del terreno (%)	2
Área construida (m ²)	2082.70
Porcentaje de área construida	31.33
Año de construcción	1963
Antigüedad de la edificación (años)	62
Sistema estructural	Concreto armado – albañilería

Figura 74

Ubicación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

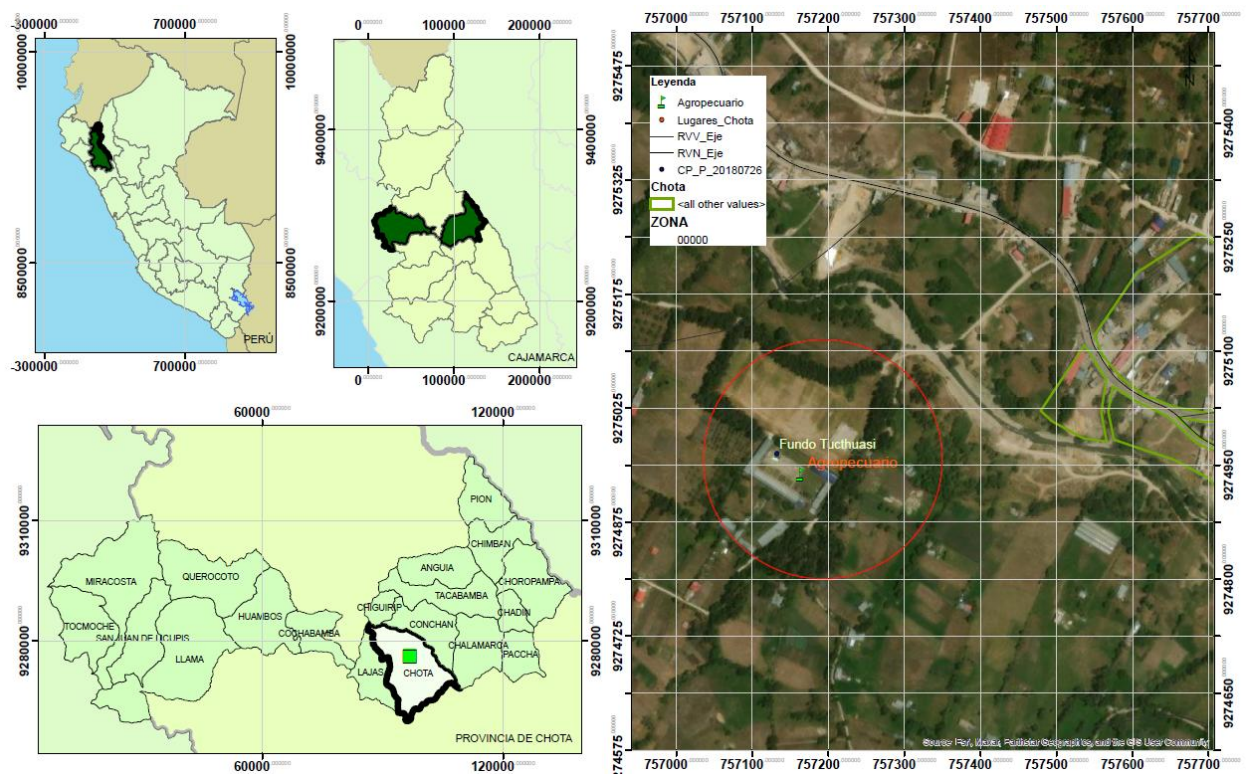


Figura 75

Planta del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario



b) Características geométricas

El pabellón B, construido en 1963, presenta planta rectangular con proporción moderada (relación ancho/largo de 0.32), y muestra configuración regular tanto en planta como en elevación. Tiene dos niveles, con altura total de 8.03 m y sin retranqueos ($T/H = 0$), lo que indica uniformidad vertical. El sistema estructural está compuesto por concreto armado y albañilería confinada. La distribución de cargas verticales se encuentra alineada con columnas y muros portantes. El módulo cuenta con una escalera ubicada en el extremo izquierdo, muros de 0.15 m de espesor y espaciado máximo entre ellos de 3.80 m, lo que da La relación L/S de 25.33, dentro de parámetros moderados.

Tabla 91

*Configuración en planta y elevación del colegio Almirante Miguel Grau –
Agropecuario*

Aspecto evaluado	Módulo 1 - pabellón B
Ancho	9.20
Largo	29.20
Relación ancho/largo	0.32
Año de construcción	1963
Sistema estructural	Concreto armado - albañilería confinada
Regularidad en planta	Regular
Número de niveles	2
Configuración de elevación	Regular
Altura de la edificación H (m)	8.03
Altura T (m)	0
Relación T/H	0
Ubicación de la escalera	Extremo izquierdo
Distribución de cargas verticales	Alineada con columnas y muros estructurales
Tipo de cubierta	Clase B
Espesor del muro S (m)	0.15
Espaciado máximo entre muros L (m)	3.80
Espaciamiento máximo entre muros (L/S)	25.33

Figura 76

Vista en planta del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, módulo 1 pabellón B

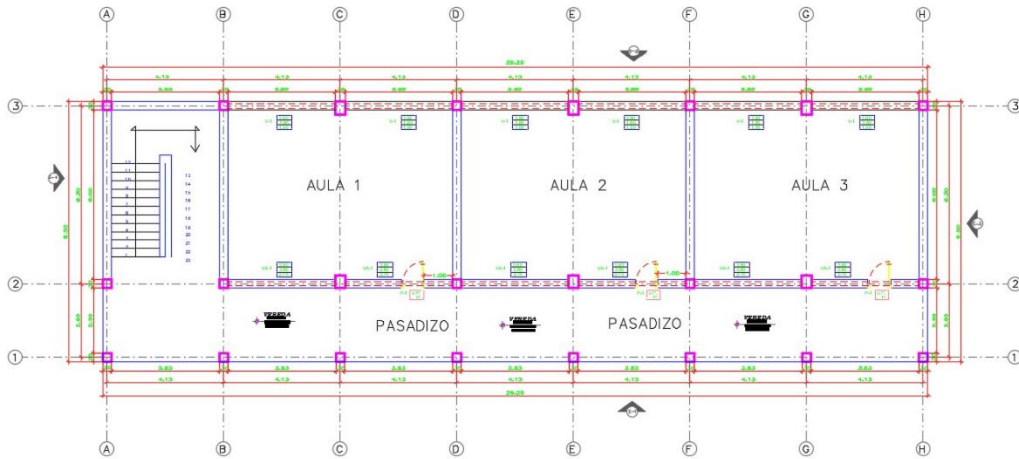
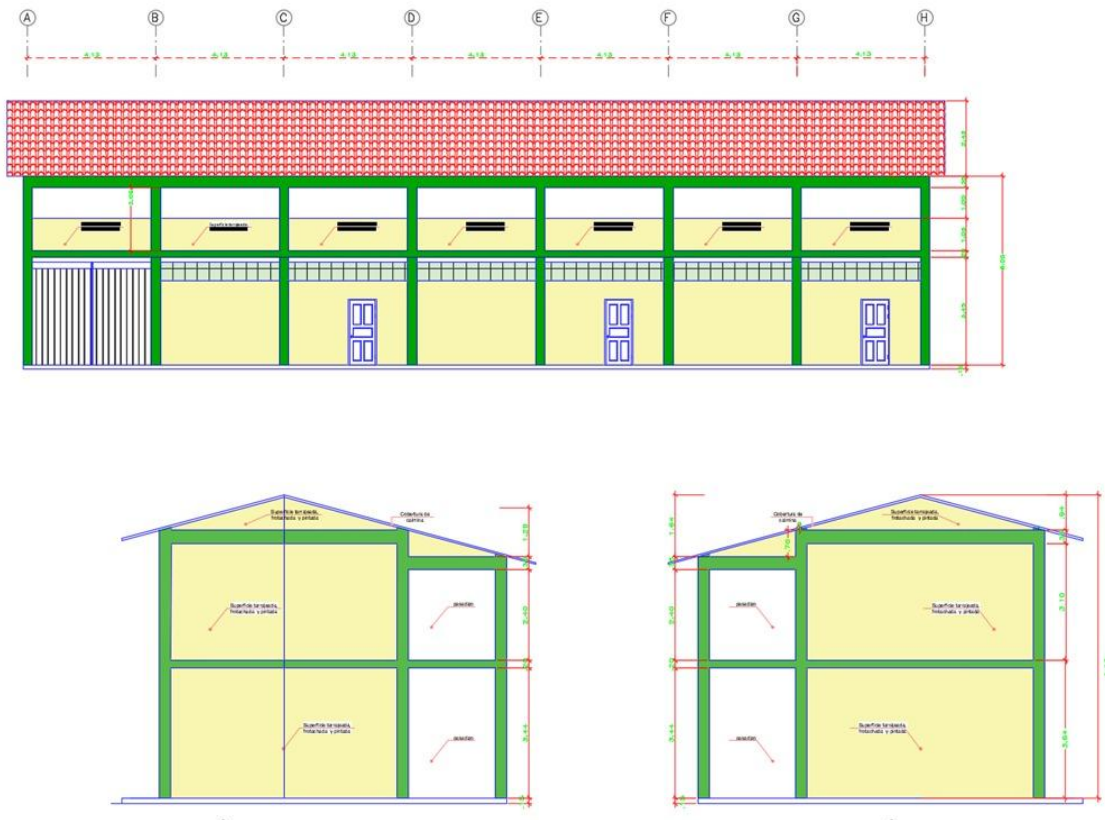


Figura 77

Vista en Elevación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, módulo 1 pabellón B



c) Características del suelo y la cimentación

El colegio Almirante Miguel Grau presenta suelo con 54.6% de finos, clasificado como CL según SUCS y A-7-6(6) según AASHTO. El índice plástico es de 16.4%, con contenido de humedad de 25.08% y densidad húmeda de 1.77 gr/cm³. La cohesión del suelo es de 0.26 kg/cm² y el ángulo de fricción es de 15.41°, lo que indica comportamiento más cohesivo que friccional. La cimentación tiene profundidad de 1.5 m, con ancho de 1.5 m, y está compuesta por zapatas cuadradas y cimientos corridos. La capacidad de carga es de 0.87 kg/cm² para cimentación corrida y 1.04 kg/cm² para cimentación cuadrada.

Tabla 92

Características del suelo y de la cimentación del colegio Almirante Miguel Grau

– Agropecuario

Colegio	Almirante Miguel Grau
Porcentaje de finos (%)	54.6
Límite líquido (%)	40.6
Límite plástico (%)	24.2
Índice plástico (%)	16.4
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(6)
Contenido de humedad promedio (%)	25.08
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.77
Cohesión (kg/cm ²)	0.26
Ángulo de fricción (°)	15.41
Profundidad de cimentación (m)	1.5
Ancho de cimentación (m)	1.5
Tipo de cimentación	Cuadrada (zapatas) y corrida (cimientos corridos)
Capacidad de carga (kg/cm ²)	
Cimentación corrida	0.87
Cimentación cuadrada	1.04

d) Características de los materiales

En el Colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, el módulo 1 del pabellón 1B presenta valores actuales de resistencia a compresión obtenidos por esclerometría de 246 kg/cm² en columnas, 311 kg/cm² en vigas y 222 kg/cm² en losa aligerada, todos ellos superiores a la resistencia inicial considerada de 210 kg/cm². El módulo de elasticidad (MOE) del concreto es de 22,349.50 kg/cm², lo que indica comportamiento estructural adecuado. En cuanto a los demás materiales, se utilizó acero con resistencia de 4,200 kg/cm² y albañilería con resistencia de 65 kg/cm², con módulo de elasticidad estimado entre 30,000 y 50,000 kg/cm².

Tabla 93

Resistencia a la compresión del concreto mediante el ensayo de esclerometría a los elementos estructurales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

Pabellón	Módulo	Elemento estructural	Resistencia inicial (kg/cm ²)	Resistencia actual (kg/cm ²)
1B	1	Columnas	210	246
1B	1	Vigas	210	311
1B	1	Losa Aligerada	210	222

Tabla 94

Propiedades de los materiales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

Material	Resistencia (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	Módulo de Poisson
Pabellón 1B módulo 1			
Concreto	222	22349.50	0.15
Acero	4200	2100000	0.30
Albañilería	65	30000 - 50000	0.25

e) Estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales

En el Colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, el estado de conservación del módulo 1 del pabellón B se evaluó en condición generalmente regular. Las columnas y muros portantes presentan fisuras finas de hasta 1 mm y 2.2 mm respectivamente, con longitudes que alcanzan los 50 cm en columnas y hasta 140 cm en muros, además de presencia localizada de humedad y eflorescencia, manteniéndose en condición regular. Las vigas muestran fisuras de 1 mm y hasta 40 cm de longitud, así como humedad y eflorescencia moderadas, también clasificadas en estado regular. En cuanto a los techos, se observaron fisuras de 0.2 mm a 2 mm y hasta 12 cm de longitud, con signos de eflorescencia y ligera erosión, por lo que el estado se califica como regular a malo, sin comprometer gravemente la estructura. Respecto a los componentes no estructurales, el módulo presenta cielos rasos y falsos techos, barandillas y mobiliario fijo en mal estado, debido a fijaciones deficientes o riesgo de vuelco durante un sismo. Por otro lado, ventanas, puertas, luminarias y equipos eléctricos fueron evaluados como regulares, mostrando deficiencias menores.

Tabla 95

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

Elemento	Características	Estado
Columnas	Las columnas presentan fisuras y grietas de 0.5 mm y hasta 30 cm de longitud	Regular
Vigas	Las vigas presentan fisuras y grietas de 0.5 mm y hasta 25 cm de longitud, además de humedad de 10 cm de espesor	Regular
Muros portantes	Los muros presentan figuras y grietas de 1.5 mm y hasta 80 cm de longitud, con rasgos de humedad y ligeras manchas de eflorescencia en hasta 5 cm de longitud	Regular
Techos	El techo presenta fisuras de 2 mm y hasta 6 cm de longitud, con eflorescencia leve en puntos aislados	Malo

Figura 78

Estado de conservación de los componentes estructurales del colegio Almirante

Miguel Grau – Agropecuario

Muros de albañilería agrietados



Grietas y fisuras en columnas



Tabla 96

Estado de conservación de los componentes no estructurales del colegio

Almirante Miguel Grau – Agropecuario

Elemento	Características	Módulo 1 – pabellón A
Cielos rasos y falsos techos	Fijaciones con holgura, sin desprendimiento visible	Regular
Ventanas y vidrios	Vidrios sin laminado de seguridad, pero en marcos estables	Bueno
Puertas y marcos	Puertas con cierre parcial, apertura funcional en emergencia	Regular
Barandillas y pasamanos	Fijaciones con desgaste, sin desprendimiento	Malo
Luminarias y equipos eléctricos	Instalaciones con sujeción débil, pero sin elementos sueltos	Regular
Mobiliario fijo (estanterías, pizarras, etc.)	Estanterías sin anclaje adecuado, pero sin inclinación visible	Regular

f) Aspectos estructurales

Ambos pabellones se ubican en la zona sísmica 2, correspondiente a una sismicidad moderada, con un factor de zona $Z = 0.25$. El factor de uso e importancia U es 1.50, dado que se trata de una institución educativa, y el factor de suelo S es 1.20, correspondiente a un tipo de suelo S2. El período característico del suelo T_p es de 0.60 segundos y T_L es de 2.00 segundos. En cuanto al sistema estructural, el pabellón A cuenta con muros de concreto armado en la dirección longitudinal y muros de albañilería confinada en la dirección transversal, con coeficientes de reducción de respuesta sísmica R de 8 y 3, respectivamente.

Tabla 97

Parámetros para análisis sísmico del colegio Almirante Miguel Grau

Parámetros para el análisis sísmico	
Factor de zona (zona 2)	$Z= 0.25$
Factor de uso e importancia (categoría A)	$U= 1.50$
Factor de suelo (S2)	$S= 1.20$
Período para definir espectro de pseudo aceleración	$T_p=0.60$ s. $T_L= 2.00$
Reducción de respuesta de acuerdo al sistema estructural	
Longitudinal (pórticos)	$R= 8$
Transversal (albañilería)	$R= 3$
Regularidad estructural	1.00

Figura 79

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón B en planta del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

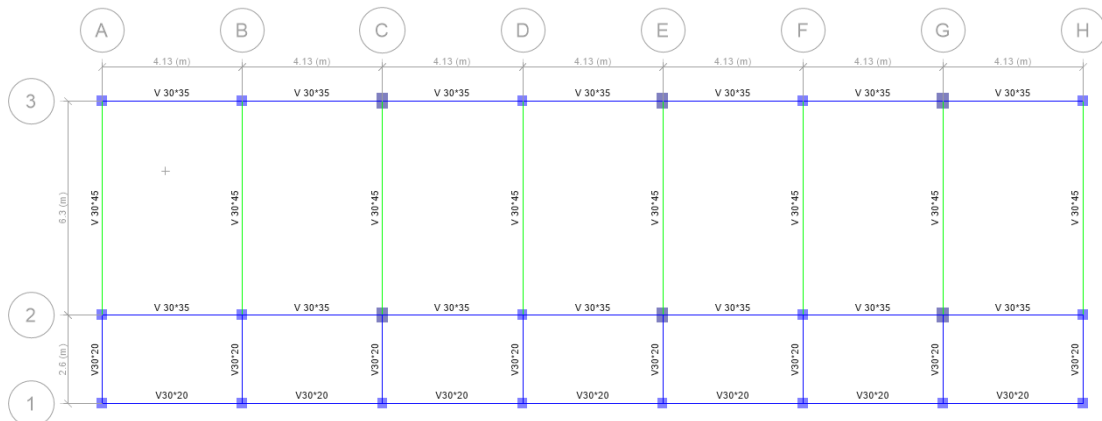


Figura 80

Modelamiento estructural en ETABS del módulo 1 pabellón B en elevación del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario

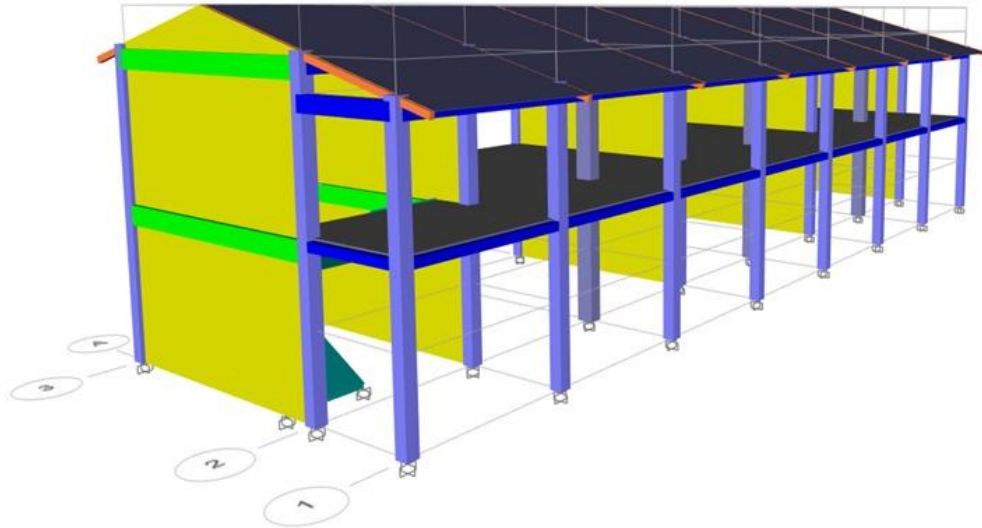
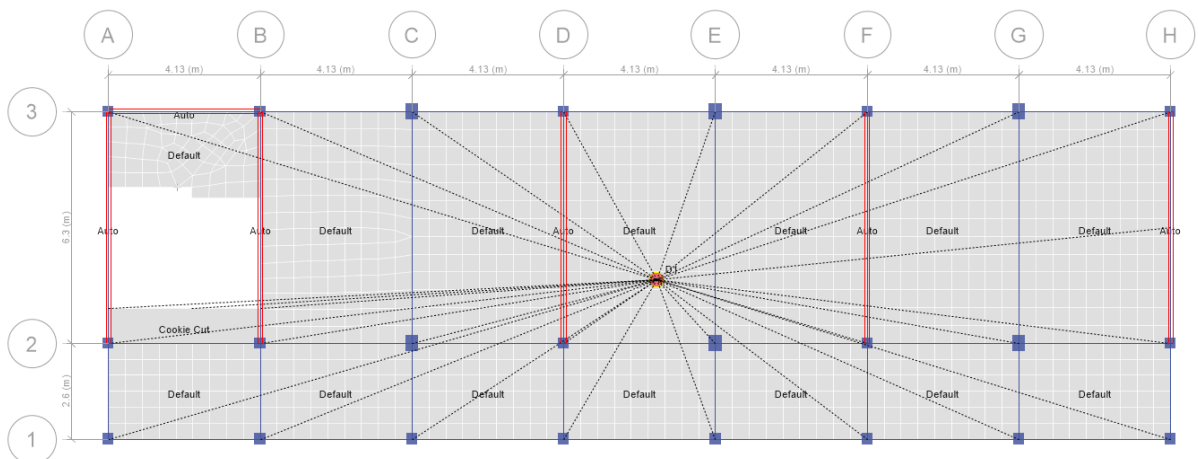


Figura 81

Diafragma rígido del pabellón B, Módulo 1 del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario



El análisis estructural, realizado mediante modelamiento en ETABS, determinó que el pabellón A presenta una configuración regular tanto en planta como en elevación, con diafragmas rígidos y sin irregularidades significativas. Los factores de irregularidad en planta (I_p) y en altura (I_a) son ambos 1.00, resultando en un factor de regularidad R igual a 1.00. Siendo así, en el caso del pabellón A se ha determinado que la estructura no presenta irregularidad en planta ni en elevación por lo que, la estructura es regular.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (27)$$

$$R = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 = 1.00 \quad (28)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a irregularidad en altura, I_p en planta.

Tabla 98

Irregularidades en planta y altura en el módulo 1, pabellón B del colegio

Almirante Miguel Grau – Agropecuario

Irregularidades estructurales en planta	I_p	X	Y	Factor I_p
Irregularidad torsional	0.75	1.00	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00
Irregularidades estructurales en altura	I_a	X	Y	Factor I_a
Irregularidad de Rigidez	0.75	1.00	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de peso o masa	0.90	1.00	1.00	1.00
Irregularidad de resistencia	0.75	1.00	1.00	1.00

Nota. si la estructura es regular el factor es 1.00.

4.1.2. Nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de Chota

Los resultados del método de Benedetti-Petrini evidencian que la mayoría de módulos presentan nivel de vulnerabilidad media, con excepción del módulo C del colegio Comercio, que alcanza nivel alto con índice de 212.5 (42.93%). Por otro lado, los módulos del colegio San Juan reflejan índices que oscilan entre 30 y 41.25 (6.06% a 8.33%), clasificándose todos en el nivel de vulnerabilidad baja.

Tabla 99

Vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante el método de Benedetti Petrini

Colegio	Pabellón	Módulo	Índice de vulnerabilidad	Porcentaje de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	157.5	31.82%	Media
Comercio	C	1	212.5	42.93%	Alta
Agropecuario	B	1	87.5	17.68%	Media
SCJ	1	1	98.75	19.95%	Media
SCJ	1	2	97.5	19.70%	Media
Santa Rafaela	1	1	147.5	29.80%	Media
San Juan	D	1	36.25	7.32%	Baja
San Juan	D	2	31.25	6.31%	Baja
San Juan	E	3	30	6.06%	Baja
San Juan	E	4	41.25	8.33%	Baja
San Juan	F	5	41.25	8.33%	Baja
San Juan	F	3	30	6.06%	Baja
San Juan	C	1	37.5	7.58%	Baja

Según el método FEMA P-154, se observa que el módulo C del colegio Comercio presenta vulnerabilidad muy alta (índice 0.2, equivalente al 93%), siendo el caso más crítico entre todos los evaluados. El colegio Santa Rafaela también alcanza nivel alto (índice 0.3, 90%). La mayoría de módulos de los colegios evaluados, incluidos los del colegio Agropecuario, Sagrado Corazón de Jesús y Comercio pabellón A, presentan vulnerabilidad media con índices de 0.9 (70%). Los módulos del colegio San Juan presentan índices de 1.50 (50%), también clasificados como vulnerabilidad media.

Tabla 100*Vulnerabilidad sísmica módulos de los colegios de Chota, método FEMA 154*

Colegio	Pabellón	Módulo	Índice de vulnerabilidad	Porcentaje de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	0.9	70%	Media
Comercio	C	1	0.2	93%	Muy alta
Agropecuario	B	1	0.9	70%	Media
SCJ	1	1	0.9	70%	Media
SCJ	1	2	0.9	70%	Media
Santa Rafaela	1	1	0.3	90%	Alta
San Juan	D	1	1.50	50%	Media
San Juan	D	2	1.50	50%	Media
San Juan	E	3	1.50	50%	Media
San Juan	E	4	1.50	50%	Media
San Juan	F	5	1.50	50%	Media
San Juan	F	3	1.50	50%	Media
San Juan	C	1	1.50	50%	Media

Con el método CERI, se identificó que los módulos con mayor vulnerabilidad pertenecen al colegio Comercio (pabellón C) y Santa Rafaela, ambos con índices superiores al 50%, clasificados como vulnerabilidad alta. Los módulos de Agropecuario, SCJ y Comercio pabellón A muestran vulnerabilidad media, con porcentajes de entre 37% y 46.3%. Finalmente, todos los módulos del colegio San Juan registran índice del 25%, vulnerabilidad baja.

Tabla 101*Vulnerabilidad sísmica de módulos de los colegios de Chota, método CERI*

Colegio	Pabellón	Módulo	Iv	% vulnerabilidad	Nivel
Comercio	A	1	40	37.0%	Media
Comercio	C	1	59	54.6%	Alta
Agropecuario	B	1	50	46.3%	Media
SCJ	1	1	50	46.3%	Media
SCJ	1	2	50	46.3%	Media
Santa Rafaela	1	1	54	50.0%	Alta
San Juan	D	1	27	25.0%	Baja
San Juan	D	2	27	25.0%	Baja
San Juan	E	3	27	25.0%	Baja
San Juan	E	4	27	25.0%	Baja
San Juan	F	5	27	25.0%	Baja
San Juan	F	3	27	25.0%	Baja
San Juan	C	1	27	25.0%	Baja

4.1.2.1. Colegio San Juan

a) Método Benedetti Petrini

En el Colegio San Juan, los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método de Benedetti-Petrini revelan que todos los módulos evaluados presentan nivel de vulnerabilidad sísmica baja, con índices de vulnerabilidad que fluctúan entre 6.06% y 8.33%. Los módulos de los pabellones D, E, F y C destacan por contar con configuraciones estructurales regulares, diafragmas eficaces, elementos no estructurales bien dispuestos y condiciones adecuadas de conservación, lo cual contribuye significativamente a minimizar su vulnerabilidad. En particular, los módulos 3 del pabellón E y 3 del pabellón F presentan los valores más bajos de vulnerabilidad (6.06%), por otro lado, el módulo 4 del pabellón E y el módulo 5 del pabellón F registran los valores más altos dentro del rango bajo (8.33%).

Tabla 102

Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón D del colegio San Juan, método Benedetti Petrini

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	C	25	0.25	6.25
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	B	5	0.5	2.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	B	5	1	5
	Índice de vulnerabilidad				36.25
	Porcentaje de vulnerabilidad				7.32%
	Nivel de vulnerabilidad				Baja

Tabla 103*Vulnerabilidad sísmica del módulo 2 pabellón D del colegio San Juan, método**Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	B	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	B	5	0.5	2.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	B	5	1	5
	Índice de vulnerabilidad				31.25
	Porcentaje de vulnerabilidad				6.31%
	Nivel de vulnerabilidad				Baja

Tabla 104*Vulnerabilidad sísmica del módulo 3 pabellón E del colegio San Juan, método**Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	B	5	0.5	2.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	B	5	1	5
	Índice de vulnerabilidad				30
	Porcentaje de vulnerabilidad				6.06%
	Nivel de vulnerabilidad				Baja

Tabla 105*Vulnerabilidad sísmica del módulo 4 pabellón E del colegio San Juan, método**Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	C	25	0.5	12.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	B	5	0.25	1.25
11	Estado de conservación	B	5	1	5
Índice de vulnerabilidad					41.25
Porcentaje de vulnerabilidad					8.33%
Nivel de vulnerabilidad					Baja

Tabla 106*Vulnerabilidad sísmica del módulo 5 pabellón F del colegio San Juan, método**Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	C	25	0.5	12.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	B	5	0.25	1.25
11	Estado de conservación	B	5	1	5
Índice de vulnerabilidad					41.25
Porcentaje de vulnerabilidad					8.33%
Nivel de vulnerabilidad					Baja

Tabla 107*Vulnerabilidad sísmica del módulo 3 pabellón F del colegio San Juan, método**Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	B	5	0.5	2.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	B	5	1	5
	Índice de vulnerabilidad				30
	Porcentaje de vulnerabilidad				6.06%
	Nivel de vulnerabilidad				Baja

Tabla 108*Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón C del colegio San Juan, método**Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	B	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	B	5	0.5	2.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	B	5	0.25	1.25
11	Estado de conservación	B	5	1	5
	Índice de vulnerabilidad				37.5
	Porcentaje de vulnerabilidad				7.58%
	Nivel de vulnerabilidad				Baja

b) Método FEMA P-154

Los siete módulos evaluados (uno por cada pabellón mencionado) fueron clasificados como tipo de edificación C1, y se identificaron condiciones estructurales comunes entre ellos, tales como irregularidades en planta y altura, que contribuyeron con penalizaciones en el puntaje final. A pesar de estas condiciones, todos los módulos fueron considerados post-benchmark, lo que mejoró significativamente su evaluación. El puntaje final para todos los módulos fue de 1.5, lo que se traduce en 50% de vulnerabilidad y nivel de vulnerabilidad sísmica media según este método. Esto indica que, aunque la calidad del diseño estructural y los materiales son adecuados, las irregularidades geométricas siguen siendo factor relevante que podría comprometer el desempeño estructural ante sismo severo.

Tabla 109

Vulnerabilidad sísmica del pabellón D, E, F y C del colegio San Juan, método FEMA P-154

Pabellón	D	D	E	E	F	F	C
Módulo	1	2	3	4	5	3	1
Tipo de edificación	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
Puntaje de inicio	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Irregularidad vertical severa, Vif	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Irregularidad de planta, Plf	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
Pre-código	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-benchmark	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Tipo de suelo A o B	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Puntaje mínimo, Smn	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Puntaje final nivel 1, Slf \geq 5mm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Porcentaje de vulnerabilidad	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media

c) Método CERI

El análisis mediante el método CERI evidenció mejor valoración para los mismos módulos. No se registraron deficiencias estructurales como irregularidades geométricas, columnas cortas, daño visible ni golpeteo entre estructuras, lo cual es coherente con edificaciones modernas y correctamente mantenidas. El puntaje final fue de 27 puntos en todos los casos, lo que representa 25% de vulnerabilidad sísmica y, por tanto, nivel de vulnerabilidad baja.

Tabla 110

Vulnerabilidad sísmica del pabellón D, E, F y C del colegio San Juan, método CERI

Módulo	1	2	3	4	5	3	1
Pabellón	D	D	E	E	F	F	C
Tipo de edificio	15	15	15	15	15	15	15
Año de construcción	5	5	5	5	5	5	5
Irregularidad vertical	0	0	0	0	0	0	0
Piso Blando	0	0	0	0	0	0	0
Irregularidad Torsional	0	0	0	0	0	0	0
Irregularidad en planta	0	0	0	0	0	0	0
Columnas cortas	0	0	0	0	0	0	0
Elevación	0	0	0	0	0	0	0
Golpeteo	0	0	0	0	0	0	0
Revestimiento pesado	0	0	0	0	0	0	0
Daño visible	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de suelo	5	5	5	5	5	5	5
Potencial de licuefacción	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de cimentación	2	2	2	2	2	2	2
Estabilidad del talud	0	0	0	0	0	0	0
Puntaje final	27	27	27	27	27	27	27
Porcentaje de vulnerabilidad	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Nivel de vulnerabilidad	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja

4.1.2.2. Colegio Sagrado Corazón de Jesús

a) Método Benedetti Petrini

En el Colegio Sagrado Corazón de Jesús, tanto el módulo 1 como el módulo 2 obtuvieron índices de vulnerabilidad de 98.75 y 97.5, equivalentes a 19.95% y 19.70%, respectivamente; siendo en ambos casos, vulnerabilidad media.

Tabla 111

Vulnerabilidad sísmica Benedetti Petrini, módulo 1 pabellón 1, colegio SCJ

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	D	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	B	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	A	0	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	D	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	B	5	0.25	1.25
11	Estado de conservación	B	5	1	5
Índice de vulnerabilidad					98.75
Porcentaje de vulnerabilidad					19.95%
Nivel de vulnerabilidad					Media

Tabla 112

Vulnerabilidad sísmica Benedetti Petrini, módulo 2 pabellón 1, colegio SCJ

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	D	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	B	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	A	0	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	D	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	B	5	1	5
Índice de vulnerabilidad					97.5
Porcentaje de vulnerabilidad					19.70%
Nivel de vulnerabilidad					Media

b) Método FEMA P-154

En este análisis, los módulos fueron clasificados como edificaciones tipo C3, utilizando como parámetros el puntaje de inicio (1.4), el valor de penalización por condición pre-código (-0.1) y la presencia de suelo tipo E (1-3 pisos), con ajuste de -0.4. A pesar de estas penalizaciones, el puntaje final de vulnerabilidad sísmica para ambos módulos fue de 0.9, lo que se traduce en 70% de vulnerabilidad y nivel de vulnerabilidad medio. Esta condición sugiere una capacidad sísmica limitada, sin llegar a representar una amenaza crítica inmediata, pero con necesidad de mejoras.

Tabla 113

Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús, método FEMA P-154

Pabellón	1	1
Módulo	1	2
Tipo de edificación	C3	C3
Puntaje de inicio	1.4	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5	-0.5
Irregularidad de planta, PIf	-0.6	-0.6
Pre-código	-0.1	-0.1
Post-benchmark	NA	NA
Tipo de suelo A o B	0.7	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4	-0.4
Puntaje mínimo, Smn	0.3	0.3
Puntaje final nivel 1, Slf \geq 5mm	0.9	0.9
Porcentaje de vulnerabilidad	70%	70%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Media

c) Método CERI

El método CERI arrojó resultados también consistentes con nivel de vulnerabilidad media, aunque con una valoración más favorable que FEMA. Ambos módulos registraron puntaje final de 50 puntos, correspondiente a 46.30% de vulnerabilidad sísmica. No se identificaron deficiencias estructurales importantes como irregularidades torsionales, columnas cortas ni golpeteo, aunque se reconocieron revestimientos pesados y daños visibles, que contribuyeron al aumento del puntaje.

Tabla 114

Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Sagrado Corazón de Jesús, método CERI

Parámetro	Módulo 1 Pabellón 1	Módulo 2 Pabellón 1
Tipo de edificio	15	15
Año de construcción	20	20
Irregularidad vertical	0	0
Piso Blando	0	0
Irregularidad Torsional	0	0
Irregularidad en planta	0	0
Columnas cortas	0	0
Elevación	0	0
Golpeteo	0	0
Revestimiento pesado	3	3
Daño visible	5	5
Tipo de suelo	5	5
Potencial de licuefacción	0	0
Tipo de cimentación	2	2
Estabilidad del talud	0	0
Puntaje final	50	50
Porcentaje de vulnerabilidad	46.30%	46.30%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Media

4.1.2.3. Colegio Santa Rafaela María

a) Método Benedetti Petrini

En el Colegio Santa Rafaela María, el módulo 1 del pabellón 1 fue evaluado mediante el método Benedetti-Petrini, obteniendo índice de vulnerabilidad sísmica de 147.5, lo que representa 29.80% del puntaje máximo posible, nivel de vulnerabilidad medio. Los aspectos más críticos identificados fueron la configuración en planta, la separación máxima entre muros, y la condición de los elementos no estructurales, todos calificados como D, lo que eleva significativamente el puntaje parcial. Por otro lado, se observaron condiciones favorables en la configuración en elevación, así como en la posición del edificio y la cimentación, que ayudaron a mitigar parcialmente la vulnerabilidad total. La evaluación sugiere que, aunque la estructura no presenta deficiencias críticas severas, sí existen vulnerabilidades relevantes que deben ser abordadas para mejorar su comportamiento frente a eventos sísmicos.

Tabla 115

Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón 1 del colegio Santa Rafaela

María, método Benedetti Petrini

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	C	20	1	20
2	Calidad del sistema resistente	C	25	0.25	6.25
3	Resistencia convencional	C	25	1.5	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	B	5	1	5
6	Configuración en planta	D	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	D	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación	C	25	1	25
	Índice de vulnerabilidad				147.5
	Porcentaje de vulnerabilidad				29.80%
	Nivel de vulnerabilidad				Media

b) Método FEMA P-154

Para este módulo, se aplicó el método FEMA P-154 considerando únicamente los parámetros de puntaje de inicio (1.4), irregularidad en planta (-0.6), condición pre-código (-0.1) y tipo de suelo E para edificaciones de 1 a 3 pisos (-0.4). La ausencia de consideraciones adicionales mantiene el análisis centrado en aspectos básicos del comportamiento estructural. Como resultado, se obtuvo un puntaje final de 0.3, que corresponde a un 90% de vulnerabilidad sísmica y un nivel de vulnerabilidad alto. Este puntaje reducido sugiere deficiencias importantes en la configuración estructural, asociadas principalmente a la antigüedad del diseño, la geometría en planta y la condición del suelo.

Tabla 116

Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Santa Rafaela María, método FEMA P-154

Pabellón	1
Módulo	1
Tipo de edificación	C3
Puntaje de inicio	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5
Irregularidad de planta, Plf	-0.6
Pre-código	-0.1
Post-benchmark	NA
Tipo de suelo A o B	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4
Puntaje mínimo, Smn	0.3
Puntaje final nivel 1, Slf \geq 5mm	0.3
Porcentaje de vulnerabilidad	90%
Nivel de vulnerabilidad	Alta

c) Método CERI

El análisis mediante el método CERI refuerza esta apreciación. El módulo presentó un puntaje final de 54, correspondiente a un 50.00% de vulnerabilidad sísmica, igualmente clasificada como alta. Los factores que más inciden en este resultado incluyen irregularidad en planta, irregularidad torsional, irregularidad vertical, revestimiento pesado, daños visibles y la inestabilidad del talud, lo que indica una combinación de vulnerabilidades tanto estructurales como del entorno geotécnico.

Tabla 117

Vulnerabilidad sísmica del pabellón 1 del colegio Santa Rafaela María, método CERI

Parámetro	Módulo 1 Pabellón 1
Tipo de edificio	15
Año de construcción	10
Irregularidad vertical	3
Piso Blando	0
Irregularidad Torsional	3
Irregularidad en planta	3
Columnas cortas	0
Elevación	0
Golpeteo	0
Revestimiento pesado	3
Daño visible	5
Tipo de suelo	5
Potencial de licuefacción	0
Tipo de cimentación	2
Estabilidad del talud	5
Puntaje final	54
Porcentaje de vulnerabilidad	50.00%
Nivel de vulnerabilidad	Alta

4.1.2.4. Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio

a) Método Benedetti Petrini

En el módulo 1 del pabellón A, se obtuvo índice de vulnerabilidad de 157.5, correspondiente al porcentaje de vulnerabilidad del 31.82%, lo cual sitúa a la edificación en nivel de vulnerabilidad sísmica media. Este resultado se ve influenciado principalmente por la organización del sistema resistente, la configuración en planta, y la separación entre muros, todos calificados con nivel D, lo que generó altos valores parciales. En contraste, se evidencian condiciones favorables en los diafragmas horizontales y la configuración en elevación, ambos con calificación A, lo que contribuyó a reducir parcialmente el índice total.

En el caso del módulo 1 del pabellón C, se obtuvo índice de vulnerabilidad de 212.5, correspondiente a 42.93%, lo que indica vulnerabilidad alta. Este módulo presentó mayores deficiencias estructurales en comparación con el pabellón A, reflejadas en la calificación D en organización del sistema resistente, diafragmas horizontales, configuración en planta, separación entre muros y elementos no estructurales, que en conjunto incrementaron significativamente el nivel de riesgo sísmico. Aunque algunos parámetros presentan calificaciones intermedias (como estado de conservación y tipo de cubierta), estos no logran compensar las deficiencias estructurales predominantes.

En conjunto, los resultados evidencian que el pabellón C requiere intervenciones estructurales prioritarias respecto al pabellón A, cuya vulnerabilidad, aunque media, también justifica acciones preventivas.

Tabla 118*Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón A del colegio Abel Carbajal**Pérez – Comercio, método Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	D	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	B	5	0.25	1.25
3	Resistencia convencional	C	25	1.5	37.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	D	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	C	25	0.25	6.25
11	Estado de conservación	C	25	1	25
	Índice de vulnerabilidad				157.5
	Porcentaje de vulnerabilidad				31.82%
	Nivel de vulnerabilidad				Media

Tabla 119*Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón C del Colegio Abel Carbajal**Pérez – Comercio, método Benedetti Petrini*

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	D	45	1	45
2	Calidad del sistema resistente	C	25	0.25	6.25
3	Resistencia convencional	C	25	1.5	37.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	D	45	1	45
6	Configuración en planta	D	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	D	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación	C	25	1	25
	Índice de vulnerabilidad				212.5
	Porcentaje de vulnerabilidad				42.93%
	Nivel de vulnerabilidad				Alta

b) Método FEMA P-154

En el pabellón A, el análisis consideró únicamente los parámetros de puntaje de inicio (1.4), condición pre-código (-0.1) y tipo de suelo E para edificaciones de 1 a 3 pisos (-0.4), alcanzando un puntaje final de 0.9, correspondiente a un 70% de vulnerabilidad sísmica, clasificada como media. Por otro lado, el pabellón C incluyó adicionalmente irregularidad vertical y en planta (-0.5 y -0.6, respectivamente), lo que redujo significativamente el puntaje final a 0.2, reflejando 93.3% de vulnerabilidad sísmica, calificada como muy alta. Esto evidencia que la combinación de irregularidades geométricas y condiciones de diseño antiguas incrementa sustancialmente la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 120

Vulnerabilidad sísmica del pabellón A y C del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, método FEMA P-154

Pabellón	A	C
Módulo	1	2
Tipo de edificación	C3	C4
Puntaje de inicio	1.4	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5	-0.5
Irregularidad de planta, PIf	-0.6	-0.6
Pre-código	-0.1	-0.1
Post-benchmark	NA	NA
Tipo de suelo A o B	0.7	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4	-0.4
Puntaje mínimo, S _{mn}	0.3	0.3
Puntaje final nivel 1, S _{lf} ≥ 5mm	0.9	0.2
Porcentaje de vulnerabilidad	70%	93.3%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Muy alta

c) Método CERI

La evaluación mediante el método CERI muestra vulnerabilidad media en el pabellón A, con puntaje final de 40 (37.04%), influenciado por factores como revestimiento pesado, daño visible, tipo de suelo y tipo de cimentación. En contraste, el pabellón C alcanzó puntaje de 59, correspondiente a vulnerabilidad alta (54.63%), debido principalmente a la presencia de irregularidades estructurales en planta y altura, irregularidad torsional y condiciones desfavorables de estabilidad del talud.

Tabla 121

Vulnerabilidad sísmica del pabellón A y C del Colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, método CERI

Parámetro	Módulo 1	Módulo 2
	Pabellón A	Pabellón C
Tipo de edificio	15	15
Año de construcción	10	10
Irregularidad vertical	0	3
Piso Blando	0	0
Irregularidad Torsional	0	3
Irregularidad en planta	0	3
Columnas cortas	0	0
Elevación	0	0
Golpeteo	0	0
Revestimiento pesado	3	3
Daño visible	5	5
Tipo de suelo	5	5
Potencial de licuefacción	0	0
Tipo de cimentación	2	2
Estabilidad del talud	0	10
Puntaje final	40	59
Porcentaje de vulnerabilidad	37.04%	54.63%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Alta

4.1.2.5. Colegio Almirante Miguel Grau – Agro

a) Método Benedetti Petrini

En el módulo 1 del pabellón B del Colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, evaluado mediante el método de Benedetti-Petrini, se obtuvo índice de vulnerabilidad de 87.5, correspondiente a 17.68%, lo que sitúa a la edificación en nivel de vulnerabilidad sísmica media. El resultado refleja comportamiento estructural aceptable en parámetros clave como la organización del sistema resistente, la resistencia convencional, y especialmente la calidad del sistema resistente, que fueron calificados con niveles A y B, indicando buen desempeño estructural. Sin embargo, el nivel de vulnerabilidad se incrementa debido a deficiencias en la configuración en planta, la separación entre muros, y los elementos no estructurales, todos con calificación D, que aportan significativamente al índice final.

Tabla 122

Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón B del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, método Benedetti Petrini

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	B	5	1	5
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	A	0	0.75	0
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	D	45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	D	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	D	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación	C	25	1	25
	Índice de vulnerabilidad				87.5
	Porcentaje de vulnerabilidad				17.68%
	Nivel de vulnerabilidad				Media

b) Método FEMA P-154

De acuerdo con este método, se consideraron los parámetros de puntaje de inicio (1.4), condición pre-código (-0.1) y tipo de suelo E para edificaciones de 1 a 3 pisos (-0.4), sin registrar otras irregularidades estructurales. El cálculo resultó en un puntaje final de 0.9, lo que equivale a 70% de vulnerabilidad sísmica, clasificada como media. Esta valoración refleja un riesgo moderado debido principalmente a la antigüedad de diseño y a las características del suelo.

Tabla 123

Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón B del colegio Almirante Miguel

Grau – Agropecuario, método FEMA P-154

Pabellón	B
Módulo	1
Tipo de edificación	C3
Puntaje de inicio	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5
Irregularidad de planta, PIf	-0.6
Pre-código	-0.1
Post-benchmark	NA
Tipo de suelo A o B	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4
Puntaje mínimo, Smn	0.3
Puntaje final nivel 1, Slf \geq 5mm	0.9
Porcentaje de vulnerabilidad	70%
Nivel de vulnerabilidad	Media

c) Método CERI

Por su parte, la evaluación mediante el método CERI arrojó puntaje final de 50, correspondiente a 46.30% de vulnerabilidad, también calificada como media. Los factores que influyeron en esta puntuación fueron principalmente la presencia de revestimientos pesados, daño visible en la estructura, tipo de suelo y cimentación, aunque no se detectaron irregularidades geométricas o estructurales relevantes.

Tabla 124

Vulnerabilidad sísmica del módulo 1 pabellón B del colegio Almirante Miguel Grau – Agropecuario, método CERI

Parámetro	Módulo 1 Pabellón B
Tipo de edificio	15
Año de construcción	20
Irregularidad vertical	0
Piso Blando	0
Irregularidad Torsional	0
Irregularidad en planta	0
Columnas cortas	0
Elevación	0
Golpeteo	0
Revestimiento pesado	3
Daño visible	5
Tipo de suelo	5
Potencial de licuefacción	0
Tipo de cimentación	2
Estabilidad del talud	0
Puntaje final	50
Porcentaje de vulnerabilidad	46.30%
Nivel de vulnerabilidad	Media

4.1.3. Comparación del nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante la aplicación del método FEMA 154, el método de Petrini y el método de CERI

Los tres métodos muestran tendencias coherentes en la mayoría de los casos, aunque FEMA P-154 tiende a reportar niveles de vulnerabilidad más altos, especialmente en estructuras con irregularidades o ubicadas en suelos desfavorables. Por su parte, el método de Benedetti-Petrini es más detallado respecto a condiciones arquitectónicas y estructurales específicas, mientras que CERI ofrece una evaluación intermedia, integrando aspectos estructurales, geotécnicos y de daños visibles.

Respecto al colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, el pabellón A muestra coincidencia entre los tres métodos con nivel de vulnerabilidad media, aunque el método FEMA P-154 arroja porcentaje de 70%, considerablemente mayor al 31.82% de Benedetti y 37.0% de CERI. En cambio, el pabellón C presenta mayor disparidad: Benedetti y CERI lo califican como vulnerabilidad alta, mientras que FEMA lo clasifica como de muy alta vulnerabilidad (93%), lo que sugiere una mayor sensibilidad del método FEMA a las irregularidades estructurales de este módulo.

Respecto al colegio Agropecuario, todos los métodos coinciden en calificar el módulo 1 del pabellón B con nivel de vulnerabilidad media, aunque el método de Petrini indica valor inferior (17.68%) comparado con FEMA (70%) y CERI (46.3%), evidenciando mayor ponderación de factores de diseño y antigüedad en los dos últimos.

Respecto al colegio Sagrado Corazón de Jesús, ambos módulos evaluados muestran consistencia entre métodos, situándose en nivel de vulnerabilidad

media, con valores moderados en los tres enfoques, lo que indica condiciones estructurales uniformes y sin irregularidades críticas.

En el colegio Santa Rafaela María, el módulo 1 del pabellón 1 presenta diferencia importante entre métodos. El método de Petrini lo ubica en vulnerabilidad media (29.8%), mientras que FEMA y CERI lo califican como de vulnerabilidad alta (90% y 50%, respectivamente), probablemente debido a la antigüedad del edificio, las condiciones del terreno y presencia de daños visibles, mejor captadas por estos dos métodos.

En el colegio San Juan, los módulos evaluados presentan un patrón consistente de baja vulnerabilidad según el método de Petrini (6.06% a 8.33%) y el método CERI (25%). Sin embargo, FEMA clasifica todos los módulos como de vulnerabilidad media (50%), posiblemente por su metodología más conservadora frente a edificaciones con ciertas condiciones pre-código o características del suelo tipo E.

Tabla 125

Vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, por los métodos: Benedetti – Petrini, FEMA P-154, CERI

Colegio	Pabellón	Módulo	Método de Benedetti Petrini			Método FEMA P-154			Método CERI		
			Iv	%	Nivel de vulnerabilidad	Iv	%	Nivel de vulnerabilidad	Iv	%	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	157.5	31.82%	Media	0.9	70%	Media	40	37.0%	Media
Comercio	C	1	212.5	42.93%	Alta	0.2	93%	Muy alta	59	54.6%	Alta
Agropecuario	B	1	87.5	17.68%	Media	0.9	70%	Media	50	46.3%	Media
SCJ	1	1	98.75	19.95%	Media	0.9	70%	Media	50	46.3%	Media
SCJ	1	2	97.5	19.70%	Media	0.9	70%	Media	50	46.3%	Media
Santa Rafaela	1	1	147.5	29.80%	Media	0.3	90%	Alta	54	50.0%	Alta
San Juan	D	1	36.25	7.32%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	D	2	31.25	6.31%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	E	3	30	6.06%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	E	4	41.25	8.33%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	F	5	41.25	8.33%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	F	3	30	6.06%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	C	1	37.5	7.58%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja

Nota. Iv. Índice de vulnerabilidad.

4.1.4. Acciones de intervención

La propuesta de acciones de intervención está fundamentada en los resultados obtenidos mediante los métodos FEMA P-154, Benedetti–Petrini y CERI, considerando criterios técnicos estructurales, estado de conservación y condiciones del terreno. Para los colegios con nivel de vulnerabilidad alta, como el Colegio Comercio – Pabellón C y Santa Rafaela, se propone reforzamiento integral del sistema estructural, que incluye columnas, vigas y muros, junto con la mitigación de humedad, dado que estos elementos presentan deterioro que afecta su capacidad sísmica. En los módulos con vulnerabilidad media, como los casos del Colegio Comercio – Pabellón A, Agropecuario, y Sagrado Corazón de Jesús, se proponen acciones de refuerzo localizado en techos y conexiones estructurales, así como mantenimiento preventivo en elementos horizontales y cubiertas; estas intervenciones tienen el objetivo de garantizar la continuidad estructural y limitar el daño ante futuros eventos sísmicos. Para los módulos con vulnerabilidad baja, identificados en el Colegio San Juan, las acciones se limitan a mantenimientos rutinarios, inspecciones periódicas y algunas verificaciones de anclajes o fijaciones no estructurales, ya que estos módulos no presentan deficiencias estructurales significativas.

Tabla 126

Acciones de intervención que se pueden aplicar a la infraestructura de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota

Colegio	Pabellón	Módulo	Vulnerabilidad	Propuesta de intervención
Comercio	A	1	Media	Reforzamiento con elementos estructurales metálicos en techos y mejora de conexiones en vigas.
Comercio	C	1	Alta	Reforzamiento integral de sistema estructural (vigas, columnas y muros) y control de humedad. No obstante, sería importante considerar también la posibilidad de realizar un nuevo diseño para la estructura.
Agropecuario	B	1	Media	Mejorar conexiones de muros y reforzar elementos horizontales. Mantenimiento preventivo.
SCJ	1	1	Media	Intervención moderada en vigas con fisuras y verificación de empalmes estructurales.
SCJ	1	2	Media	Refuerzo puntual en nudos estructurales y mantenimiento de cubiertas.
Santa Rafaela	1	1	Alta	Reforzamiento de losas y control de humedad en muros con alto deterioro.
San Juan	D	1	Baja	Mantenimiento rutinario. No se requiere intervención estructural inmediata.
San Juan	D	2	Baja	Mantenimiento de cubiertas y evaluación periódica estructural.
San Juan	E	3	Baja	Revisión estructural básica y mantenimiento general.
San Juan	E	4	Baja	Evaluación periódica del estado estructural. No se requiere intervención urgente.
San Juan	F	5	Baja	Verificación de anclajes de barandas y cubiertas.
San Juan	F	3	Baja	Inspección periódica y refuerzo mínimo en uniones.
San Juan	C	1	Baja	Revisión puntual de cimentación y fijaciones no estructurales.

Tabla 127

Descripción de las acciones de intervención que se pueden aplicar a la infraestructura por tipo de vulnerabilidad

Condición	Acciones	Descripción
Elementos estructurales con vulnerabilidad media o alta	Reforzamiento de columnas y vigas	Aplicación de encamisado con concreto armado o fibra de carbono (FRP). Revisión del confinamiento de los elementos, y adición de estribos si es posible.
	Mejoramiento de diafragmas horizontales	Colocación de losas monolíticas o placas metálicas cuando el techo no actúa como diafragma rígido. Evaluación y unión efectiva entre elementos horizontales y verticales.
	Regularización geométrica (en casos de planta irregular)	Relleno o redistribución estructural para eliminar esquinas entrantes pronunciadas. Incorporación de elementos estructurales adicionales para simetrizar la respuesta sísmica.
Problemas de separación entre muros portantes	Reducción de espaciamiento entre muros	Incorporación de muros adicionales o tabiques estructurales, según los análisis de cargas y distancias críticas.
Estado de conservación deficiente	Reparación de fisuras y humedad	Sellado con epóxicos estructurales o morteros especiales. Tratamientos antihumedad y renovación de revestimientos dañados. Impermeabilización de techos.
Intervenciones en elementos no estructurales	Anclaje de mobiliario fijo	Fijación de estanterías, pizarras y gabinetes a muros portantes con anclajes sísmicos.
	Reforzamiento de cielos rasos y techos falsos	Sustitución por sistemas más ligeros y flexibles, debidamente anclados. Revisión y mejora de los sistemas de suspensión.
	Sustitución de barandillas y pasamanos	Instalación de pasamanos metálicos con fijación mecánica a placas estructurales.
Intervenciones asociadas al suelo y cimentación	En casos de suelo tipo MH o alta plasticidad	Revisión geotécnica profunda. Uso de técnicas de mejora como compactación dinámica o inclusión de drenes. Refuerzo de cimentaciones con pilotes o zapatas combinadas si se detectan asientos diferenciales.

Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

4.1.4.1. Especificaciones por colegio

a) Comercio – Pab. A – Mód. 1 (Vulnerabilidad: Media; fisuras en elementos y cubiertas con mantenimiento)

Acciones estructurales. Se rehabilitarán las rutas resistentes priorizando conexiones y diafragma: (i) inyección de resina epóxica en fisuras de vigas/columnas con apertura ≤ 0.3 mm, controlando fisura residual $\leq 0.2-0.3$ mm; (ii) rigidización de nudos mediante platinas y pernos A325 para restituir confinamiento y continuidad; (iii) refuerzo a cortante con FRP tipo U-wrap en tramos críticos de vigas para evitar modos frágiles; y (iv) conformación de diafragma de techo con tablero metálico colaborante y conectores @30–40 cm cuando la cubierta sea flexible, asegurando la transferencia in-plane hacia elementos verticales. Los controles de aceptación incluyen pull-off FRP ≥ 1.0 MPa, verificación del torque de pernos y continuidad de fijaciones del diafragma, dejando registro fotográfico antes/después.

Acciones no estructurales (mantenimiento). En envolvente y ambientes se ejecutará: pintura elastomérica 100 % acrílica en fachadas (limpieza, sellado de micro fisuras y 2–3 manos); látex acrílico lavable antihongos en aulas/pasillos (2 manos sobre sellador); y pintura epóxica base agua en servicios higiénicos (2 manos, desinfección y curado). En elementos metálicos (barandas/rejas) se aplicará preparación ST-2/ST-3, primer anticorrosivo y esmalte sintético (1+2 manos), garantizando ausencia de óxido. En carpinterías se realizará ajuste de bisagras, cambio de felpas/burletes EPDM, engrase de cerraduras y reposición de cuerdas/persianas, con prueba funcional 100 %. Se repondrán cielos rasos por PVC alveolar o drywall RH con perfilera galvanizada G60 y anclaje sísmico al diafragma. La cubierta tendrá reparación puntual e impermeabilización con

membrana asfáltica o acrílica, incluyendo prueba de estanqueidad 24 h. Criterio de secuencia: conexiones/diafragma → cubiertas → acabados → carpinterías; criterios de aceptación: acabado uniforme sin descuelgues, adhesión (corte-rejilla) conforme, tornillería con torque verificado y ausencia de filtraciones.

Tabla 128

Propuesta de intervención – colegio Comercio, pabellón A, módulo 1

Elemento	Acción específica	Especificación (producto + n° de manos)	Preparación de superficie / montaje	Control de calidad / aceptación
Vigas/Columnas	Inyección de resina epóxica en fisuras ≤0.3 mm; platinas y pernos A325 en nudos; U-wrap FRP a cortante	Resina epóxica estructural; FRP unidireccional; 1–2 capas según diseño	Limpieza y secado de fisuras; lijado/aspirado; preparación del sustrato según ficha	Pull-off FRP ≥1.0 MPa; fisura residual ≤0.2–0.3 mm; torque de pernos conforme
Diafragma de techo	Rigidización con tablero metálico colaborante + conectores	Conectores mecánicos @30–40 cm	Alineamiento y nivelación; fijaciones según plano	Verificación de continuidad; chequeo de fijaciones (100%)
Fachadas (Exterior)	Repinte con pintura elastomérica impermeable 100% acrílica	2–3 manos; rendimiento ref. 8–10 m ² /gal/mano	Lavado, sellador acrílico; sellado de micro fisuras	Sin descuelgues ni eflorescencia; espesor seco según ficha
Aulas/Pasillos (Interior)	Pintura látex acrílico lavable antihongos	2 manos sobre sellador	Lijado fino; sellador antihongos	Acabado uniforme; ensayo de adhesión (corte-rejilla)
Servicios higiénicos	Pintura epóxica base agua en muros y techo	2 manos cruzadas; curado 48 h	Limpieza/neutralización; reparación de juntas	Sin ampollas; prueba de lavado y resistencia química
Metálicos (barandas/rejas)	Protección anticorrosiva y esmalte sintético	1 mano de primer + 2 manos de esmalte	Lijado a metal sano (ST-2/ST-3)	Sin óxido visible; espesor continuo; prueba de adherencia
Puertas/Ventanas	Ajuste de bisagras; cambio de felpas/burletes; engrase de cerraduras	Herrajes certificados; felpas EPDM	Ajuste y reapriete de fijaciones	Prueba funcional de apertura/cierre (100%)
Cielos rasos	Reposición por PVC o drywall RH con anclaje sísmico	Perfilería galvanizada G60	Alineamiento; fijaciones completas	Sin holguras; anclajes redundantes
Cubierta	Impermeabilización con membrana acrílica o asfáltica; reparación de tejas	2–3 manos; puntuales de reposición	Limpieza de canaletas; sellado de juntas	Prueba de estanqueidad 24 h

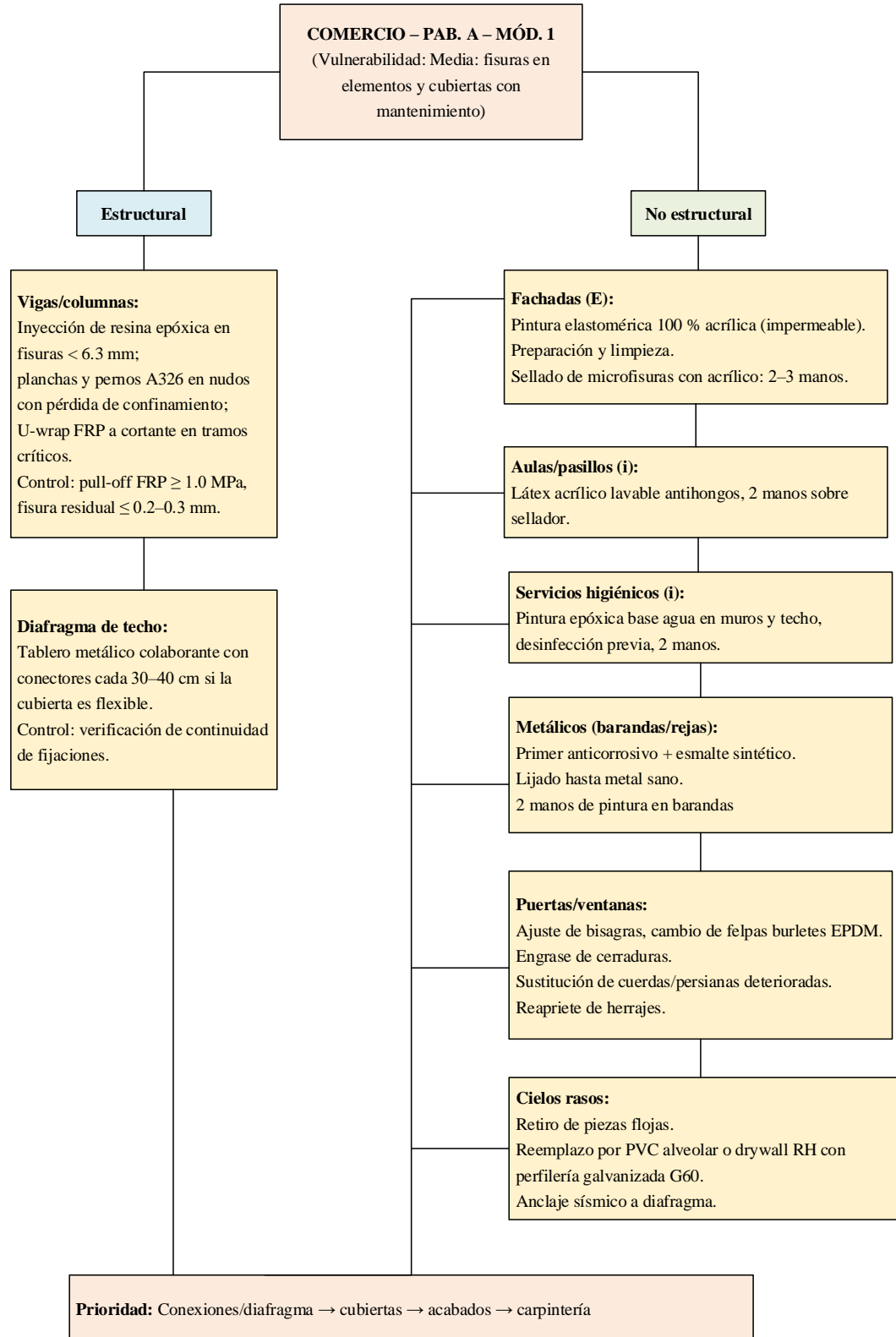
Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

Figura 82

Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón A, colegio

Comercio



b) Comercio – Pab. C – Mód. 1 (Vulnerabilidad: Alta; peor desempeño en los tres métodos)

Acciones estructurales. Se ejecutará un reforzamiento integral priorizando la continuidad global y la ductilidad: (i) encamisado de columnas en RC de 8–10 cm ($f'_c \geq 28$ MPa) con estribos $\varnothing 8 @ 10$ cm, contemplando camisa metálica en elementos de difícil acceso; (ii) en vigas, refuerzo a flexión con laminados FRP en el intradós y U-wrap a cortante en apoyos, además de la rehabilitación de nudos mediante jaulas y soldaduras certificadas; (iii) incorporación de placas delgadas de RC (10–12 cm) como muros de corte en ejes deficitarios, complementadas con cosido y grapas en grietas activas; y (iv) rigidización integral del diafragma con losa maciza o tablero metálico colaborante y conectores para asegurar la transferencia in-plane hacia los elementos verticales. Los controles de aceptación incluyen ensayos NDT (ultrasonido/esclerometría) para verificar integridad y homogeneidad, comprobación del torque de pernos, control de recubrimientos y registro fotográfico de antes/después.

Acciones no estructurales (mantenimiento obligatorio por estado “malo”). Se realizará el reemplazo total de cielos rasos por sistema liviano de PVC con perfilería galvanizada y anclaje sísmico; en fachadas, pintura elastomérica 100 % acrílica con sellado de fisuras y barrera antihumedad en zócalos; en aulas y pasillos, látex acrílico lavable antihongos; y en servicios higiénicos, pintura epóxica base agua en muros/techo y esmalte epóxico en tuberías/radiadores si existieran. Para barandillas y rejas, preparación ST-2/ ST-3, primer anticorrosivo y esmalte sintético, sustituyendo tornillería/anclajes con holguras; en puertas y ventanas, cambio de cerraduras/fallebas, ajuste de persianas y reposición de vidrios/fijaciones. Criterios de aceptación: adhesión de pinturas

(corte-rejilla) sin descuelgues, ausencia de óxido visible y funcionalidad 100 % de carpinterías; se deja constancia de que, dada la criticidad, podría plantearse rediseño/reconstrucción si el costo del refuerzo supera 60–70 % del valor de reposición.

Tabla 129

Propuesta de intervención – colegio Comercio, pabellón C, módulo 1

Elemento	Acción específica	Especificación (producto + n° de manos)	Preparación de superficie / montaje	Control de calidad / aceptación
Columnas	Encamisado RC 8–10 cm o camisa metálica; FRP longitudinal	$f'c \geq 28$ MPa; estribos $\varnothing 8 @ 10$ cm; FRP según diseño	Picado controlado; adherencia; armado y colado	NDT (ultrasonido/esclerometría); recubrimiento \geq especificado
Vigas/Nudos	FRP a flexión; U-wrap a cortante; reconstrucción de nudos (jaulas)	Laminados unidireccionales; U-wrap en apoyos	Preparación de sustrato; soldadura certificada	Pull-off FRP; inspección visual de soldaduras
Muros de corte	Incorporación de placas RC delgadas 10–12 cm; cosido y grapas en grietas	$f'c \geq 28$ MPa; malla electrosoldada	Enrase; juntas tratadas; anclajes	Plomada y planeidad; adherencia en juntas
Diafragma	Rigidización integral (losa maciza o tablero colaborante + conectores)	Conectores @30–40 cm	Alineamiento; fijaciones	Continuidad verificada; torque en fijaciones
Cielos rasos	Reemplazo total por sistema PVC/drywall RH con anclaje sísmico	Perfilería galvanizada; anclajes sismorresistentes	Desmontaje controlado; replanteo	Sin holguras; checklist de anclajes (100%)
Fachadas (Exterior)	Pintura elastomérica impermeable; barrera antihumedad en zócalos	2–3 manos; sellador	Limpieza y reparación de fisuras	Sin filtraciones visibles; corte-rejilla OK
Aulas/ Pasillos (Interior)	Látex acrílico lavable antihongos	2 manos	Lijado y sellador	Uniformidad y cobertura
Servicios higiénicos	Pintura epóxica base agua	2 manos; curado 48 h	Limpieza/neutralización	Resistencia a lavado; sin descascaramientos
Barandillas/ Rejas	Primer anticorrosivo + esmalte sintético; renovación de tornillería	1 + 2 manos	Lijado ST-2/ST-3; reemplazo de pernos flojos	Ausencia de óxido; torque conforme
Puertas/ Ventanas	Cambio/ajuste de cerraduras y felpas; reposición de vidrios	Herrajes y felpas EPDM	Alineación de marcos; sellos	Prueba funcional 100%

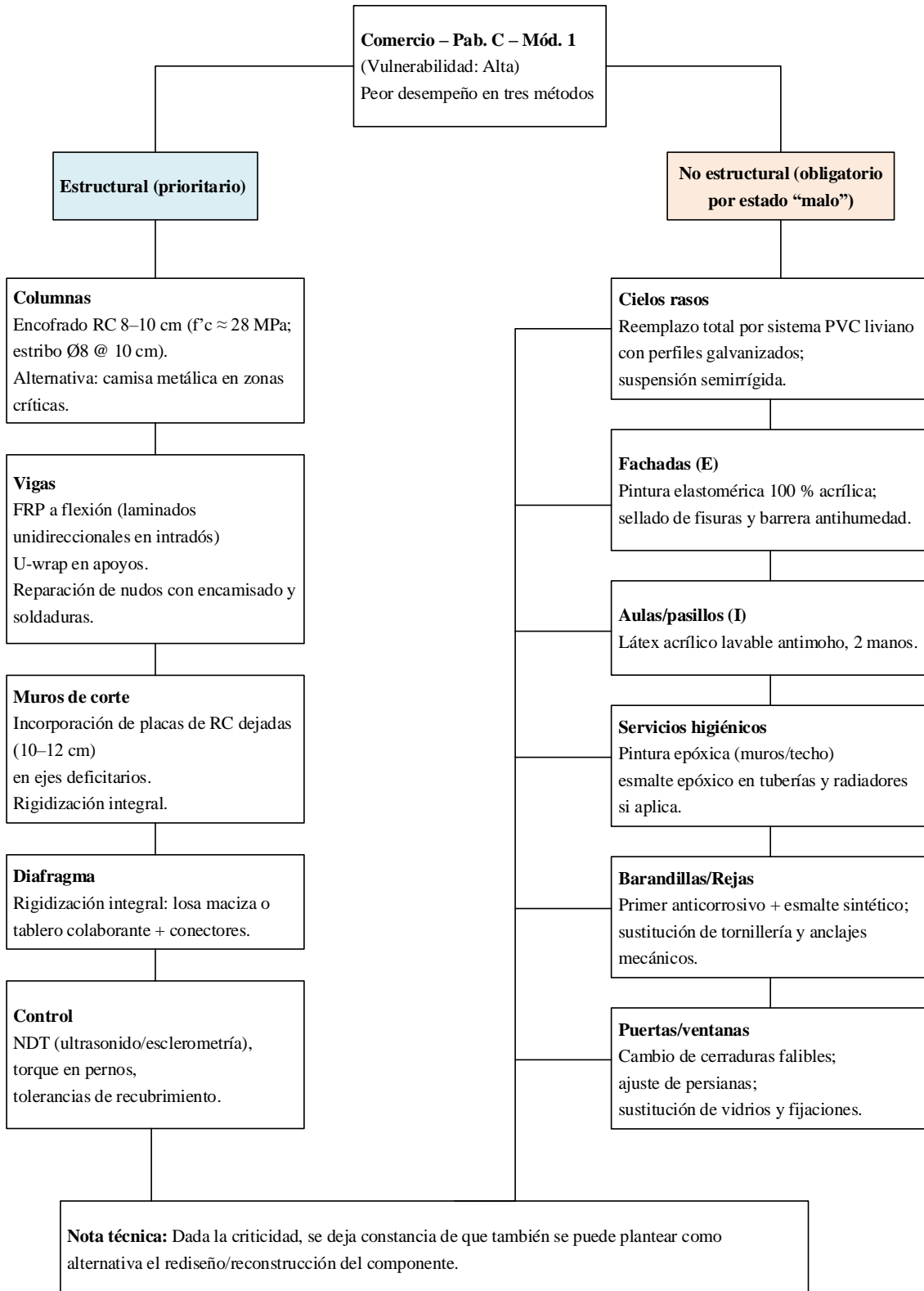
Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

Figura 83

Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón C, colegio

Comercio



c) Agropecuario – Pab. B – Mód. 1 (Vulnerabilidad: Media; techos reg.–malo; muros con humedad)

Acciones estructurales. Se intervendrán primero los muros portantes mediante cosido de fisuras con grapas metálicas y relleno con mortero estructural tixotrópico, además del sellado de juntas para restituir la continuidad de corte; en paños con esbeltez o pérdida de arriostre se dispondrá arriostramiento local (perfiles y anclajes mecánicos) para limitar pandeo. En los elementos horizontales se ejecutará refuerzo puntual con FRP (laminados o U-wrap en zonas críticas) y platinas/ángulos en nudos con déficit de confinamiento, verificando y, de ser necesario, rigidizando el diafragma de techo para asegurar la transmisión in-plane hacia muros/columnas. Controles de aceptación: adherencia FRP (pull-off), fisura residual cerrada, plomada/planeidad de muros reparados y torque conforme en anclajes y pernos.

Acciones no estructurales (mantenimiento). En la envolvente se aplicará pintura elastomérica 100 % acrílica en fachadas y pintura impermeable en zócalos, previa limpieza, corrección de desprendimientos y tratamiento antihumedad (selladores, barrera capilar donde corresponda). En aulas se usará látex acrílico lavable antihongos y, donde existan, radiadores/tuberías se repintarán con pintura térmica. Los cielos rasos con filtraciones se reemplazarán por PVC o drywall RH con perfilería galvanizada y sellado de penetraciones; la cubierta tendrá reparación de tejas, impermeabilización y limpieza de canaletas/sumideros con registro de mantenimiento. En carpinterías se hará ajuste de bisagras y picaportes, corrección de atascos y reposiciones puntuales de herrajes, dejando prueba funcional 100 % y registro fotográfico antes/después.

Tabla 130*Propuesta de intervención – colegio Agropecuario, pabellón B, módulo 1*

Elemento	Acción específica	Especificación (producto + n° de manos)	Preparación de superficie / montaje	Control de calidad / aceptación
Muros	Cosido de fisuras, grapas y mortero estructural; arriostramiento local	Mortero tixotrópico estructural	Limpieza, humectación previa	Adherencia verificada; fisuras selladas
Vigas/Losas	FRP puntual y platinas en nudos; verificación de diafragma	FRP 1–2 capas según diseño	Sustrato preparado y seco	Pull-off FRP; revisión de nudos
Fachadas (Exterior)	Elastomérica impermeable; zócalos con pintura impermeable	2–3 manos	Lavado; sellador	Sin eflorescencia; espesor continuo
Aulas (Interior)	Látex acrílico lavable; tratamiento antihumedad	2 manos	Sellador antihongos	Uniformidad; corte-rejilla OK
Cielos rasos	Cambio por PVC/drywall RH en zonas con filtración	Perfilería galvanizada	Desmontaje y replanteo	Fijaciones completas
Cubierta	Reparación y membrana impermeable; limpieza de canaletas	2–3 manos	Sellado de juntas	Prueba de estanqueidad
Carpinterías	Ajuste de bisagras/picaportes; reposición	Herrajes certificados	Reapriete	Prueba funcional

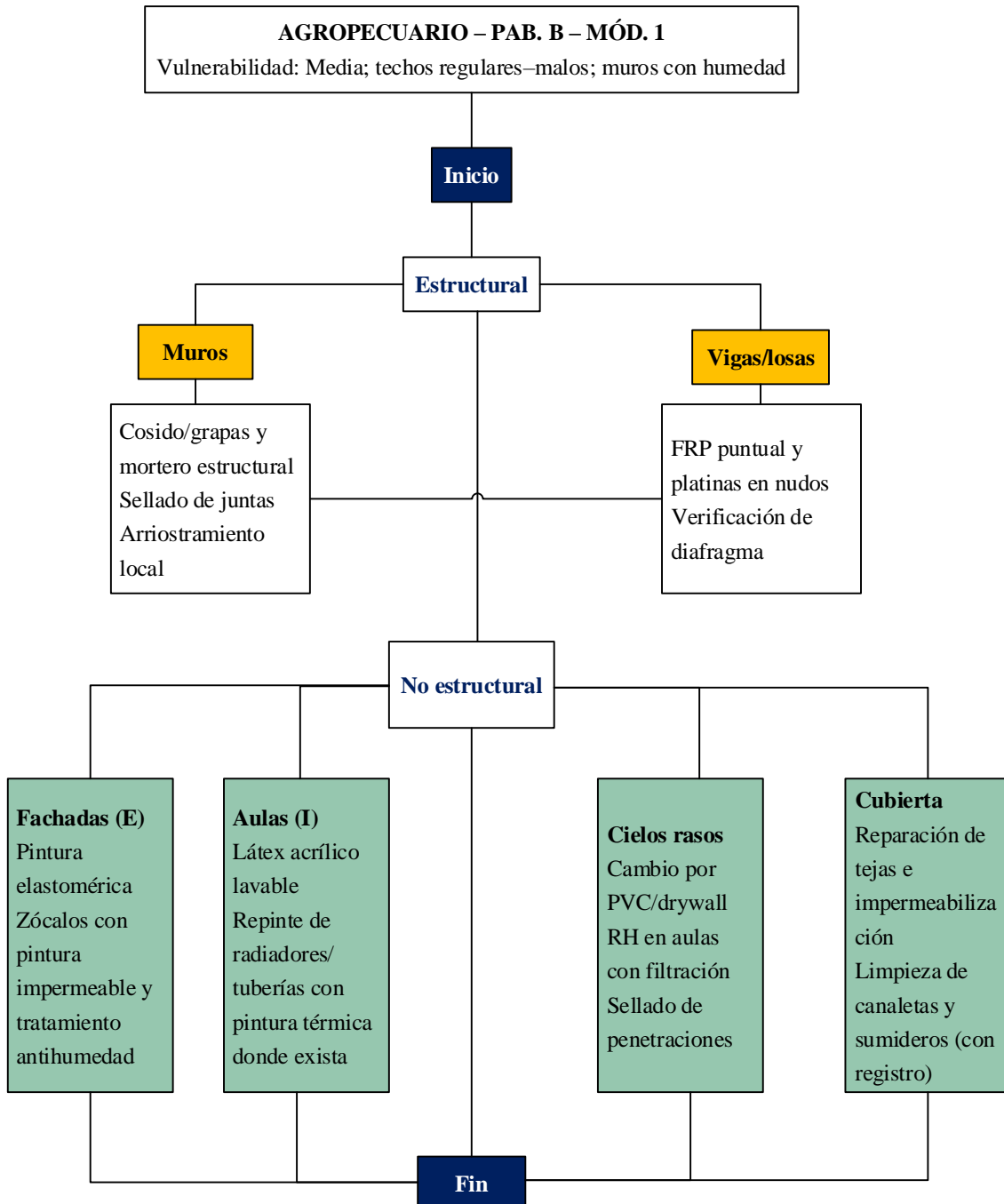
Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

Figura 84

Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón B, colegio

Almirante Miguel Grau – Agropecuario



d) Sagrado Corazón de Jesús – Pab. 1 – Mód. 1 y 2 (Vulnerabilidad: Media; vigas fisuradas y humedad puntual)

Acciones estructurales. En el Módulo 1 se procederá con inyección de resina epóxica en fisuras de vigas y empalmes para restituir monolitismo, seguida de refuerzo a cortante con FRP tipo U-wrap en los tramos críticos; se documentará la verificación de traslapes $\geq 40\phi$ y, de ser necesario, su corrección con anclajes mecánicos o prolongación de armaduras. En el Módulo 2 se rehabilitarán los nudos mediante placas de conexión y soldaduras certificadas, asegurando continuidad y confinamiento; en la cubierta, se ejecutará impermeabilización integral (sellado de juntas, membrana continua) y amarres contra succión en cumbreras y perímetros para mejorar el desempeño ante viento y acciones sísmicas que induzcan levantamiento. Criterios de aceptación: fisura residual controlada (≤ 0.3 mm), pull-off conforme en FRP, inspección visual y ensayos no destructivos en soldaduras, y continuidad efectiva de fijaciones y amarres.

Acciones no estructurales (mantenimiento, ambos módulos). En aulas y pasillos se aplicará látex acrílico lavable antihongos previa limpieza, resane y, donde exista eflorescencia, sellador antihumedad; en servicios higiénicos, pintura epóxica base agua en muros y techo para alta lavabilidad. Los elementos metálicos (barandillas/pasamanos) recibirán preparación ST-2/ ST-3, primer anticorrosivo y esmalte sintético; los cielos rasos tendrán sustitución de paños flojos y, donde corresponda, reposición por PVC o drywall RH con anclajes redundantes al soporte. En puertas y ventanas se realizará ajuste de marcos, fijación de persianas (topes y cuerdas), cambio de manillas flojas y reapriete de herrajes. Controles: acabado sin descuelgues ni manchado, adhesión de pintura (corte-rejilla)

satisfactoria, ausencia de óxido visible en metálicos y prueba funcional 100 % en carpinterías.

Tabla 131

Propuesta de intervención – colegio Sagrado Corazón de Jesús, pabellón 1, módulo 1 y módulo 2

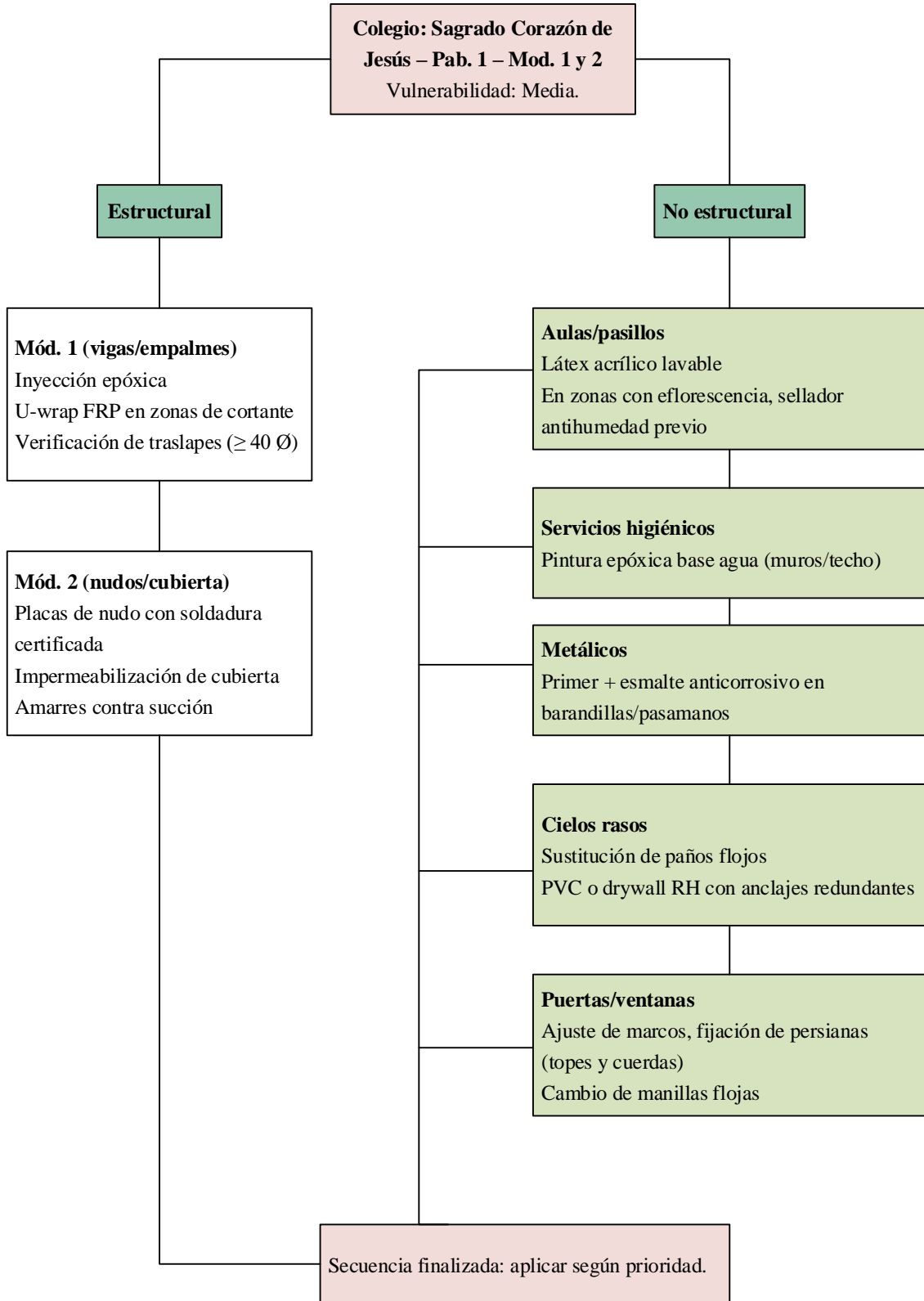
Elemento	Acción específica	Especificación (producto + n° de manos)	Preparación de superficie / montaje	Control de calidad / aceptación
Vigas/Empalmes (Mód.1)	Inyección epóxica y U-wrap FRP en zonas de cortante; verificación de traslapes $\geq 40\phi$	Resina epóxica; FRP U-wrap	Limpieza, secado, preparación	Fisura residual ≤ 0.3 mm; pull-off FRP
Nudos/Cubierta (Mód.2)	Placas de nudo con soldadura certificada; impermeabilización de cubierta y amarres	Placas ASTM; membrana impermeable	Preparación de bordes; soldadura calificada	Inspección visual; estanqueidad OK
Aulas/Pasillos	Látex acrílico lavable; sellador antihumedad	2 manos	Lijado y sellador	Acabado uniforme
Servicios higiénicos	Pintura epóxica base agua	2 manos	Limpieza/ neutralización	Resistencia a lavado
Metálicos	Primer + esmalte anticorrosivo en barandillas/pasamanos	1 + 2 manos	Lijado ST-2/ST- 3	Ausencia de óxido
Cielos rasos	Reposición de paños flojos; PVC/drywall RH	Perfilería galvanizada	Replanteo	Sin holguras
Puertas/Ventanas	Ajuste de marcos; fijación de persianas; cambio de manillas	Herrajes certificados	Reapriete	Prueba funcional 100%

Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

Figura 85

Flujograma de acciones intervención para el módulo 1 y 2, pabellón 1, colegio Sagrado Corazón de Jesús



e) Santa Rafaela María – Pab. 1 – Mód. 1 (Vulnerabilidad: Alta por FEMA/CERI; irregularidad torsional)

Estructural (prioritario)

Acciones estructurales. Se priorizará la rigidización integral del diafragma mediante losa maciza o tablero colaborante con conectores para asegurar la transmisión in-plane y reducir efectos torsionales; en muros deteriorados se ejecutará revestimiento delgado de RC con malla electrosoldada y sellado de fisuras para restituir capacidad de corte, y en columnas críticas se aplicará encamisado local para elevar confinamiento y ductilidad. Los nudos frágiles se rehabilitarán con jaulas metálicas y anclajes mecánicos, garantizando continuidad de las trayectorias resistentes. Controles de aceptación: verificación de conectores y continuidad del diafragma, plomada/planeidad de muros revestidos, recubrimientos conforme, torque de pernos y registro fotográfico; de ser posible, NDT (esclerometría/ultrasonido) en zonas intervenidas.

Acciones no estructurales (mantenimiento, estado regular–malo). Se realizará reemplazo total de cielos rasos por PVC o drywall RH con anclaje sísmico; en fachadas, pintura elastomérica y barrera antihumedad en zócalos; en aulas/pasillos, látex acrílico lavable con sellador antihongos previo; y en servicios higiénicos, pintura epóxica con sellado perimetral sanitario. En barandillas/pasamanos se ejecutará cambio de fijaciones, reapriete/renovación de anclajes y repinte con esmalte anticorrosivo; en ventanas y puertas, reposición de felpas/burletes, ajuste de cerraduras y recolocación de vidrios en marcos inestables. Criterios de aceptación: ausencia de filtraciones, adhesión de pintura (corte-rejilla) conforme, sin óxido visible en metálicos y prueba funcional 100 % en carpinterías y cielos rasos.

Tabla 132*Propuesta de intervención – colegio Santa Rafaela María, pabellón 1, módulo 1*

Elemento	Acción específica	Especificación (producto + n° de manos)	Preparación de superficie / montaje	Control de calidad / aceptación
Diafragma	Rigidización (losa maciza o tablero colaborante + conectores)	Conectores @30–40 cm	Alineamiento; fijaciones	Continuidad verificada
Muros/Columnas	Revestimiento RC delgado con malla; encamisado local de columnas; sellado de fisuras	RC 10–12 cm; malla electrosoldada	Picado controlado; adherencia	Plomada/planeidad; recubrimiento conforme
Conexiones	Jaulas metálicas en nudos frágiles	Placas/ángulos con soldadura certificada	Corte y presentación de bordes	Inspección visual de soldadura
Cielos rasos	Reemplazo total por PVC/drywall RH; anclaje sísmico	Perfilería galvanizada	Replanteo y montaje	Checklist anclajes 100%
Fachadas	Elastomérica + barrera antihumedad en zócalos	2–3 manos	Sellador; reparación de fisuras	Sin filtraciones; corte-rejilla OK
Aulas/Pasillos	Látex acrílico lavable	2 manos	Lijado y sellador	Acabado uniforme
Servicios higiénicos	Epóxica base agua (muros/techo)	2 manos; curado 48 h	Limpieza/neutralización	Resistencia a lavado
Barandillas/Pasamanos	Reemplazo de fijaciones; repinte con esmalte anticorrosivo	Primer + 2 manos	Lijado ST-2/ST-3	Torque conforme; sin óxido
Ventanas/Puertas	Reposición de felpas/burletes; ajuste de cerraduras/vidrios	Herrajes y felpas EPDM	Alineación y sellos	Prueba funcional 100%

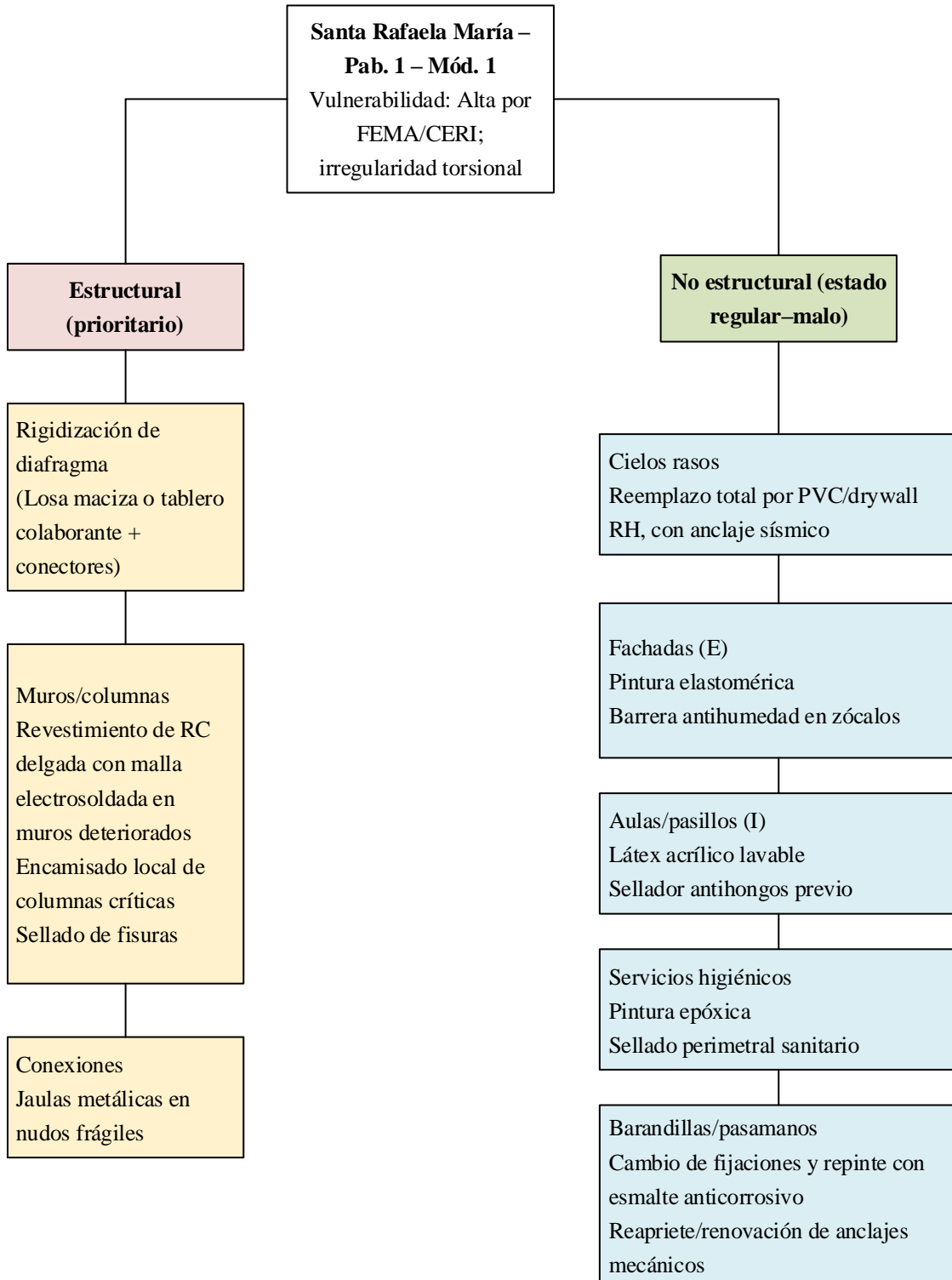
Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

Figura 86

Flujograma de acciones intervención para el módulo 1, pabellón 1, colegio

Santa Rafaela María



**f) San Juan – Pab. D (Mód. 1–2), E (Mód. 3–4), F (Mód. 5–3), C (Mód. 1) –
(Vulnerabilidad: Baja)**

Acciones estructurales. No se requieren refuerzos mayores; se realizará mantenimiento preventivo de recubrimientos y sellado de fisuras finas (≤ 0.3 mm) en vigas, losas y muros con resinas/lechadas adecuadas, priorizando juntas y encuentros para mantener la continuidad y proteger frente a ingreso de humedad. Se limpiarán y repondrán protecciones de armadura donde el recubrimiento esté deteriorado, y se hará control de planeidad/plomada en paños reparados. Criterios de aceptación: fisura residual cerrada, recubrimiento continuo sin oquedades, y registro fotográfico de antes/después.

Acciones no estructurales (mantenimiento en todos los módulos). En aulas y pasillos, látex acrílico lavable (2 manos) con reparación previa de desconchones; en fachadas, pintura elastomérica en zonas expuestas. En elementos metálicos (barandas/rejas) se aplicará preparación de superficie, primer anticorrosivo y esmalte sintético, con corrección/sustitución de tornillería; los cielos rasos se revisarán y repondrán anclajes donde existan holguras. En puertas/ventanas se hará revisión integral (bisagras, topes, cuerdas de persianas, fellebas), ajuste y lubricación, dejando prueba funcional 100 %. En cubiertas y drenajes, limpieza de canaletas/sumideros, reposición puntual de tejas e impermeabilización donde sea necesario, con prueba de estanqueidad; se implementará checklist post-sismo para inspección visual rápida y reapriete de anclajes. Criterios de aceptación: acabados sin descuelgues, ausencia de óxido, anclajes firmes y ausencia de filtraciones en ensayo.

Tabla 133

Propuesta de intervención – colegio San Juan, pabellón D, módulo 1 y 2, pabellón E módulo 3 y 5, pabellón F módulo 3 y 5, pabellón C módulo 1

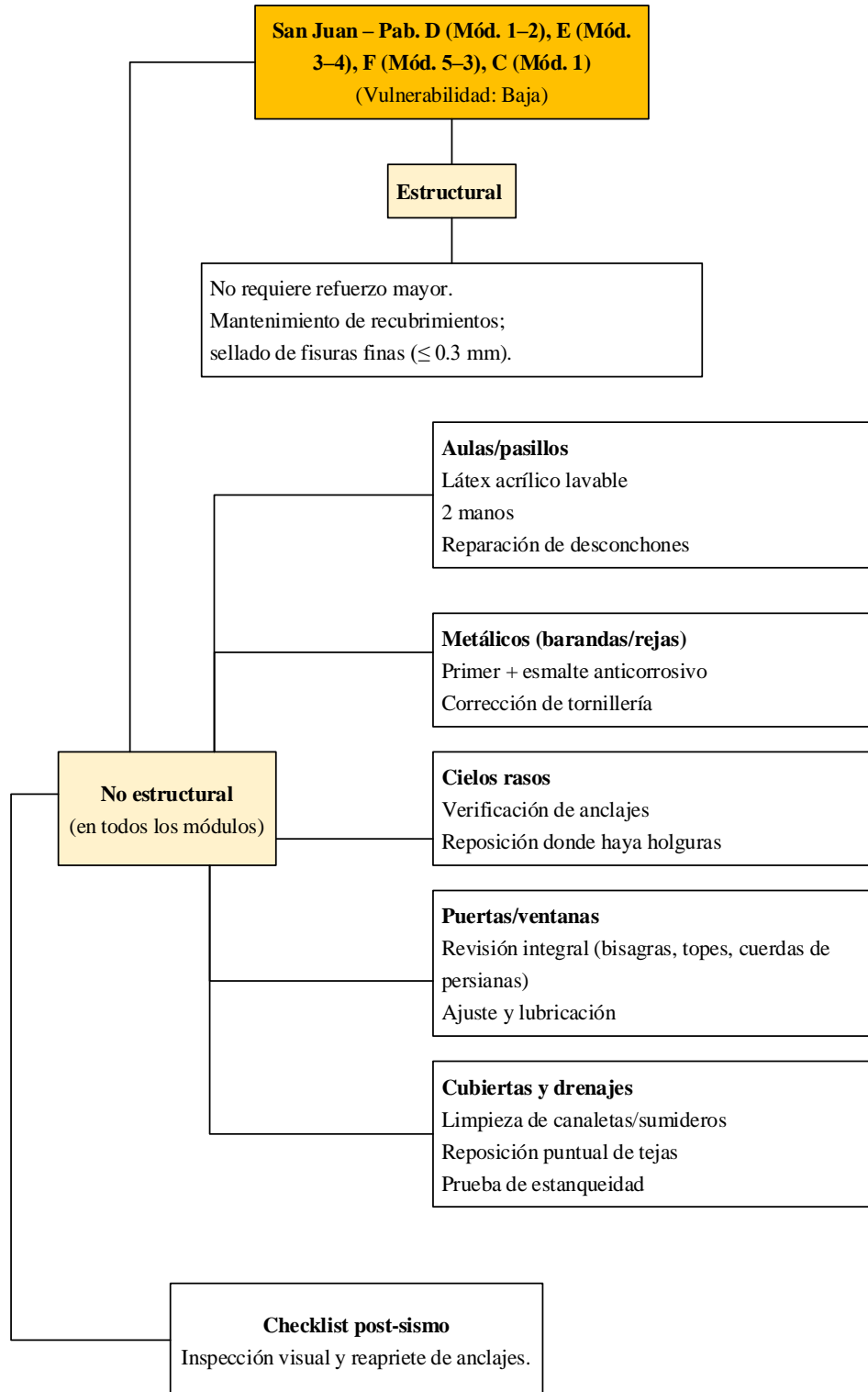
Elemento	Acción específica	Especificación (producto + n° de manos)	Preparación de superficie / montaje	Control de calidad / aceptación
Estructura principal	Mantenimiento de recubrimientos; sellado de fisuras finas	Sellador acrílico; resina epóxica para fisuras	Limpieza; preparación	Fisura residual ≤ 0.3 mm
Aulas/Pasillos	Látex acrílico lavable	2 manos	Lijado y sellador	Acabado uniforme
Fachadas	Pintura elastomérica en zonas expuestas	2–3 manos	Lavado; sellador	Sin descuelgues; espesor conforme
Metálicos	Primer + esmalte anticorrosivo en barandas/rejas	1 + 2 manos	Lijado ST-2/ST-3	Sin óxido visible
Cielos rasos	Verificación de anclajes; reposición donde haya holguras	PVC/drywall RH según necesidad	Replanteo	Sin holguras; checklist
Puertas/Ventanas	Revisión integral (bisagras, topes, cuerdas, fellebas); ajuste y lubricación	Herrajes certificados	Reapriete	Prueba funcional 100%
Cubiertas/Drenajes	Limpieza de canaletas/sumideros; reposición de tejas; prueba de estanqueidad	Membrana acrílica según requerimiento	Sellado de juntas	Sin filtraciones 24 h

Nota. Abreviaturas: RC = concreto armado; FRP = fibra polimérica; RH = resistente a humedad;

E=exterior; I=interior.

Figura 87

Flujograma de acciones intervención para el pabellón D, módulo 1 y 2, pabellón E módulo 3 y 5, pabellón F módulo 3 y 5, pabellón C módulo 1, colegio San Juan



4.1.4.2.Especificaciones por partida

Estas son las partidas generales que se ejecutarán en todos los módulos, de todos los pabellones y de todos los colegios. Su función es estandarizar el alcance mínimo de mantenimiento y refuerzo; por ello, cada módulo contará además con su ficha particular (cantidades, ubicaciones, productos comerciales y planos de detalle) que desarrolla estas partidas según su condición.

a) Pintura elastomérica (Exterior)

Limpieza y resane del revoque, sellado de micro fisuras y aplicación de 2–3 manos de recubrimiento elastomérico 100 % acrílico para impermeabilizar y proteger fachadas expuestas; se utiliza sellador acrílico previo y se controlan espesores y adhesión para evitar descuelgues, eflorescencias y filtraciones.

- Superficie: albañilería/revoque sano, sin polvo, grasa ni sales. Humedad superficial $\leq 8-10$ %.
- Preparación: lavado a presión o cepillado; retiro de eflorescencias; resanes con mortero; sellador acrílico en toda la superficie; sellado de micro fisuras con masilla acrílica.
- Aplicación: 2–3 manos (brocha/rodillo); rendimiento ref. 8–10 m²/gal/mano (ajustar a ficha técnica y rugosidad); intervalo entre manos 4–6 h o según ficha.
- Espesor seco total: 150–250 μm (según ficha).
- Ambiente: T° 10–35 °C; sin lluvia ni rocío; viento moderado.
- Control: uniformidad sin “descuelgues”, espesor con medidor (catas), ausencia de eflorescencia y prueba de adhesión (corte-rejilla) en paños testigo.

b) Látex acrílico lavable (Interior)

Lijado fino y limpieza del enlucido, aplicación de sellador antihongos donde corresponda y dos manos de látex acrílico de fácil limpieza para uniformizar color y sanear aulas y pasillos; se verifica acabado mate parejo y buena adhesión en paños testigo.

- Superficie: enlucido firme; humedad $\leq 8\%$.
- Preparación: lijado fino, limpieza; sellador antihongos en zonas con humedad antigua.
- Aplicación: 2 manos cruzadas; rendimiento ref. 10–12 m²/gal/mano; intervalo 2–4 h.
- Espesor seco total: 35–50 μm .
- Control: acabado mate uniforme sin velos/brillos; corte-rejilla conforme; juntas y esquinas sin “saltos”.

c) Pintura epóxica base agua (SS.HH.)

Desengrase y neutralización del sustrato (pH ~7–8), seguido de dos manos cruzadas de epóxico base agua en muros y techo de servicios higiénicos para alta lavabilidad y resistencia química; se respeta curado mínimo (≈ 48 h) y se comprueba película continua sin ampollas.

- Superficie: limpieza profunda (desengrasante); neutralización (pH ~7–8); secado.
- Aplicación: 2 manos cruzadas; curado mínimo 48 h antes de uso intenso; rendimiento 8–10 m²/gal/mano.
- Espesor seco total: 80–120 μm .
- Control: película continua sin ampollas; ensayo de lavabilidad/pasar paño húmedo; corte-rejilla OK.

d) Elementos metálicos (barandas/rejas/marcos)

Preparación de superficie a grado ST-2/ ST-3 (eliminación de óxido y calamina), desengrase, una mano de primer anticorrosivo y dos manos de esmalte sintético; se corrige o reemplaza tornillería y se verifica torque, continuidad de película y ausencia de corrosión.

- Preparación de superficie: ST-2 / ST-3 (norma visual: cepillado o lijado a metal casi blanco; sin óxido suelto ni calamina); desengrasado.
- Sistema: primer anticorrosivo (epoxi o alquídico compatible) + esmalte sintético (2 manos).
- Interválicos: respetar repintado de la ficha (p. ej., 6–12 h).
- Control: ausencia de óxido visible, película continua (sin poros), torque de pernos verificado; espesores por mano según ficha.

e) Cielos rasos (PVC o drywall RH)

Reposición de paños flojos o deteriorados por sistemas livianos (PVC alveolar o placas RH) montados en perfilería galvanizada G60, con separadores sísmicos y anclajes redundantes; se sellan penetraciones y se controla planeidad, fijaciones completas y vibraciones.

- Sistema: PVC alveolar o drywall RH (resistente a humedad) con perfilería galvanizada G60.
- Montaje típico (referencial): cuelgues/varillas ≤ 1.20 m; separación de perfiles principales 0.60–1.20 m y secundarios 0.40–0.60 m, según sistema y placa; junta perimetral 10 mm (absorción de movimiento).
- Sismo: separadores sísmicos perimetrales y anclajes redundantes (2 puntos) por cada suspensión crítica; fijación visible.

- Penetraciones: sellado con aros/masillas; no apoyar luminarias pesadas en la placa (usar suspensión propia).
- Control: fijaciones completas, sin holguras ni pandeos; alineamiento/planeidad; anclajes visibles en inspección.

f) Carpinterías (puertas/ventanas)

Ajuste de marcos y hojas, cambio de bisagras, felpas/burletes EPDM y cerraduras/manillas; reposición de vidrios y corrección de persianas (topes y cuerdas); se deja prueba funcional 100 % (abre/cierra/asegura) y fijaciones firmes sin holguras.

- Alcance: cambio de bisagras, felpas/burletes (EPDM), cerraduras/manillas; realineo de marcos; reposición de vidrios y topes/persianas (cuerdas).
- Tolerancias: holgura perimetral 2–3 mm; apertura/cierre suave sin roces; verticalidad del marco.
- Control: prueba funcional 100 % (apertura/cierre/seguro), fijaciones firmes (torque), ausencia de vibraciones y filtraciones de aire/agua en ventanas.

g) Impermeabilización de cubiertas

Reparación previa de fisuras y juntas, limpieza de canaletas y sumideros, y aplicación de membrana asfáltica con imprimación o sistema acrílico en 2–3 manos (con refuerzos en puntos críticos); se verifica pendientes y se realiza prueba de estanqueidad de 24 h sin filtraciones.

- Preparación: reparación de fisuras y juntas; limpieza de polvo/musgo; verificación de pendiente mínima ≥ 2 % hacia sumideros.
- Sistema A: membrana asfáltica con imprimación previa; solapes ≥ 8 –10 cm; sellado térmico.

- Sistema B: impermeabilizante acrílico en 2–3 manos con malla/banda en juntas críticas.
- Drenajes: limpieza y desobstrucción de canaletas y sumideros; rejillas en buen estado.
- Control: prueba de estanqueidad 24 h (embalsado 2–3 cm o verificación post-lluvia); inspección de solapes y remates.

h) Refuerzos FRP / epóxicos (si corresponde)

Preparación del hormigón con soporte sano y pull-off objetivo, inyección de resina epóxica en fisuras finas para restituir monolitismo y colocación de laminados FRP (flexión/cortante, U-wrap en apoyos) según detalle; se controlan adherencia, continuidad y fisura residual.

- Sustrato: hormigón sano; resistencia de arrancamiento (pull-off) ≥ 1.0 MPa; humedad y polvo controlados.
- Aplicación FRP: imprimación, adhesivo y laminado unidireccional; traslape mínimo 150 mm o como ficha; U-wrap en apoyos para cortante.
- Inyección epóxica: fisuras ≤ 0.3 mm; sellado superficial; inyección a baja presión hasta saturación.
- Control: pull-off en paños testigo; fisura residual $\leq 0.2-0.3$ mm; registro fotográfico antes/después.

4.1.4.3. Criterios de aceptación y control

La aceptación se basa en funcionalidad, durabilidad y seguridad: acabados uniformes con adhesión comprobada, protección anticorrosiva efectiva, cielos rasos firmes y anclados sísmicamente, carpinterías con operación 100 %, cubiertas sin filtraciones tras prueba prolongada y refuerzos adheridos con fisuras

controladas. Todo se documenta con paños testigo, mediciones (espesor, torque, pull-off) y registro fotográfico antes/durante/después.

Tabla 134

Criterios de aceptación y control de las alternativas de intervención

Partida	Aceptación clave	Controles / Ensayos
Pinturas (E/I/Epóxica)	Acabado uniforme, sin descuelgues ni poros; espesor dentro de ficha; sin eflorescencia	Medición de espesor (catas), corte-rejilla, verificación de tiempos entre manos, condiciones T°/HR
Metálicos	Sin óxido visible; película continua; herrajes firmes	Verificación ST-2/ST-3, torque en pernos, espesor por mano, compatibilidad primer-esmalte
Cielos rasos	Fijaciones completas, sin holguras, planeidad	Chequeo de anclajes sísmicos visibles, separación de perfiles, sellos en penetraciones
Carpinterías	Operación 100 % (abre/cierra/asegura); holguras dentro de 2–3 mm	Prueba funcional, torque de fijaciones, revisión de felpas/burletes y estanqueidad
Impermeabilización	Cero filtraciones tras ≥ 24 h	Prueba de estanqueidad (embalsado o post-lluvia), revisión de solapes y remates, limpieza de drenajes
FRP/epóxicos	Adherencia y continuidad; fisura residual controlada	Pull-off en paños testigo, inspección visual de continuidad, registro de presiones/consumos en inyección
Documentación	Trazabilidad y evidencia	Fichas técnicas y lotes, bitácora T°/HR, tiempos entre manos, registro fotográfico y actas de recepción

4.2. Contrastación de hipótesis

Para verificar la hipótesis de estudio se ha utilizado el programa Minitab 22, para el nivel de confianza del 95%, con nivel de significancia del 5%. Donde previa verificación de la normalidad se aplicó pruebas correspondientes a los datos de vulnerabilidad determinados para los módulos de los colegios de la ciudad de Chota por el método de Benedetti Petrini, FEMA P-154 y CERI).

a) Criterio de evaluación

Si el valor p (valor de probabilidad) es menor a 0.05 (nivel de significancia) para un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), pero si el valor p es mayor a 0.05 se rechaza H_1 y se acepta H_0 .

b) Hipótesis de investigación

La hipótesis de investigación es:

H_0 : El índice de vulnerabilidad sísmica de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota es bajo, por lo que no se requieren acciones de intervención estructural. (Porcentaje de vulnerabilidad por el método de Benedetti Petrini $< 15\%$, índice de vulnerabilidad > 2 por el método de FEMA P-154, Porcentaje de vulnerabilidad por el método de CERI $< 30\%$)

H_1 : El índice de vulnerabilidad sísmica de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota es medio o alto, por lo que se requieren acciones de intervención estructural. (Porcentaje de vulnerabilidad por el método de Benedetti Petrini $> 15\%$, índice de vulnerabilidad < 2 por el método de FEMA P-154, Porcentaje de vulnerabilidad por el método de CERI $> 30\%$).

c) Datos utilizados para el análisis

Para el análisis se ha utilizado los datos de porcentaje de vulnerabilidad por el método de Benedetti Petrini, índice de vulnerabilidad por el método de FEMA P-154 y porcentaje de vulnerabilidad por el método de CERI.

Tabla 135

Datos para el análisis de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota por el método de Benedetti Petrini, FEMA P-154 y CERI

Colegio	Pabellón	Módulo	Porcentaje Benedetti Petrini	Iv por el método de FEMA P-154	Porcentaje CERI
Comercio	A	1	31.82%	0.9	37.0%
Comercio	C	1	42.93%	0.2	54.6%
Agropecuario	B	1	17.68%	0.9	46.3%
SCJ	1	1	19.95%	0.9	46.3%
SCJ	1	2	19.70%	0.9	46.3%
Santa Rafaela	1	1	29.80%	0.3	50.0%
San Juan	D	1	7.32%	1.5	25.0%
San Juan	D	2	6.31%	1.5	25.0%
San Juan	E	3	6.06%	1.5	25.0%
San Juan	E	4	8.33%	1.5	25.0%
San Juan	F	5	8.33%	1.5	25.0%
San Juan	F	3	6.06%	1.5	25.0%
San Juan	C	1	7.58%	1.5	25.0%

d) Prueba de normalidad

Se realizó la prueba de normalidad a los datos de vulnerabilidad, determinando que aquellos determinados por el método de Benedetti Petrini siguen tendencia normal, debido a que el valor p es mayor a 0.05, con nivel de confianza del 95%, por lo que se aplicaron pruebas paramétricas (t-student), pero los datos de vulnerabilidad determinados por el método FEMA P-154 y CERI no siguen tendencia normal por lo que se aplicaron pruebas no paramétricas (Mann-Whitney U o Wilcoxon de rangos con signo).

Figura 88

Prueba de normalidad de la vulnerabilidad determinada por el método de Benedetti Petrini

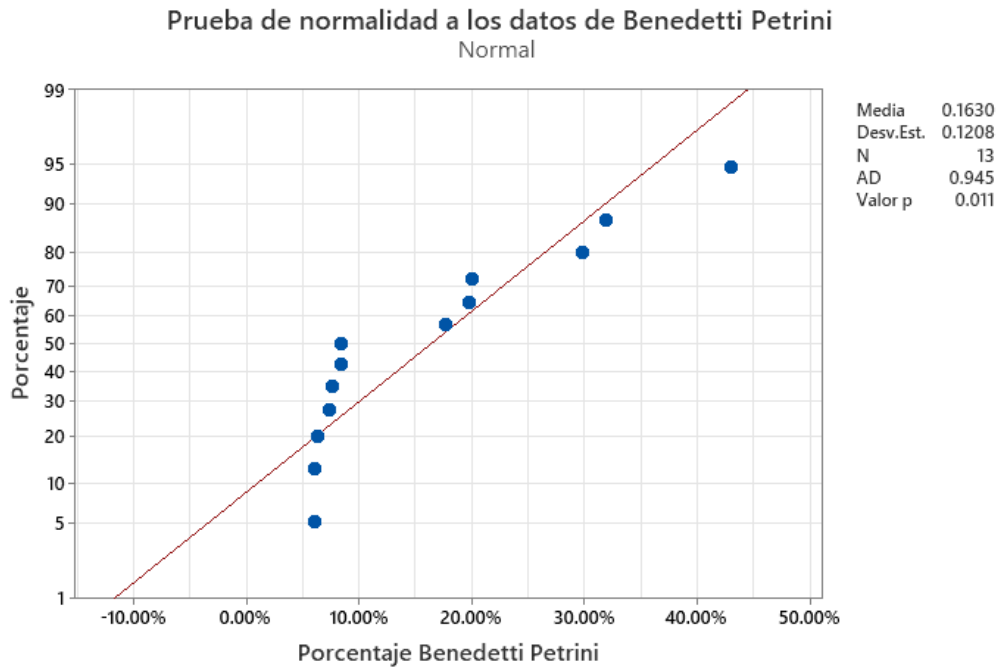


Figura 89

Prueba de normalidad de la vulnerabilidad determinada por el método de FEMA P-154

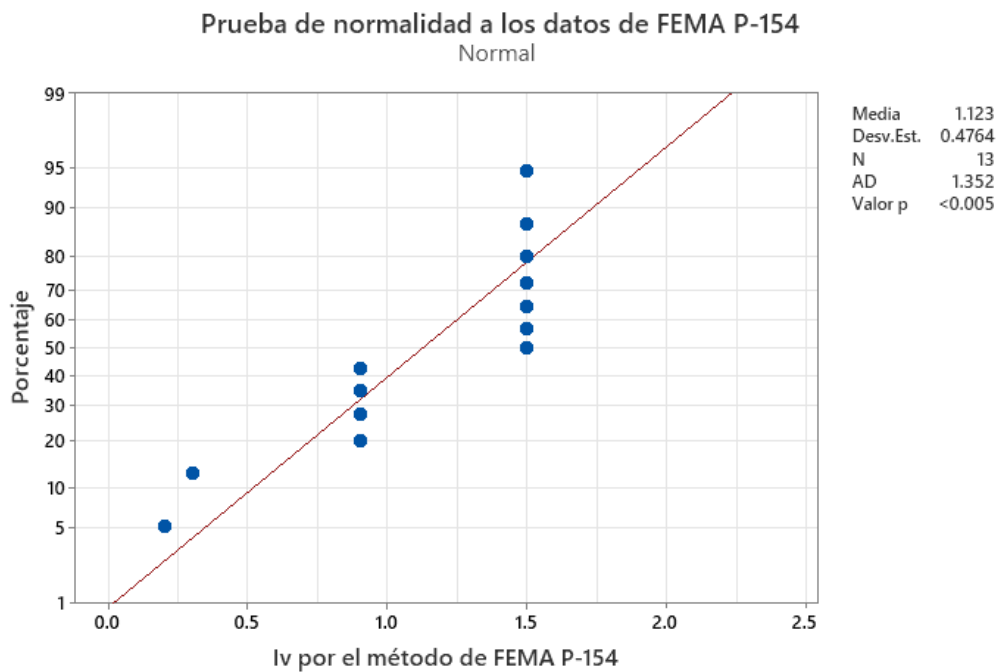
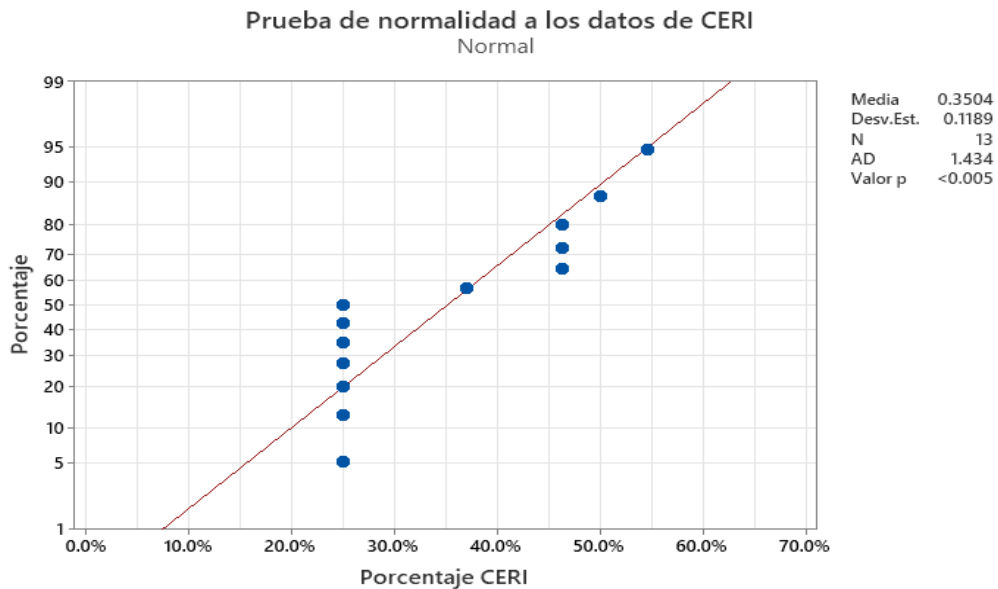


Figura 90

Prueba de normalidad de vulnerabilidad determinada por el método de CERI



e) Prueba de hipótesis

Los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas aplicadas para verificar el nivel de vulnerabilidad sísmica en los colegios de la ciudad de Chota permiten confirmar la hipótesis alternativa de estudio planteada. En los datos de vulnerabilidad determinados por el método de Benedetti Petrini, donde se ha aplicado la prueba t-student, dado que $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, lo que indica que el porcentaje de vulnerabilidad sísmica promedio según el método de Benedetti Petrini es significativamente mayor al 15%. Por tanto, se evidencia una necesidad de acciones de intervención estructural. En los datos de vulnerabilidad determinado por el método FEMA P-154, donde se ha aplicado la prueba Wilcoxon de rangos con signo, el valor $p < 0.05$ indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, concluyéndose que el índice de vulnerabilidad estructural determinado por FEMA P-154 es significativamente menor a 2, lo cual refuerza el criterio de que las edificaciones presentan vulnerabilidad sísmica relevante y requieren intervención.

Mientras que, en los datos de vulnerabilidad determinados por el método de CERI, donde se ha aplicado la prueba Wilcoxon de rangos con signo, nuevamente, $p < 0.05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, lo cual indica que el porcentaje de vulnerabilidad por el método CERI es significativamente mayor al 30%, sugiriendo nivel de vulnerabilidad medio a alto.

Tabla 136

Prueba t-student para verificar vulnerabilidad - método de Benedetti Petrini

Hipótesis nula	$H_0: \mu = 0.15$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 0.15$
Valor T	Valor p
0.39	0.0353

Tabla 137

Prueba Wilcoxon para verificar vulnerabilidad por el método de FEMA P-154

Hipótesis nula	$H_0: \eta = 2$		
Hipótesis alterna	$H_1: \eta < 2$		
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Iv por el método de FEMA P-154	13	0.00	0.001

Tabla 138

Prueba Wilcoxon de rangos con Signo para Verificar la Vulnerabilidad por el Método de CERI

Hipótesis nula	$H_0: \eta = 0.3$		
Hipótesis alterna	$H_1: \eta > 0.3$		
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Porcentaje CERI	13	63.00	0.0117

4.3. **Discusión de resultados**

La evaluación detallada de los cinco colegios seleccionados, a través del análisis de variables como antigüedad, tipo de sistema estructural, características geotécnicas del suelo, resistencia de materiales, configuración geométrica, regularidad estructural y estado de conservación, ofrece un panorama claro sobre los elementos que inciden en su comportamiento frente a sismos.

En primer lugar, la antigüedad de las edificaciones se presenta como factor de riesgo relevante. El Colegio Almirante Miguel Grau (62 años) y el Sagrado Corazón de Jesús (51 años) evidencian estructuras envejecidas, lo que coincide Khattak et al. (2024), quienes señalan que edificaciones antiguas, especialmente aquellas con sistemas constructivos tradicionales, presentan mayor probabilidad de vulnerabilidad sísmica alta. En contraste, el Colegio San Juan, con tan solo 10 años de antigüedad, refleja mejor condición estructural y estado de conservación, aun cuando se ubica sobre suelo de baja calidad.

Respecto al tipo de sistema estructural, todos los colegios comparten el uso de concreto armado con muros de albañilería confinada. No obstante, las diferencias en la configuración geométrica y la regularidad estructural determinan niveles distintos de respuesta sísmica. El Colegio Santa Rafaela María y el pabellón C del Colegio Abel Carbajal Pérez presentan irregularidades torsionales y de masa, lo que concuerda con Roi et al. (2023), quienes advierten que dichas irregularidades incrementan significativamente el daño estructural.

Las condiciones del suelo de cimentación se revelan como factor crítico. En el caso del Colegio San Juan, a pesar de su moderna construcción, el tipo de suelo MH con alto contenido de finos (74%) y ángulo de fricción muy bajo (8.77°), reduce considerablemente la capacidad de carga del terreno. Esta

situación también fue reportada por Alvarado (2024) en una institución educativa de Tabaconas, donde, a pesar del buen estado estructural, el suelo blando incrementaba el nivel de vulnerabilidad. Por el contrario, el Colegio Santa Rafaela María, edificado sobre un suelo granular de tipo GC con buena resistencia al corte, muestra condición geotécnica favorable que contribuye a menor vulnerabilidad estructural, aunque su configuración irregular contrarresta este beneficio.

En lo que respecta a la resistencia de materiales, se observan diferencias significativas. El Colegio Almirante Miguel Grau presenta alta resistencia del concreto ($246\text{--}311\text{ kg/cm}^2$) incluso superando el diseño, lo que coincide con un módulo de elasticidad elevado. Este aspecto refuerza su capacidad estructural pese a su antigüedad. En cambio, el Colegio Abel Carbajal Pérez (pabellón C) y el Colegio Santa Rafaela María presentan resistencias del concreto por debajo del valor de diseño, aspecto que se alinea con lo señalado por Moreno (2024), quien concluyó que edificaciones con resistencias reales inferiores a las proyectadas requieren una revisión técnica y posible reforzamiento.

La regularidad estructural también se identifica como condicionante relevante. Colegios como el San Juan y Sagrado Corazón de Jesús presentan edificaciones con configuración regular en planta y altura, lo cual se traduce en distribución equilibrada de masas y rigideces. Esto favorece su desempeño sísmico, en línea con lo afirmado por Pizarro et al. (2021), quienes sostienen que las edificaciones con geometría simétrica y sin irregularidades estructurales tienen mejor capacidad de disipar energía durante un sismo. En cambio, la irregularidad estructural en planta y elevación, como se evidenció en los pabellones del Colegio Abel Carbajal Pérez y Santa Rafaela María, es factor de riesgo importante, con reducción del factor de regularidad a 0.75 o inferiores.

El estado de conservación de los elementos estructurales y no estructurales representa un factor clave en la vulnerabilidad general. Colegios como el San Juan muestran estado de conservación predominantemente bueno, lo que coincide con los hallazgos de Calixto et al. (2023) en Lima, donde las instituciones educativas con buen mantenimiento presentaban índices de vulnerabilidad significativamente menores. Por otro lado, el Colegio Abel Carbajal Pérez, con deficiencias en fijaciones de techos, barandillas, y mobiliario no estructural, así como el Colegio Santa Rafaela María, que presenta cielos rasos y mobiliario mal anclado, confirman que los componentes no estructurales son elementos críticos para la seguridad, como también lo señalan Nina (2022) y Marín (2022).

El nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares de la ciudad de Chota revela tendencias coincidentes y divergentes entre los tres métodos aplicados: Benedetti-Petrini, FEMA P-154 y CERI. En primer lugar, los resultados del método Benedetti-Petrini muestran predominancia del nivel de vulnerabilidad media, especialmente en los colegios Comercio, Agropecuario, SCJ y Santa Rafaela, coincidiendo con lo reportado por Moreno (2024) en Huaraz y Marín (2022) en Jaén, quienes también registraron niveles medios en edificaciones con ciertas deficiencias estructurales, pero sin condiciones críticas. Asimismo, se identificaron módulos con vulnerabilidad baja en el colegio San Juan, situación que se explica por la buena calidad estructural, configuración regular y correcto estado de conservación, lo cual concuerda con Obregón (2024) en Ilo, donde edificaciones modernas con adecuado mantenimiento mostraron niveles bajos. Sin embargo, se identificó un caso particular con vulnerabilidad alta en el módulo C del colegio Comercio, cuyo índice superó el 42%, debido a múltiples deficiencias estructurales, lo cual guarda semejanza con lo evidenciado por

Pizarro et al. (2021) en Mendoza y por Linares (2023) en Jaén, donde módulos con características geométricas irregulares y deterioro avanzado registraron niveles críticos.

Por su parte, el método FEMA P-154 reflejó mayor sensibilidad ante irregularidades estructurales y condiciones del suelo. En este caso, el módulo C del colegio Comercio alcanzó el nivel de vulnerabilidad muy alta (93%), lo que resulta coincidente con las conclusiones de Roi et al. (2023) en Indonesia y Nina (2022) en Puno, donde se reportaron puntajes finales inferiores al umbral aceptable, indicando alta probabilidad de daño estructural. Además, se encontró que el colegio Santa Rafaela también presentó vulnerabilidad alta (90%), reforzando el patrón de comportamiento observado en edificaciones antiguas y con deficiente configuración estructural, en línea con lo informado por Calixto et al. (2023), quienes identificaron que más del 60% de colegios con características similares en Lima presentan vulnerabilidad alta. El resto de módulos, incluyendo los del colegio San Juan, fueron clasificados mayoritariamente con vulnerabilidad media (50% a 70%), lo cual reafirma lo planteado por Bora y Kurniati (2022), quienes destacaron que edificaciones con condiciones estructurales moderadas y sin irregularidades severas tienden a situarse en rangos medios de vulnerabilidad.

Finalmente, el método CERI mostró comportamiento más conservador, otorgando niveles de vulnerabilidad baja a media para la mayoría de módulos, excepto para los del colegio Comercio (pabellón C) y Santa Rafaela, que fueron clasificados con vulnerabilidad alta. Este patrón es coherente con Khattak et al. (2024), quienes determinaron que edificaciones con deficiencias moderadas pero bien conservadas tienden a presentar I_v entre 29 y 54. En el caso de los módulos del colegio San Juan, el método CERI confirmó vulnerabilidad baja (25%),

validando la apreciación obtenida con el método Benedetti-Petrini, y en consonancia con Obregón (2024) y Alvarado (2024), cuyas investigaciones indican que edificaciones sin irregularidades estructurales, construidas recientemente y con buen estado de conservación, presentan niveles de vulnerabilidad reducidos.

La comparación entre los tres métodos de evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicados a los módulos escolares de la ciudad de Chota, FEMA P-154, Benedetti-Petrini y CERI, revela patrón general de concordancia en la identificación de niveles de vulnerabilidad. En términos generales, el método FEMA P-154 se muestra como el más conservador y sensible ante condiciones desfavorables, como irregularidades estructurales o suelos tipo E, otorgando índices de vulnerabilidad más elevados. Esta tendencia ya ha sido reconocida en investigaciones previas, como las de Calixto et al. (2023) y Roi et al. (2023), quienes reportaron que FEMA tiende a clasificar con mayor severidad a edificaciones que, bajo otros métodos, presentan vulnerabilidad media. En contraste, el método Benedetti-Petrini proporciona una evaluación más detallada de los componentes arquitectónicos y estructurales específicos, permitiendo diferenciar con precisión los factores que inciden en el nivel de vulnerabilidad, como evidencian los estudios de Pizarro et al. (2021) y Moreno (2024). El método CERI, por su parte, integra elementos estructurales, geotécnicos y de daño visible, ofreciendo evaluación de compromiso entre los extremos marcados por FEMA y Benedetti.

En el colegio Abel Carbajal Pérez – Comercio, el pabellón A fue clasificado por los tres métodos como de vulnerabilidad media, aunque con diferencias porcentuales importantes: 31.82% (Benedetti), 70% (FEMA) y 37%

(CERI). Esta discrepancia concuerda con lo reportado por Obregón (2024), quien evidenció que FEMA puede sobreestimar el riesgo en ausencia de refuerzo estructural reciente, en comparación con métodos más técnicos. En cambio, el pabellón C del mismo colegio mostró mayor disparidad: mientras Benedetti-Petrini y CERI lo califican con vulnerabilidad alta, FEMA lo ubica en el nivel de muy alta vulnerabilidad (93%), reforzando su mayor sensibilidad a irregularidades geométricas y antigüedad, como lo demostraron también Nina (2022) y Khattak et al. (2024) en contextos similares.

En el colegio Agropecuario, los tres métodos coincidieron en clasificar el módulo del pabellón B con vulnerabilidad media, aunque el método Benedetti-Petrini arrojó un valor relativamente bajo (17.68%), frente al 70% de FEMA y 46.3% de CERI. Este comportamiento sugiere que, si bien la estructura no presenta deficiencias críticas, los métodos FEMA y CERI penalizan más intensamente factores como el tipo de suelo y la antigüedad del diseño estructural, como también concluyó Moreno (2024) sobre edificación antigua en Huaraz.

En el caso del colegio Sagrado Corazón de Jesús, los resultados entre los tres métodos fueron consistentes, ubicando ambos módulos evaluados en el nivel de vulnerabilidad media con escasas variaciones, lo que refleja una estructura relativamente uniforme y sin irregularidades marcadas. Esta coincidencia metodológica es similar a la observada por Li et al. (2024), quienes en su evaluación de escuelas y hospitales en China identificaron que más del 50% de las edificaciones se encontraban en condiciones de vulnerabilidad media, aptas para ser intervenidas sin requerir reconstrucción.

En el colegio Santa Rafaela María, la comparación entre métodos pone en evidencia una diferencia importante: mientras el método de Benedetti-Petrini lo

califica con vulnerabilidad media (29.8%), los métodos FEMA y CERI lo clasifican como de vulnerabilidad alta (90% y 50%, respectivamente). Este contraste podría deberse a que FEMA y CERI consideran de manera más rigurosa factores como la antigüedad del edificio, el tipo de suelo y los daños visibles, lo que también ha sido documentado por Alvarado (2024) y Khattak et al. (2024), quienes asociaron valores elevados de *Iv* a edificaciones deterioradas sin intervención reciente.

En el colegio San Juan, los módulos evaluados presentan resultados consistentes entre Benedetti-Petrini y CERI, ambos identificando vulnerabilidad baja (6.06% a 8.33% y 25%, respectivamente), lo cual se justifica por las buenas condiciones estructurales, configuración regular y mantenimiento adecuado. Sin embargo, FEMA los clasifica dentro del nivel de vulnerabilidad media (50%), situación que puede explicarse por su carácter normativo más estricto y su tendencia a penalizar edificaciones sin certificación post-benchmark o con suelo tipo E, incluso en ausencia de daños visibles. Este hallazgo se alinea con Bora y Kurniati (2022), quienes encontraron que edificaciones aparentemente seguras según métodos convencionales eran clasificadas con vulnerabilidad media bajo FEMA, debido a la forma en que se ponderan los criterios normativos.

Esta triangulación metodológica permite validar la clasificación de los módulos escolares de Chota y sugiere que los módulos que coinciden en niveles medios o altos de vulnerabilidad en los tres enfoques deben ser priorizados para intervenciones estructurales, tal como recomiendan Roi et al. (2023), Khattak et al. (2024) y Pizarro et al. (2021) en sus estudios sobre instalaciones educativas.

La formulación de acciones de intervención estructural en los módulos escolares evaluados en la ciudad de Chota se fundamenta en los resultados

integrados de tres metodologías reconocidas, FEMA P-154, Benedetti-Petrini y CERI, lo que permite proponer acciones de intervención de acuerdo con el nivel de vulnerabilidad identificado (alta, media o baja) y con base en factores como el estado de conservación, la configuración estructural y las condiciones del terreno.

Para los módulos con nivel de vulnerabilidad alta, como el pabellón C del colegio Comercio y el pabellón 1 del colegio Santa Rafaela María, se propone intervención estructural integral. Estas acciones incluyen el reforzamiento de columnas, vigas y muros portantes, mediante técnicas como el encamisado con concreto armado o el uso de polímeros reforzados con fibra (FRP), así como el control de humedad y fisuras activas, medidas fundamentales en edificaciones con deterioro superficial. Estas propuestas concuerdan con las recomendaciones presentadas por Khattak et al. (2024) y Roi et al. (2023), quienes sugieren que, en casos de estructuras con daño visible, antigüedad considerable o irregularidades estructurales severas, el reforzamiento integral es necesario para prevenir colapsos durante eventos sísmicos.

En el caso de edificaciones con vulnerabilidad media, como los módulos del colegio Agropecuario, el colegio Comercio (pabellón A) y el Sagrado Corazón de Jesús, se proponen acciones puntuales de reforzamiento estructural. Estas incluyen la mejora de conexiones entre elementos horizontales y verticales, el refuerzo de diafragmas horizontales, y el mantenimiento preventivo de techos y cubiertas. Tales intervenciones buscan garantizar la continuidad estructural y corregir deficiencias localizadas. Esta estrategia de intervención selectiva es coherente con Moreno (2024) y Pizarro et al. (2021), quienes coinciden en que las estructuras moderadamente vulnerables pueden estabilizarse con medidas técnicas específicas, sin necesidad de una rehabilitación integral.

En cuanto a los módulos clasificados con vulnerabilidad baja, como los del colegio San Juan, se recomienda principalmente mantenimiento rutinario, inspecciones periódicas y revisiones menores en fijaciones no estructurales o anclajes de seguridad. Estas acciones son esenciales para asegurar la conservación del buen estado estructural y prevenir el deterioro progresivo. Esta línea de intervención ligera, pero sistemática, guarda correspondencia con Marín (2022) y Linares (2023), quienes destacaron importancia del mantenimiento programado.

Asimismo, la descripción técnica presentada incluye recomendaciones especializadas para cada tipo de deficiencia observada. Por ejemplo, para estructuras con problemas de separación entre muros portantes, se propone la incorporación de tabiques estructurales adicionales, solución que se alinea con lo señalado por Alvarado (2024) respecto a edificaciones antiguas con distancias excesivas entre elementos resistentes. En cuanto a las deficiencias en componentes no estructurales, como cielos rasos, mobiliario fijo y barandillas, la propuesta contempla acciones como el reemplazo por sistemas más livianos y su anclaje sísmico, lo cual es consistente con las sugerencias de Calixto et al. (2023) y Obregón (2024), quienes destacaron la vulnerabilidad que representan estos elementos durante un sismo.

Por otro lado, en edificaciones construidas sobre suelos con alta plasticidad o tipo MH, la propuesta técnica incorpora la necesidad de evaluaciones geotécnicas detalladas y medidas como compactación, inclusión de drenes y, en casos críticos, refuerzo de cimentaciones con pilotes o zapatas combinadas. Esta recomendación responde a evidencias presentadas por Nina (2022) y Bora y Kurniati (2022), que alertan sobre la influencia significativa de las condiciones del suelo en el comportamiento sísmico de las edificaciones.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La evaluación evidenció que la mayoría de módulos escolares en Chota presentan índice de vulnerabilidad sísmica media, influenciada por deficiencias estructurales, condiciones del suelo y antigüedad, por lo que se describieron intervenciones estructurales integrales, refuerzos puntuales o mantenimientos. Siendo las conclusiones específicas:

- 1) Se identificó que los factores más relevantes que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares son: la antigüedad de las edificaciones (construcciones de hasta 62 años como el colegio Agropecuario), la baja resistencia del concreto (mínima de 144.4 kg/cm^2), la presencia de suelos cohesivos de baja capacidad en el 60% de los casos con capacidad portante de menos de 0.87 kg/cm^2 , el estado de conservación regular o malo de las edificaciones, y las irregularidades estructurales en planta o elevación, presentes en el 40% de los módulos evaluados, con factores de regularidad tan bajos como 0.68.
- 2) El nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de Chota mediante los métodos FEMA P-154, Benedetti-Petrini y CERI reveló que el 62% de los módulos presentan vulnerabilidad media, 23% baja y 15% alta o muy alta. Destacan como casos críticos el módulo C del colegio Comercio, con vulnerabilidad muy alta (93% según FEMA y 42.93% según Benedetti-Petrini), y el módulo de Santa Rafaela, con hasta 90% de vulnerabilidad. En contraste, los módulos del colegio San Juan mostraron vulnerabilidad baja en

los tres métodos aplicados, con valores tan bajos como 6.06% (Benedetti-Petrini), 50% (FEMA) y 25% (CERI).

- 3) La comparación entre los métodos FEMA P-154, Benedetti-Petrini y CERI para evaluar la vulnerabilidad sísmica de los colegios de Chota evidencia coincidencias generales en la clasificación por niveles, aunque con diferencias notables en los porcentajes asignados. FEMA tiende a ser más conservador, mostrando mayores porcentajes de vulnerabilidad, como en el pabellón C del colegio Comercio (93%) y Santa Rafaela (90%), donde los otros métodos reportan niveles alto o medio. CERI presenta valores intermedios (ej. 54.6% en Comercio C), mientras que Benedetti-Petrini suele caracterizar con mayor precisión diferentes parámetros de las edificaciones.
- 4) Se describieron y especificaron las acciones de intervención para cada módulo de las instituciones educativas de Chota. En los casos de vulnerabilidad alta (Comercio–Pab. C–Mód. 1 y Santa Rafaela–Pab. 1–Mód. 1) se definió reforzamiento estructural integral, con encamisados en columnas, FRP en vigas, incorporación/ rehabilitación de muros de corte y rigidización del diafragma, más control de humedad. Para vulnerabilidad media (Comercio–Pab. A–Mód. 1; Agropecuario–Pab. B–Mód. 1; Sagrado Corazón de Jesús–Pab. 1–Mód. 1 y 2) se prescribieron refuerzos localizados (inyección epóxica en fisuras finas, U-wrap/platinas en nudos, verificación/rigidez de diafragmas) y mantenimiento preventivo en cubiertas y uniones. En vulnerabilidad baja (San Juan–varios módulos) se dispuso mantenimiento rutinario y verificaciones periódicas (sellado de fisuras ≤ 0.3 mm, recubrimientos, anclajes y drenajes), sin requerir refuerzo mayor. Todas las acciones se detallaron por módulo y se acompañaron flujogramas de procedimiento.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se sugiere priorizar evaluaciones estructurales detalladas en edificaciones antiguas y con deficiente estado de conservación, incluyendo estudios geotécnicos, para definir medidas correctivas acordes a sus condiciones.

Se recomienda implementar un plan de intervención gradual, iniciando por los módulos con mayor nivel de vulnerabilidad, asegurando así una respuesta técnica eficiente y preventiva frente a sismos.

Se aconseja utilizar enfoque combinado de evaluación, integrando los tres métodos aplicados, para obtener un diagnóstico más completo y confiable de la vulnerabilidad sísmica de cada módulo.

Se deben ejecutar acciones de intervención diferenciadas según el nivel de vulnerabilidad detectado, desde reforzamientos estructurales integrales hasta mantenimientos preventivos y ajustes menores.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Aguilar-Barrojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alvarado, D. G. (2024). *Determinación vulnerabilidad sísmica y estructural de la I.E. N° 16543 leoncio prado del distrito de Tabaconas en la provincia de San Ignacio departamento de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6248>
- Alvarez, J. J., & Pulgar, X. O. (2019). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/626377>
- Arqhys Contenidos. (diciembre de 2012). *Portal de arquitectura Arqhys.com*. Equipo de redacción profesional. (2012, 12). Resistencia de los elementos estructurales.: <https://www.arqhys.com/contenidos/resistencia-estructurales.html>.
- Barbat, A., Oller, S., & Vielma, J. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad de edificios a través de un índice de año. *Contribuciones a la evaluación Delaware la vulnerabilidad sísmica Delaware edific*, 68, 27-48. 10.13140/2.1.4345.3765
- Baylon, M., Lictaoa, C., Castillo, I., Dungog, C., & Jerusalem, L. (2021). Seismic vulnerability assessment of Sta. Lucia high school in Pasig City Philippines using rapid visual assessment and fragility curves. *International Research Journal of Science, Technology, Education, and Management*, 1(2), 119-135. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5726470>
- Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). *Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings*. Roma, Italia: s.n.
- Bora, I. W., & Kurniati, D. (2022). *Evaluasi Tingkat Kerentanan Pada Gedung Ambarukmo Plaza Dengan Metode Rapid Visual Screenings (Rvs) Fema 154. Evaluation Of Vulnerability At Ambarukmo Plaza Building Using Rapid Visual*

- Screenings (Rvs) Fema 154 Method*. [Doctoral dissertation, University Technology Yogyakarta]. <http://eprints.uty.ac.id/11102/>
- Calixto, V., Cruz, C., & Huaco, G. (2023). Seismic vulnerability of state educational infrastructures in Cercado de Lima, using the FEMA 154 methodology. *2023 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONITI)*, 1, 1-7. 10.1109/CONITI61170.2023.10324141
- Canchanya, A., & Cayetano, S. (31 de mayo de 2019). Más de 57 mil escolares de tres regiones fueron afectados por el último terremoto en Perú. *Convoca.pe*, 1(1). <https://convoca.pe/agenda-propia/mas-de-57-mil-escolares-de-tres-regiones-fueron-afectados-por-el-ultimo-terremoto-en>
- Castro-Herrera, M. (2019). *Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la Universidad de Piura por el método FEMA 154*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3940/ICI_268.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cemex. (05 de abril de 2019). *CEMEX*. CEMEX.: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- Ceroni, F., Caterino, N., & Vuoto, A. (2020). Simplified seismic vulnerability assessment methods: a comparative analysis with reference to regional school building stock in Italy. *Applied Sciences*, 10(19), 6771. <https://doi.org/10.3390/app10196771>
- Chavez, B., & Espíritu, M. (2019). *Aplicación de métodos de inspección y reparación en viviendas de albañilería confinada con presencia de daños en sus elementos estructurales provocado por un sismo*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628110/Chavez_HB.pdf?sequence=3
- Chio, G., & Maldonado, E. (2009). Estimación de las funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones en tierra. *Ingeniería y desarrollo*, 25(1), 180 - 199. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/n25/n25a10.pdf>
- Cuitiño, M. G., Esteves Miramont, A., & Rotondaro, R. (2021). Earthen Architecture in Seismic Zones: Latin America and the Pacific Fire Belt. *Bilingual Publishing; Journal Of Construction Research*, 3(1), 43-53. <https://doi.org/10.30564/jcr.v3i1.3263>

- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica (Cuarta edición ed.)*. Cengage Learning.
- ESCALE. (2024). *Estadística de la calidad educativa*. ESCALE Unidad de Estadística Educativa - Ministerio de Educación: <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiie>
- Esteban, N. T. (2018). *Tipos de investigación*. Universidad Santo Domingo de Guzmán. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- FAO. (2023). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Portal de Suelos de la FAO.: <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FEMA-154. (2015). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards. *A Handbook*. En: FEMA (ed.), 3(1), 338. <https://doi.org/10.4231/D3M90238V>.
- Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. (2017). *Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. Amenaza Sísmica*: <http://www.funvisis.gob.ve/old/amenaza.php#:~:text=La%20Amenaza%20S%C3%ADsmica%20es%20un,durante%20un%20per%C3%ADodo%20de%20tiempo>.
- García, C. (2019). *Ensayo de esclerometría uso y procedimiento y determinación de resultados por índice de rebote*. studocu: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-trujillo/estructuras/procedimiento-esclerometro-norma-astm-c-805/20236302>
- Gautam, D., Adhikari, R., Rupakhety, R., & Koirala, P. (2020). An empirical method for seismic vulnerability assessment of Nepali school buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18,(1), 5965-5982. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00922-z>
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Altitud.: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Gutiérrez, C. A. (2021). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. [Archivo PDF]. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/55.pdf>
- Henríquez, G. &. (2005). El rombo de la investigación. Cinta de Moebio. *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*(23). <https://sintesisdejurisprudencia.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/26077>
- Hernández, A. (2021). *Comportamiento mecánico de un suelo arcilloso estabilizado con puzolanas y cal como material para capa sub base*. [Tesis de maestría en

- ingeniería de vías terrestres y movilidad, Universidad Autónoma de Querétaro].
<https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/8846>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta · Parte I. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGrawHill Education.
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Imcyc. (marzo de 2009). *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC.* El concreto en la obra. Problemas, causas y soluciones, sección coleccionable 19.
- INACAL. (2019). *NTP 339.127. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.128. SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.129. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (07 de diciembre de 2020). *NTP 339.181 CONCRETO. Determinación del número de rebote del concreto endurecido. Método de ensayo. 3a Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Kassem, M. M., Nazri, F. M., & Farsangi, E. N. (2020). The seismic vulnerability assessment methodologies: A state-of-the-art review. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(4), 849-864. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.001>
- Khattak, N., Derakhshan, H., Ferreira, T. M., Perera, N. J., & Thambiratnam, D. P. (2024). Seismic vulnerability assessment of pre-1945 unreinforced masonry buildings located in Queensland, Australia, using an index-based approach. *Structures*, 67(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106900>
- Li, S. Q., Qin, P. F., & Li, Y. R. (2024). Seismic vulnerability analysis of hospitals and school buildings considering the Gaussian regression algorithm. *Journal of Building Engineering*, 97(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.110799>
- Linares, H. (2023). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "A" de la Institución Educativa Víctor Raúl Haya de la Torre, Jaén – Cajamarca.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/6031>

- Llique, R. (2003). *Manual de laboratorio de mecánica de suelos*. Editorial Universitaria de la UNC.
- Lugo, Y. (2016). *Norma E-030 Diseño Sismorresistente*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS).
- Mamani, C., & Philco, H. (2021). *Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares públicas del distrito de ciudad Nueva, Tacna 2021*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1768>
- Marasco, S., Noori, A. Z., Domaneschi, M., & Cimellaro, G. P. (2021). Seismic vulnerability assessment indices for buildings: Proposals, comparisons and methodologies at collapse limit states. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 63(1), 102466. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102466>
- Marchena, J. (2019). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la institución educativa 88038 ubicado en el centro poblado cascajal alto, distrito de Chimbote, provincia del Santa, re*. [Tesis de grado, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote]. http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/9017/EVALUACION_DE_PATOLOGIAS_PATOLOGIA_DEL_CONCRETO_MARCHENA_GAMEZ_JHOAN_JESUS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marín, E. D. (2022). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón III de la I.E. 16003 Miraflores del distrito de Jaén-Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5042>
- Miquel, J. (2012). *Resistencia de materiales y estructuras*. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250120/2012/Resistencia%20de%20omateriales%20y%20estructuras.pdf
- Moreno, C., & Malhotra, V. (2022). *Ensayos no destructivos en el concreto endurecido: un aporte a la evaluación, diagnóstico y solución*. 360enconcreto: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-no-destructivos-en-el-concreto-endurecido-un-aporte-a-la-evaluacion-diagnostico-y-solucion-1/>
- Moreno, R. S. (2024). *Vulnerabilidad sísmica aplicando Benedetti - Petrini y FEMA P-154 en edificación antigua de 5 pisos, Huaraz - 2024*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/156737>

- MVCS. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-32 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- MVCS. (2018). Norma E.050 Suelos y cimentaciones. En M. d. Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 23-68). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG).
- Nina, G. M. (2022). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicando métodos cualitativos y cuantitativos en la institución educativa emblemática Santa Rosa, Puno – 2022*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88894>
- Obregon, A. B. (2024). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando métodos convencionales en el centro educativo José Olaya distrito de Ilo, 2023*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/143443>
- Padilla, A. (2010). *Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructura es el Perú*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/505/PADILLA_QUINCOT_GONZALO_IRREGULARIDAD_ESTRUCTURAL_RESISTENCIA_LATERAL.pdf?sequence=1#:~:text=Las%20irregularidades%20es
- Pizarro, N., Tornello, M., Aguera, N., & Giocchini, G. (2021). Vulnerabilidad sísmica de edificios educacionales. comparación de dos métodos cualitativos. casos de estudio. *Revista Internacional de Ingeniería de estructuras*, 26(3), 498 - 522. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/2338/1777>
- Ponce, O. (2022). *Irregularidades en planta y elevación en construcción de Ecuador*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí [Archivo pdf]. https://www.researchgate.net/publication/361454077_Irregularidades_en_planta_y_elevacion
- Robledo, L., & Zaquinaula, M. B. (2024). *Vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Tito Cusi Yupanqui en la Provincia de San Ignacio – 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/645>

- Roi, M., Asriwiyanti, D., Hendry, W., Deni, S., & Ginardy, H. (2023). Assessment of Seismic Vulnerability of School Buildings: A case study in Bandung, West Java, Indonesia. *Disaster Advances*, 16(9), 49-59. https://www.researchgate.net/profile/Roi-Milyardi/publication/374005729_Assessment_of_Seismic_Vulnerability_of_School_Buildings_A_case_study_in_Bandung_West_Java_Indonesia/links/65095dac82f01628f030b59a/Assessment-of-Seismic-Vulnerability-of-School-Buildi
- Rojas, G. F. (2021). *Evaluación de los métodos cualitativos de vulnerabilidad sísmica en el Colegio San Juan Bosco de la Ciudad de Puno-2021*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].
- Rosales, R. (2007). *Variación de la cohesión y el ángulo de fricción interna obtenidos por los ensayos de corte directo y triaxial con materiales granulares y arcillosos*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Ruiz, A., & Vidal, F. y. (2017). Estudio de la vulnerabilidad sísmica del centro histórico de Tapachula, Chiapas, con el método del índice de vulnerabilidad. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 15(1), 3- 19.
- Sika. (2017). *Concreto Reforzamiento de estructuras de concreto, técnicas y materiales*. Construyendo confianza Sika.
- Silja, A. (05 de Diciembre de 2017). *Cómo se mide el estado de conservación de un inmueble*. Certicalia: <https://www.certicalia.com/blog/como-se-mide-el-estado-de-conservacion-de-un-inmueble>
- Vidaurre, A. (2022). *Un enfoque novedoso para evaluar la vulnerabilidad sísmica en edificios residenciales latinoamericanos: un estudio de caso peruano*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6127>
- Zain, M., Usman, M., Farooq, S. H., & Mehmood, T. (2019). Seismic vulnerability assessment of school buildings in seismic zone 4 of Pakistan. *Advances in Civil Engineering*, 2019(1), 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/5808256>
- Zora, F. N., & Acevedo, A. B. (2019). Índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas del Área Metropolitana de Medellín, Colombia. *Revista EIA*, 16(32), 195-207. <https://doi.org/10.24050/reia.v16i32.1035>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Metodología
¿Cuál es el índice de vulnerabilidad sísmica, y en qué medida será necesario aplicar acciones de intervención estructural a la infraestructura de los colegios de la ciudad de Chota?	<p>Objetivo general Evaluar el índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios, para describir las acciones de intervención estructural para aplicar a la infraestructura de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar los factores que influyen en la vulnerabilidad sísmica de los colegios, considerando aspectos como: la antigüedad de construcción, el tipo de sistema estructural, la resistencia de los materiales, las irregularidades en planta y altura, las condiciones del suelo de cimentación y el estado de conservación de la infraestructura educativa. - Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante la aplicación del método FEMA 154, el método de Petri y el método de CERI. - Comparar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los módulos de los colegios de la ciudad de Chota mediante la aplicación del método FEMA 154, el método de Petri y el método de CERI. - Describir la propuesta técnica de las acciones de intervención que, se pueden aplicar a la infraestructura de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota que, lo requieran. 	<p>H0: El índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios no es medio o alto, por tanto, no requiere acciones de intervención estructural en la infraestructura de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota.</p> <p>H1: El índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios es medio o alto, por tanto, requiere acciones de intervención estructural en la infraestructura de los módulos de las instituciones educativas de nivel secundario de la ciudad de Chota.</p>	VI Índice de vulnerabilidad sísmica	Método ATC21 (FEMAP-154)	Región sísmica	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Descriptivo Diseño: No experimental de corte transversal Población: Todos los módulos de los colegios de la ciudad de Chota Muestra: 13 módulos de los colegios de la ciudad de Chota, definido probabilísticamente, no obstante, las instituciones educativas en las que, se aplique la metodología, fueron elegidas por conveniencia tomando en cuenta la facilidad que den para la realización de los estudios básicos.
				Método de Petri	Tipo de suelo	
				Método de CERI	Tipo de construcción	
					Inregularidades verticales y en planta	
					pre-codes y post-bench marks	
					Organización del Sistema resistente	
					Calidad del sistema resistente	
					Resistencia convencional	
					Posición del edificio y cimentación	
					Diagrama horizontal	
					Configuración en planta	
					Configuración en elevación	
					Distancia máxima entre los muros	
					Tipo de cubierta	
					Elementos no estructurales	
					Estado de conservación	
					Tipo de edificio	
				Año de construcción/ Uso de norma		
				Inregularidad vertical		
				Piso blando		
				Inregularidad torsional		
				Inregularidad en planta		
				Columnas cortas		
				Colpeteo		
				Revestimiento pesado		
				Daños visibles		
				Tipo de suelo		
Potencial de licuefacción						
Tipo de cimentación						
Estabilidad de talud (si lo precisa)						
No requiere tomar medidas						
En observación los elementos vulnerables						
Seguimiento periódico anual						
Tomar medidas especiales						
Tomar medidas especiales urgentes						
Se sugiere su inhabilitación y/o demolición						
Reforzamiento estructural	Albanilería					
	Vigas					
	Columnas					
VD Acciones de intervención	Nivel de acciones de intervención					

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1 Colegio Agropecuario



Fotografía 2 Ensayo de esclerometría en el colegio agropecuario



Fotografía 3 Colegio Sagrado Corazón de Jesús



Fotografía 4 Ensayo de Esclerometría en el colegio SCJ



Fotografía 5 Ensayo de esclerometría en el colegio San Juan



Fotografía 6 Ensayo de esclerometría en el colegio San Juan

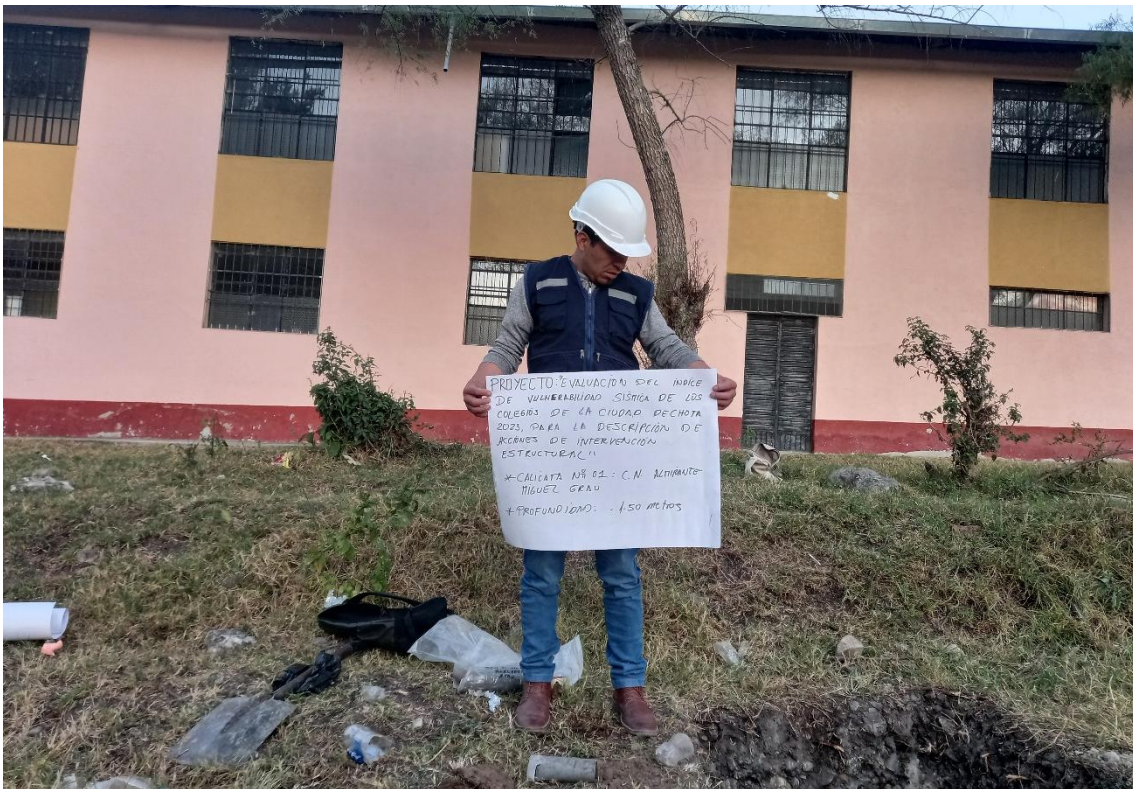


Fotografía 7 Calicata en el colegio SCJ



PROYECTO: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL
* CALICATA N° 01 - COLEGIO NACIONAL SAGrado COBARÓN DE JESÚS.
+ PROFUNDIDAD: - 1,50 metros.

Fotografía 8 Calicata en el colegio agropecuario

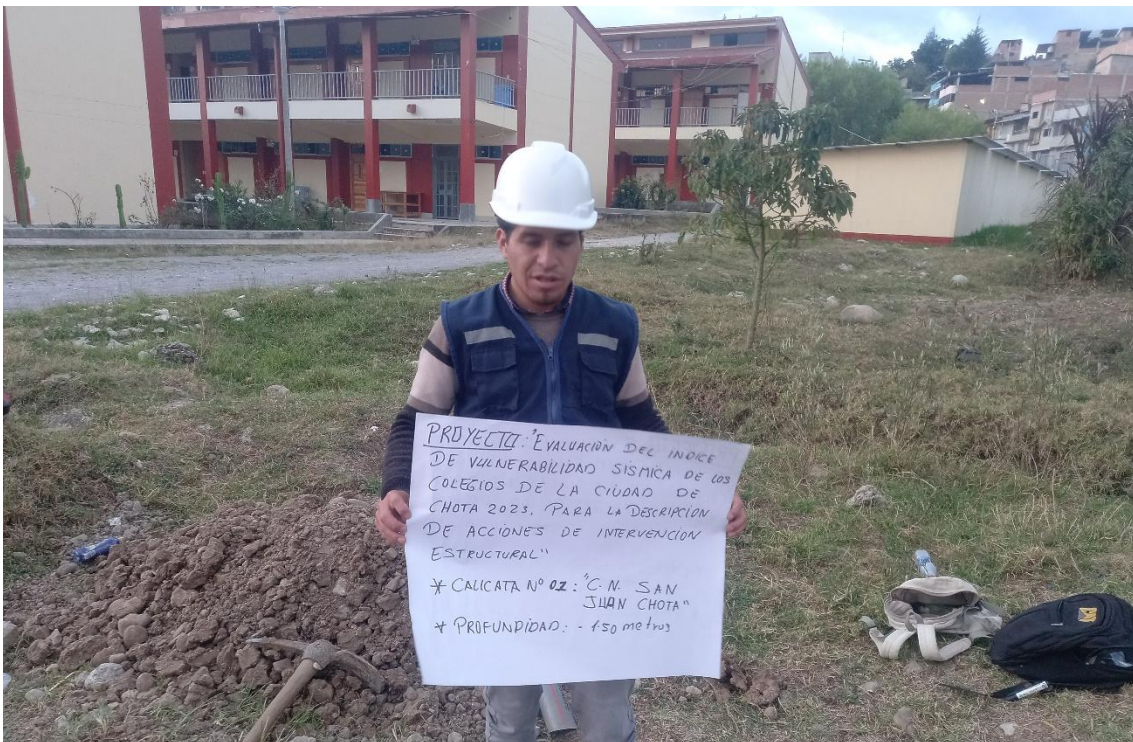


PROYECTO: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA 2023, PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL
* CALICATA N° 02: C.N. AGROPECUARIO TIGUEL GRABO
+ PROFUNDIDAD: - 1,50 metros

Fotografía 9 Calicata en el colegio Santa Rafaela María



Fotografía 10 Calicata en el colegio San Juan



Fotografía 11 Realización del estudio de mecánica de suelos



Anexo C. Validación de formatos de recolección de datos

CARTA 01 DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Chota, 30 de junio de 2023

A quien corresponda:

Por medio de la presente, se hace constar que los **instrumentos de recolección de datos** elaborados para la investigación titulada:

"Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural"

han sido **revisados y validados** para su aplicación en el contexto del presente estudio.

Dichos instrumentos incluyen:

- **Formato de análisis de irregularidad de datos**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método FEMA 154**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método de Petrini**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método de CERl**

La validación garantiza que estos instrumentos se ajustan a los **objetivos de la investigación**, permiten la recolección de información precisa y pertinente, y cumplen con los **principios éticos y metodológicos** que rigen el desarrollo de investigaciones en ingeniería civil.

Se deja constancia que los formatos han sido evaluados en función de su claridad, pertinencia, coherencia técnica y viabilidad de aplicación en campo.

Sin otro particular, se firma la presente para los fines que estime conveniente.

Atentamente,



JOSELITO BURGA DÍAZ
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 321522

CARTA 02 DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Chota, 30 de junio de 2023

A quien corresponda:

Por medio de la presente, se hace constar que los **instrumentos de recolección de datos** elaborados para la investigación titulada:

"Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural"

han sido **revisados y validados** para su aplicación en el contexto del presente estudio.

Dichos instrumentos incluyen:

- **Formato de análisis de irregularidad de datos**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método FEMA 154**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método de Petrini**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método de CERl**

La validación garantiza que estos instrumentos se ajustan a los **objetivos de la investigación**, permiten la recolección de información precisa y pertinente, y cumplen con los **principios éticos y metodológicos** que rigen el desarrollo de investigaciones en ingeniería civil.

Se deja constancia que los formatos han sido evaluados en función de su claridad, pertinencia, coherencia técnica y viabilidad de aplicación en campo.

Sin otro particular, se firma la presente para los fines que estime conveniente.

Atentamente,



THALÍA NANCY DEL ROCÍO TZUC LA PIZ
Ingeniería Civil
Reg. CIP. N° 321548

CARTA 03 DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Chota, 30 de junio de 2023

A quien corresponda:

Por medio de la presente, se hace constar que los **instrumentos de recolección de datos** elaborados para la investigación titulada:

"Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural"

han sido **revisados y validados** para su aplicación en el contexto del presente estudio.

Dichos instrumentos incluyen:

- **Formato de análisis de irregularidad de datos**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método FEMA 154**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método de Petrini**
- **Formato de vulnerabilidad sísmica por el método de CERl**

La validación garantiza que estos instrumentos se ajustan a los **objetivos de la investigación**, permiten la recolección de información precisa y pertinente, y cumplen con los **principios éticos y metodológicos** que rigen el desarrollo de investigaciones en ingeniería civil.

Se deja constancia que los formatos han sido evaluados en función de su claridad, pertinencia, coherencia técnica y viabilidad de aplicación en campo.

Sin otro particular, se firma la presente para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Elmer Medina
Ingr. Elmer Ivonne Medina Cercón
GERENTE TÉCNICA

Anexo D. Estudio de mecánica de suelos



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA N°02 I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erin Clavo Rimacachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rivas Cevallos Rivas Pachan
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267570

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CLASIFICACION




LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
500, CIP N° 267820

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA: MTCE 107 ASTM D422 AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

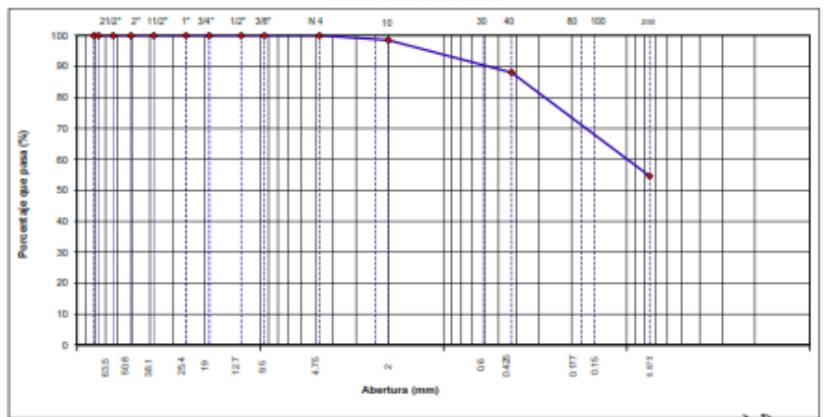
ESTRUCTURA :	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR :	E.Y.C.B.
SOLICITANTE :	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP. :	G.R.R.
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	10/02/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAI DO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C-2	MASA INICIAL :	520.0 g
MUESTRA :	M-1	FRACCIÓN SECA :	520.0 g
UBICACIÓN :	I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA	PROFUND. (M) :	2.50 m

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA	RESIDUAL	RETENIDO ACUMULADO	RESIDUAL QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.00					A	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						% Masa Material <#4> : 0.0%
2"	50.800						% Masa Material <#4> : 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 49.6
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 24.2
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 16.4
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : CL
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO) : A-7-6 (#)
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.365			100.0			
Nº 10	2.000	7.8	1.5	1.5	98.5		Contenido de Humedad (%) : 25.00
Nº 16	1.190						Materia Orgánica : -
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia : -
Nº 30	0.600						Índice de Líquido : -
Nº 40	0.425	25.20	4.8	11.8	86.1		Descripción del (IC) : -
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	106.60	20.5	32.4	67.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	87.40	13.0	45.4	54.6		
<# N 200	FONDOS	253.90	54.6	100.0			


CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN EL COLONIA EL SOL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Geremias Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR	: E.Y.C.B.
SOLICITANTE	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP.	: G.R.R.
ESTRATO	TERRENO NATURAL	FECHA	: 1-ago.-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA	: M - 1
CALICATA	: C- 2	PROF. (M.)	: 2.50 m.
UBICACIÓN	: I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA		


MUESTRA	1	2	3	
SUELO HUMEDO + CAPSULA	743.0	744.0	742.0	
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	594.0	595.0	593.0	
MASA DE CAPSULA (gr.)	0.0	0.0	0.0	
MASA DEL AGUA	149.0	149.0	149.0	
MASA DE SUELO SECO	594.0	595.0	593.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	25.08	25.04	25.12	

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 25.08

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T99)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA	HECHO POR :	E.Y.C.B.
SOLICITANTE :	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP. :	G.PLR
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	1-sept-23

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA :	M - 1
CALICATA :	C - 2	PROFUNDIDAD :	2.50 m.
UBICACIÓN :	I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA		

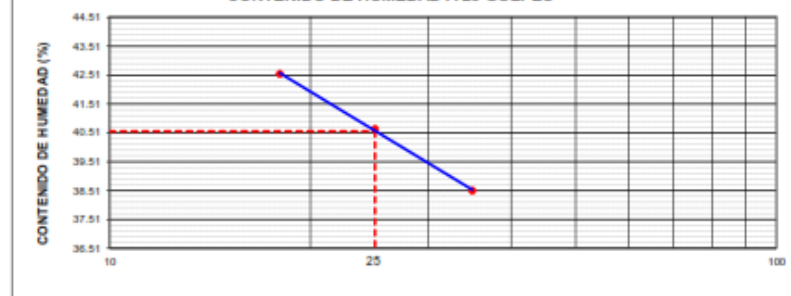
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	49.75	49.87	49.50	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	39.81	40.12	40.42	
MASA DE AGUA	(g)	9.94	9.75	9.08	
MASA DEL TARRO	(g)	16.45	16.13	16.64	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	23.36	23.99	23.58	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.55	40.64	38.51	40.57
NÚMERO DE GOLPES		18	25	35	25.00

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		1	2		
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	17.24	17.07		
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	15.33	15.11		
MASA DE AGUA	(g)	1.91	1.96		
MASA DEL TARRO	(g)	7.44	7.01		
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.89	8.10		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.21	24.20	24.21	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	40.6
LIMITE PLASTICO	24.2
INDICE DE PLASTICIDAD	16.4

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	FORMATO	Código	AE-PD-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Muestreado por	: E.Y.C.B.
Propietario	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Ensayado por	: G.P.R.
Ubicación de Proyecto	: I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA	Fecha de Ensayo	: 30/02/2023
Material	: ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	Tamaño	: DIA
Código de Muestra	: 02	Profundidad	: 2.50 m
Sondaje / Calicata	: 02	Norte	: 0274909
N° de Muestra	: M-1	Este	: 757101
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Cota	: 2362 ms.n.m.

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.67	23.66	23.68
Diámetro (mm)	60.71	60.72	60.72
Área inicial (cm ²)	28.95	28.96	28.96
Volumen de la muestra (cm ³)	69.52	69.57	69.57
Massa húmeda de la muestra + Massa del anillo (g)	305.20	305.38	305.40
Massa del anillo (g)	94.3	94.3	94.3
Massa de la muestra húmeda (g)	120.90	121.1	121.1
Massa de la muestra seca (g)	95.20	95.30	95.40
Contenido de humedad (%)	27.00	26.97	26.34
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.764	1.766	1.767
Densidad seca (g/cm ³)	1.389	1.391	1.392

Realizado por:	Altura Inicial	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		23.7 mm	23.7 mm	23.7 mm	23.7 mm		
	Diámetro de muestra	60.7 mm	60.7 mm	60.7 mm	60.7 mm	60.7 mm	60.7 mm
	Área Inicial	28.9 cm ²	28.9 cm ²	28.9 cm ²	28.9 cm ²	28.9 cm ²	28.9 cm ²
	Densidad Seca	1.389 g/cm ³	1.391 g/cm ³	1.392 g/cm ³	1.392 g/cm ³	1.392 g/cm ³	1.392 g/cm ³
	Humedad	27.0 %	27.0 %	26.9 %	26.9 %	26.3 %	26.3 %
	Massa Normal	1.452 kg	2.910 kg	2.910 kg	2.910 kg	4.305 kg	4.305 kg
	Esfuerzo Normal	0.50 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.50 kg/cm ²	1.50 kg/cm ²
Procesado por:	Deformación horizontal (mm)						
	Deformación vertical (mm)						
	Carga (kgf)						
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.25	0.71	1.85	1.85	3.52	3.52	3.52
	0.50	0.95	2.01	2.01	4.08	4.08	4.08
	0.75	1.25	2.57	2.57	5.15	5.15	5.15
	1.00	1.52	3.24	3.24	5.85	5.85	5.85
	1.50	1.85	3.99	3.99	6.75	6.75	6.75
	2.00	2.52	4.67	4.67	7.95	7.95	7.95
	2.50	2.85	5.78	5.78	8.85	8.85	8.85
	3.00	3.32	6.46	6.46	9.32	9.32	9.32
	3.50	3.54	7.14	7.14	10.52	10.52	10.52
	4.00	3.85	8.10	8.10	11.65	11.65	11.65
	4.50	4.58	9.13	9.13	12.81	12.81	12.81
	5.00	4.95	9.95	9.95	13.58	13.58	13.58
	5.50	5.05	10.83	10.83	14.52	14.52	14.52
6.00	5.95	11.41	11.41	15.65	15.65	15.65	
6.50	6.65	12.00	12.00	16.52	16.52	16.52	
7.00	7.15	12.74	12.74	17.25	17.25	17.25	
7.50	7.85	13.25	13.25	17.85	17.85	17.85	
8.00	8.85	13.69	13.69	18.25	18.25	18.25	
8.50	9.52	14.25	14.25	18.85	18.85	18.85	
9.00	10.25	14.85	14.85	19.21	19.21	19.21	
9.50	10.85	15.25	15.25	19.58	19.58	19.58	
10.00	11.65	15.65	15.65	19.65	19.65	19.65	

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 2

PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

Solicitante : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Muestreado por** : E.Y.C.B.
Aloción : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Ensayado por** : G.P.R.
Ubicación de Proyecto : I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA **Fecha de Ensayo** : 3/09/2023
Materia : ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD **Turno** : DIA

Código de Muestra : 02 **Profundidad** : 2.50 m
Sondaje / Calzeta : 02 **Norte** : 9274959
N° de Muestra : M-1 **Este** : 757101
Estructura : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA **Cota** : 2262 ms.n.m.

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	0.5 mm/min			Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm
Área Inicial:	28.9	cm ²	Área Inicial:	28.9	cm ²	Área Inicial:	28.9	cm ²	Área Inicial:	28.9	cm ²
Densidad Seca:	1.389	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.389	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.392	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.392	gr/cm ³
Humedad Inic:	27.0	%	Humedad Inic:	27.0	%	Humedad Inic:	26.9	%	Humedad Inic:	26.9	%
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	1.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.50	kg/cm ²
Est. Corte:	0.40	kg/cm ²	Est. Corte:	0.54	kg/cm ²	Est. Corte:	0.68	kg/cm ²	Est. Corte:	0.68	kg/cm ²

Deformación Inicial (%)	Deformación de Corte (q _{h=0})	Valores Norm. Inicial (kN)	Deformación Inicial (%)	Deformación de Corte (q _{h=0})	Valores Norm. Inicial (kN)	Deformación Inicial (%)	Deformación de Corte (q _{h=0})	Valores Norm. Inicial (kN)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.06	0.41	0.06	0.07	0.41	0.12	0.10
0.82	0.03	0.08	0.82	0.07	0.09	0.82	0.16	0.14
1.24	0.04	0.11	1.24	0.09	0.11	1.24	0.18	0.15
1.65	0.05	0.13	1.65	0.11	0.14	1.65	0.20	0.17
2.47	0.06	0.16	2.47	0.14	0.17	2.47	0.23	0.19
3.29	0.09	0.21	3.29	0.17	0.21	3.29	0.27	0.22
4.12	0.10	0.24	4.12	0.20	0.24	4.12	0.31	0.25
4.94	0.11	0.26	4.94	0.22	0.27	4.94	0.33	0.26
5.77	0.12	0.29	5.77	0.25	0.29	5.77	0.36	0.29
6.59	0.13	0.32	6.59	0.26	0.33	6.59	0.40	0.32
7.41	0.16	0.37	7.41	0.32	0.37	7.41	0.44	0.34
8.24	0.17	0.40	8.24	0.34	0.40	8.24	0.47	0.36
9.06	0.20	0.45	9.06	0.37	0.43	9.06	0.50	0.39
9.88	0.21	0.47	9.88	0.39	0.45	9.88	0.54	0.41
10.71	0.23	0.52	10.71	0.41	0.47	10.71	0.57	0.43
11.53	0.25	0.55	11.53	0.44	0.49	11.53	0.60	0.45
12.35	0.27	0.60	12.35	0.46	0.51	12.35	0.62	0.46
13.18	0.31	0.67	13.18	0.48	0.53	13.18	0.63	0.46
14.00	0.33	0.72	14.00	0.49	0.54	14.00	0.65	0.47
14.82	0.35	0.77	14.82	0.51	0.55	14.82	0.66	0.48
15.65	0.37	0.80	15.65	0.53	0.56	15.65	0.68	0.48
16.47	0.40	0.85	16.47	0.54	0.57	16.47	0.68	0.48

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

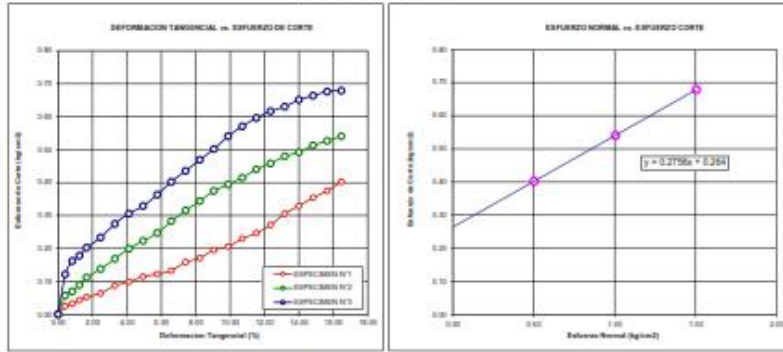
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	JEFE LEM Nombre y firma: 	COG - LEM Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

Proyecto	EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCION ESTRUCTURAL.		
Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Muestreado por	: E.Y.C.B.
Atención	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Ensayado por	: G.R.M.
Ubicación de Proyecto	: I.E. S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA	Fecha de Ensayo	: 30/08/2023
Materia	: ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 02	Profundidad	: 2.50 m
Sondeo / Calote	: 02	Nota	: 0274909
N° de Muestra	: M-1	Eda	: 757101
Estructura	: EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA	Cota	: 2202 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**


VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min




Resultado:
Cohesión (c) : 0.28 kg/cm²
Ángulo de fricción (φ) : 13.4°

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CDC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

	ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS												
	GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC RUC: 20695442235 DIRECCION: JR. CAJAMARCA #192 CHOTA - CAJAMARCA CORREO: gse@laboratorio2019@gmail.com, CCL 33886695												
(Norma NTP 339.171)													
PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.													
UBICACIÓN : I.E.S. ALMIRANTE MIGUEL GRAU - DISTRITO DE CHOTA													
EXPLORACION : 02													
NUESTRA : M-1													
PROFUNDIDAD : 2.50													
RESP. DE LAB : G.P.R.													
COORDENADAS : NORTE: 9274969 ESTE: 757101 2262 m.s.n.m.													
FECHA : 3/6/2023													
SOLICITANTE : EVER YONY CIEZA BENAVIDES ESTADO : REMOLDEADA													
Densidad Humeda ρ , g/cm ³ = 1.77	Profundidad de Cimentación, D_f , m = 1.30 m												
Cohesión del Suelo, c , kg/cm ² = 0.28	Ancho de Cimentación, B , m = 1.30 m												
Ángulo de Fricción, ϕ , ° = 15.41													
SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)													
Formulas de capacidad de Carga													
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Para falla General</td> <td style="text-align: center;">Para falla Local</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q_u = cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q_u = 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.4\gamma BN_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 \times 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.4\gamma BN_c$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q_u = 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 \times 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$</td> </tr> </table>	Para falla General	Para falla Local	$q_u = cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$	$q_u = 2/3 cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$	$q_u = 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.4\gamma BN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.4\gamma BN_c$	$q_u = 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$				
Para falla General	Para falla Local												
$q_u = cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$	$q_u = 2/3 cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$												
$q_u = 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.4\gamma BN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.4\gamma BN_c$												
$q_u = 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3cN_c + \rho DN_c + 0.5\gamma BN_c$												
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Factores de Capacidad de Carga</td> <td style="text-align: center;">Factor de Seguridad = 3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">General</td> <td style="text-align: center;">Local</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_c = 13.19$</td> <td style="text-align: center;">9.85</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_q = 4.64$</td> <td style="text-align: center;">2.81</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_\gamma = 2.30$</td> <td style="text-align: center;">1.11</td> </tr> </table> </td> <td></td> </tr> </table>	Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">General</td> <td style="text-align: center;">Local</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_c = 13.19$</td> <td style="text-align: center;">9.85</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_q = 4.64$</td> <td style="text-align: center;">2.81</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_\gamma = 2.30$</td> <td style="text-align: center;">1.11</td> </tr> </table>	General	Local	$N_c = 13.19$	9.85	$N_q = 4.64$	2.81	$N_\gamma = 2.30$	1.11		
Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3												
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">General</td> <td style="text-align: center;">Local</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_c = 13.19$</td> <td style="text-align: center;">9.85</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_q = 4.64$</td> <td style="text-align: center;">2.81</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$N_\gamma = 2.30$</td> <td style="text-align: center;">1.11</td> </tr> </table>	General	Local	$N_c = 13.19$	9.85	$N_q = 4.64$	2.81	$N_\gamma = 2.30$	1.11					
General	Local												
$N_c = 13.19$	9.85												
$N_q = 4.64$	2.81												
$N_\gamma = 2.30$	1.11												
<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Capacidad de Carga</td> <td style="text-align: center;">Falla Local (kg/cm²)</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">q_u $q_{u,lim}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cimentación corrida</td> <td style="text-align: center;">2.62 0.87</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cimentación cuadrada</td> <td style="text-align: center;">3.11 1.04</td> </tr> </table>	Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm ²)		q_u $q_{u,lim}$	Cimentación corrida	2.62 0.87	Cimentación cuadrada	3.11 1.04					
Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm ²)												
	q_u $q_{u,lim}$												
Cimentación corrida	2.62 0.87												
Cimentación cuadrada	3.11 1.04												
Observaciones													


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA N°04 I.E.S. SAN JUAN

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo
Gerente Administrativo y Finanzas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 14 267920

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD




GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CLASIFICACION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Cleve Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Cleve Rimarachin
Gerente Erlin Cleve Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 17267520

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA: MTCE 107 ASTM D422 AASHTO T200)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

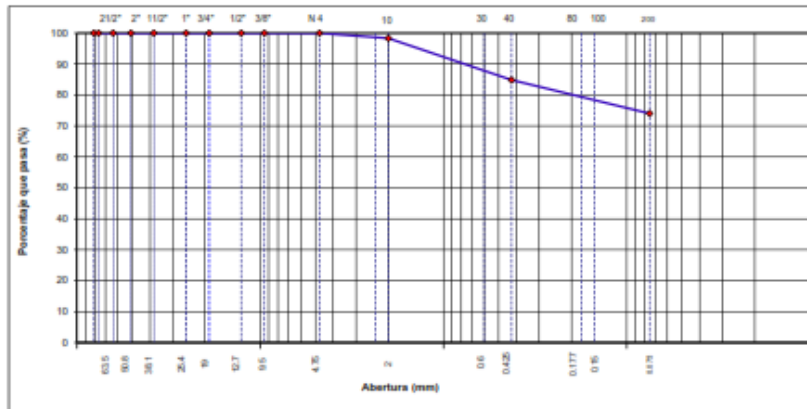
ESTRUCTURA :	EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR :	E.Y.C.B.
SOLICITANTE :	EVER YONY CEIZA BENAVIDES	ING. RESP. :	G.R.R.
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	01/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAIADO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMANO MAXIMO :	
CALICATA :	C-4	MASA INICIAL :	530.0 g
MUESTRA :	M-1	FRACCION SECA :	530.0 g
UBICACIÓN :	I.E.S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA	PROFUND. (M.) :	2.50 m

TAMIZ	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA	PERCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PERCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.09					A	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						% Masa Material <#4> : 0.0%
2"	50.800						% Masa Material <#4> : 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 56.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 36.3
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 20.0
1/2"	12.500						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO) : A-7-5(14)
Nº 4	4.750			100.0			
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	0.6	1.7	1.7	98.3		Contenido de Humedad (%) : 29.53
Nº 16	1.190						Materia Orgánica : -
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia : -
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez : -
Nº 40	0.425	42.30	8.0	15.1	84.9		Descripción del (IC) : -
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.150	25.21	4.8	19.9	80.1		
Nº 200	0.075	32.30	6.1	26.0	74.0		
= Nº 200	FONDO	392.29	74.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR	: E.Y.C.B.
SOLICITANTE	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP.	: G.R.R.
ESTRATO	TERRENO NATURAL	FECHA	: 8-ago.-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA	: M - 1
CALICATA	: C- 4	PROF. (M.)	: 2.50 m.
UBICACIÓN	: I.E.S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA		


MUESTRA	1	2	3	
SUELO HUMEDO + CAPSULA	2250.0	2250.0	2250.0	
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1737.0	1737.0	1737.0	
MASA DE CAPSULA (gr.)	0.0	0.0	0.0	
MASA DEL AGUA	513.0	513.0	513.0	
MASA DE SUELO SECO	1737.0	1737.0	1737.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	29.53	29.53	29.53	

PROMEDIO % DE HUMEDAD : **29.53**

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T99)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR :	E.Y.C.B.
SOLICITANTE :	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP. :	G.R.R.
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	8-ago-23

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA :	M - 1
CALICATA :	C-4	PROFUNDIDAD :	2.50 m.
UBICACIÓN :	I.E.S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA		

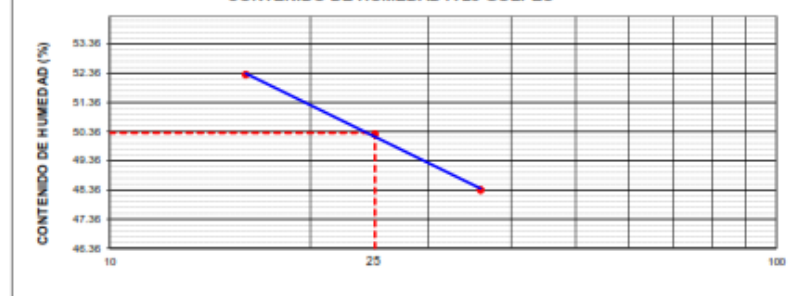
LIMITE LIQUIDO

N° TARRIO		1	2	3	
MASA TARRIO + SUELO HUMEDO	(g)	50.53	49.13	49.37	
MASA TARRIO + SUELO SECO	(g)	38.96	37.98	38.60	
MASA DE AGUA	(g)	11.57	11.17	10.77	
MASA DEL TARRIO	(g)	16.84	15.74	16.33	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	22.12	22.22	22.27	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	52.31	50.27	48.36	50.31
NÚMERO DE GOLPES		18	25	36	25.67

LIMITE PLASTICO

N° TARRIO		1	2		
MASA TARRIO + SUELO HUMEDO	(g)	18.87	18.46		
MASA TARRIO + SUELO SECO	(g)	16.20	15.99		
MASA DE AGUA	(g)	2.67	2.47		
MASA DEL TARRIO	(g)	7.36	7.84		
MASA DEL SUELO SECO	(g)	8.84	8.15		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.20	30.31	30.26	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	50.3
LIMITE PLASTICO	30.3
INDICE DE PLASTICIDAD	20.0

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
Gerencias Regionales de Ingeniería
INGENIERO CIVIL
Res. CUI N° 261270

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	FORMATO	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

PROYECTO EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.


Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Muestreado por	: E.Y.C.B.
Propietario	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Ensayado por	: G.R.R.
Ubicación de Proyecto	: I.E.S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA	Fecha de Ensayo	: 8/08/2023
Material	: LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 004	Profundidad	: 2.50 m
Sondaje / Calicata	: 04	Norte	: 9274102
N° de Muestra	: M-1	Este	: 758922
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Cota	: 2312 ms.n.m.


DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.59	23.59	23.59
Diámetro (mm)	60.57	60.57	60.58
Área Inicial (cm ²)	29.51	29.51	29.52
Volumen de la muestra (cm ³)	67.97	67.97	67.99
Massa húmeda de la muestra + Massa del anillo (g)	195.29	195.49	195.39
Massa del anillo (g)	94.2	94.2	94.2
Massa de la muestra húmeda (g)	111.09	111.2	111.1
Massa de la muestra seca (g)	85.69	85.29	85.49
Contenido de humedad (%)	30.59	30.52	30.09
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.633	1.636	1.634
Densidad seca (g/cm ³)	1.251	1.253	1.256

Realizado por:	Altura Inicial	ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3			
		23.6 mm	60.6 mm	28.8 cm ²	23.6 mm	60.6 mm	28.8 cm ²	23.6 mm	60.6 mm	28.8 cm ²
	Diámetro de muestra	60.6 mm	60.6 mm	28.8 cm ²	60.6 mm	60.6 mm	28.8 cm ²	60.6 mm	60.6 mm	28.8 cm ²
	Área Inicial	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²
	Densidad Seca	1.251 g/cm ³	1.253 g/cm ³	1.256 g/cm ³	1.253 g/cm ³	1.256 g/cm ³	1.256 g/cm ³	1.256 g/cm ³	1.256 g/cm ³	1.256 g/cm ³
	Humedad	30.6 %	30.5 %	30.1 %	30.5 %	30.1 %	30.1 %	30.1 %	30.1 %	30.1 %
	Massa Normal	1.452 kg	2.910 kg	4.365 kg	2.910 kg	4.365 kg	4.365 kg	4.365 kg	4.365 kg	4.365 kg
	Esfuerzo Normal	0.50 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²
Procesado por:	Deformación horizontal (mm)									
	Deformación vertical (mm)									
	Carga (kgf)									
	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
	0.25		0.52		1.04		1.91		3.81	
	0.50		0.85		1.69		3.25		6.49	
	0.75		0.95		2.25		4.49		8.99	
	1.00		1.25		2.65		5.30		10.60	
	1.50		1.52		3.66		7.32		14.64	
	2.00		1.85		4.32		8.64		17.28	
	2.50		2.32		5.01		10.02		20.04	
	3.00		2.59		5.25		10.50		21.00	
	3.50		2.85		5.69		11.38		22.76	
4.00		3.52		6.35		12.70		25.40		
4.50		3.85		6.85		13.70		27.40		
5.00		4.12		7.25		14.50		29.00		
5.50		4.65		7.85		15.70		31.40		
6.00		5.25		8.85		17.70		35.40		
6.50		5.85		9.25		18.50		37.00		
7.00		6.32		9.95		19.90		39.80		
7.50		6.85		10.85		21.70		43.40		
8.00		7.25		11.52		23.04		46.08		
8.50		7.56		12.09		24.18		48.36		
9.00		7.95		12.56		25.12		50.24		
9.50		8.25		12.95		25.90		51.80		
10.00		8.79		13.15		26.30		52.60		

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 2

PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

Solicitante : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Muestreado por** : E.Y.C.B.

Atención : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Ensayado por** : G.R.R.

Ubicación de Proyecto : I.E.S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA **Fecha de Ensayo** : 05/02/2023

Material : LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD **Turno** : DIA

Código de Muestra : 004 **Profundidad** : 2.50 m

Sondaje / Calicata : 04 **Norte** : 9274 000

N° de Muestra : M-1 **Escala** : 750/22


Estructura : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA **Cota** : 2312 ms.n.m.

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm
Lado de caja:	60.6	mm	Lado de caja:	60.6	mm	Lado de caja:	60.6	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.251	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.251	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.250	gr/cm ³
Humedad Inic:	30.6	%	Humedad Inic:	30.6	%	Humedad Inic:	30.1	%
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	1.51	kg/cm ²
Est. Corte:	0.30	kg/cm ²	Est. Corte:	0.46	kg/cm ²	Est. Corte:	0.60	kg/cm ²

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Deformación Inicial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Norm. Inicial (kg)	Deformación Inicial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Norm. Inicial (kg)	Deformación Inicial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Norm. Inicial (kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.05	0.41	0.04	0.05	0.41	0.07	0.06
0.83	0.03	0.07	0.83	0.06	0.07	0.83	0.10	0.09
1.24	0.03	0.08	1.24	0.09	0.10	1.24	0.13	0.11
1.65	0.04	0.11	1.65	0.09	0.11	1.65	0.16	0.13
2.46	0.05	0.13	2.46	0.13	0.16	2.46	0.19	0.16
3.30	0.06	0.16	3.30	0.15	0.16	3.30	0.22	0.18
4.13	0.06	0.20	4.13	0.17	0.21	4.13	0.25	0.20
4.95	0.08	0.22	4.95	0.18	0.22	4.95	0.28	0.23
5.78	0.10	0.24	5.78	0.20	0.24	5.78	0.32	0.25
6.60	0.12	0.29	6.60	0.22	0.26	6.60	0.35	0.28
7.43	0.13	0.31	7.43	0.23	0.27	7.43	0.38	0.29
8.25	0.14	0.33	8.25	0.25	0.29	8.25	0.40	0.31
9.08	0.16	0.37	9.08	0.27	0.31	9.08	0.42	0.32
9.91	0.18	0.41	9.91	0.31	0.35	9.91	0.46	0.35
10.73	0.20	0.46	10.73	0.32	0.36	10.73	0.47	0.36
11.56	0.22	0.49	11.56	0.35	0.39	11.56	0.49	0.37
12.38	0.24	0.53	12.38	0.38	0.42	12.38	0.52	0.38
13.21	0.25	0.55	13.21	0.40	0.44	13.21	0.53	0.39
14.03	0.26	0.57	14.03	0.42	0.45	14.03	0.55	0.40
14.86	0.28	0.59	14.86	0.44	0.47	14.86	0.56	0.41
15.68	0.29	0.61	15.68	0.45	0.48	15.68	0.59	0.42
16.51	0.30	0.64	16.51	0.46	0.49	16.51	0.60	0.42

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

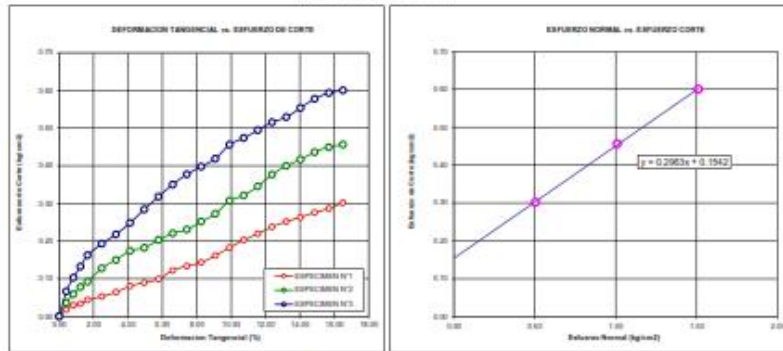
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COG - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-420
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

Proyecto	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.		Muestreado por	E.Y.C.B.
Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES		Ensayado por	G.R.M.
Atención	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES		Fecha de Ensayo	6/08/2023
Ubicación de Proyecto	: I.E. S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA		Turno	DA
Material	: LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD			
Código de Muestra	: 004	Profundidad	: 2.50 m	
Sondeo / Calzate	: D4	Nota	: 9274102	
N° de Muestra	: M-1	Eda	: 758922	
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		Cota	: 2312 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min




Resultados:
Cohesión (c) : 0.30 kg/cm²
Ángulo de fricción (φ) : 8.8°


OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CDC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS - CONCRETO - VASALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg - CIP N° 267870

	ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC RUC: 20695442235 DIRECCION: JI. ANA HUAMANDRO VEGA #885 CHOTA - CAJAMARCA CORREO: gse@redneto2010@gmail.com, CEL: 938866005
(Norma NTP 339.171)	
PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.	
UBICACIÓN : I.E.S. SAN JUAN - DISTRITO DE CHOTA.	
EXPLORACION : D4	
NUESTRA : M-1	
PROFUNDIDAD : 2.50	
RESP. DE LAB. : G.F.R.	
COORDENADAS : NORTE: 9274102 ESTE: 758802 2312 ms.n.m.	
FECHA : 05/02/23	
SOLICITANTE : EVER YONY CIEZA BENAVIDES	
ESTADO : REMOLDEADA	
Densidad Humeda gr/cm3 = 1.63	
Cohesion del Suelo ,kg/cm2 = 0.30	
Angulo de Friccion, ϕ , ° = 8.77	
Profundidad de Cimentacion, Df = 1.30 m	
Ancho de Cimentacion, B, m = 1.30 m	
SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)	
Formulas de capacidad de Carga	
	Para falla General
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3 \rho N_c$
	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.3 \rho N_c$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$
Cimentacion circular	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3 \rho N_c$
Factores de Capacidad de Carga	
	Factor de Seguridad = 3
	General Local
Nc =	8.97 7.68
Nq =	2.38 1.79
Ng =	0.85 0.50
Capacidad de Carga	
	Falla Local (kg/cm2)
	q_u $q_{u,lim}$
Cimentacion corrida	2.02 0.67
Cimentacion cuadrada	2.46 0.82
Observaciones	


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA N°03 I.E.S. SANTA RAFAELA MARIA



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD




GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CLASIFICACION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION-SAC
Erlin Clavo Rimarochin
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION-SAC
Erlin Clavo Rimarochin
GERENTE AUTORIZADO RIMAROCHIN
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 267807

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE
LABORATORIO
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA: MTC E 187 ASTM D422 AASHTO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

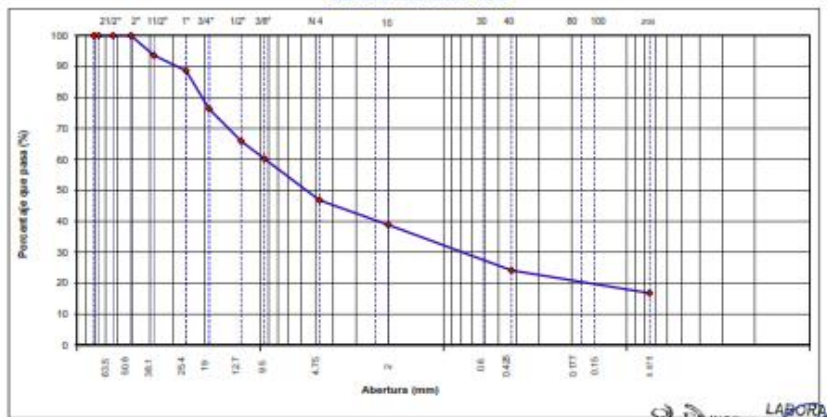
ESTRUCTURA :	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR :	E.Y.C.B.
SOLICITANTE :	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP. :	G.R.R.
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	05/02/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAYDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMANO MAXIMO :	
CALICATA :	C-3	MASA INICIAL :	5068.0 g
MUESTRA :	M-1	FRACCIÓN SECA :	520.0 g
UBICACIÓN :	I.E.S. 10385 SANTA RAFAELA MARIA - DISTRITO DE CHOTA	PROFUND. (M.) :	2.50 m


TAMIZ	ABERTURA (mm)	SEÑAL	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	SEÑAL PARA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.00							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							% Masa Material +4: 53.2%
2"	50.800				100.0			% Masa Material +4: 46.8%
1 1/2"	38.100	325.0	6.4	6.4	93.6			Límite Líquido (LL): 33.5
1"	25.400	253.0	5.0	11.4	88.6			Límite Plástico (LP): 22.4
3/4"	19.000	825.0	12.3	23.7	76.3			Índice Plástico (IP): 11.1
1/2"	12.700	528.0	10.4	34.2	65.8			Clasificación(SUCS): GC
3/8"	9.500	287.0	5.7	39.8	60.2			Clasific.(AASHTO): A-3-6 (#)
Nº 4	4.750	680.0	13.4	53.2	46.8			
Nº 8	2.365							
Nº 10	2.000	88.8	8.0	61.2	38.8			Contenido de Humedad (%): 13.75
Nº 18	1.190							Materia Orgánica:
Nº 25	0.845							Índice de Consistencia:
Nº 35	0.600							Índice de Límite:
Nº 45	0.425	163.00	14.7	75.9	24.1			Descripción del IC:
Nº 55	0.300							
Nº 65	0.177							
Nº 100	0.150	82.60	5.8	81.5	18.5			OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	19.30	1.7	83.2	16.8			
= Nº 200	FORJADO	186.50	16.8	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 267870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR	: E.Y.C.B.
SOLICITANTE	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP.	: G.R.R.
ESTRATO	TERRENO NATURAL	FECHA	: 8-ago.-23

DATOS DE LA MUESTRA				
MATERIAL	: EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA			
CALICATA	: C- 3	MUESTRA	: M - 1	
UBICACIÓN	: I.E.S. 10389 SANTA RAFAELA MARÍA - DISTRITO DE CHOTA		PROF. (M.)	: 2.50 m.


MUESTRA	1	2	3	
SUELO HUMEDO + CAPSULA	5300.0	5302	5298	
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	4656.0	4656.0	4656.0	
MASA DE CAPSULA (gr.)	0.0	0.0	0.0	
MASA DEL AGUA	642.0	644.0	640.0	
MASA DE SUELO SECO	4656.0	4656.0	4656.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.76	13.825	13.739	

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 13.78

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 116, ASTM D4318, AASHTO T99; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T99)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
ESTRUCTURA : EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR : E.Y.C.B.
SOLICITANTE : EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP. : G.P.R.
ESTRATO : TERRENO NATURAL	FECHA : 8-ago-23

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA : M - 1
CALICATA : C - 3	PROFUNDIDAD : 2.50 m.
UBICACIÓN : I.E.S. 10385 SANTA RAFAELA MARÍA - DISTRITO DE CHOTA	

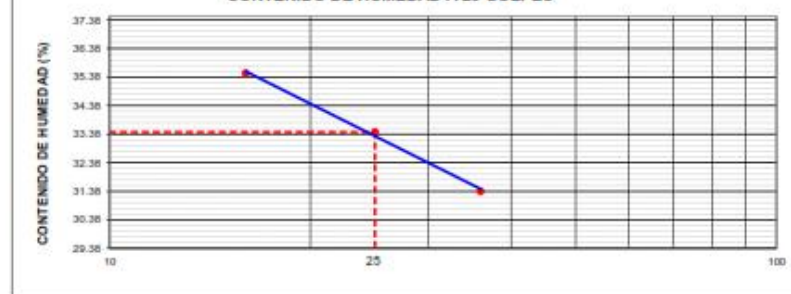
LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRIO		1	2	3	
MASA TARRIO + SUELO HUMEDO	(g)	46.24	46.75	46.73	
MASA TARRIO + SUELO SECO	(g)	36.37	39.08	39.33	
MASA DE AGUA	(g)	7.87	7.69	7.40	
MASA DEL TARRIO	(g)	16.21	16.08	15.73	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	22.16	22.98	23.58	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.51	33.46	31.38	33.46
NÚMERO DE GOLPES		16	25	36	25.67

LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRIO		1	2	
MASA TARRIO + SUELO HUMEDO	(g)	17.01	16.67	
MASA TARRIO + SUELO SECO	(g)	13.04	14.94	
MASA DE AGUA	(g)	1.97	1.83	
MASA DEL TARRIO	(g)	6.24	6.31	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	6.80	6.63	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.39	22.36	22.36

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	33.5
LÍMITE PLÁSTICO	22.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.1

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORADORIA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267820

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	FORMATO	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

PROYECTO EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Muestreado por	: E.Y.C.B.
Propietario	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Ensayado por	: G.R.R.
Ubicación de Proyecto	: I.E.S. 10385 SANTA RAFAELA MARIA - DISTRITO DE CHOTA	Fecha de Ensayo	: 8/08/2023
Material	: GRAVAS ARCELLOSAS	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 003	Profundidad	: 2.50 m
Sondaje / Calicata	: 03	Norte	: 9273869
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759976
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Cota	: 2387 ms.n.m.

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.60	23.60	23.61
Diámetro (mm)	60.58	60.58	60.58
Área Inicial (cm ²)	28.82	28.82	28.82
Volumen de la muestra (cm ³)	68.02	68.02	68.02
DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Masa húmeda de la muestra + Masa del anillo (g)	215.00	215.20	215.30
Masa del anillo (g)	94.2	94.2	94.2
Masa de la muestra húmeda (g)	120.80	121.00	121.10
Masa de la muestra seca (g)	115.20	115.40	115.60
Contenido de humedad (%)	13.54	13.52	13.41
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.923	1.926	1.927
Densidad seca (g/cm ³)	1.694	1.696	1.699

Realizado por:	Altura Inicial	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		23.6 mm	23.6 mm	23.6 mm	23.6 mm	23.6 mm	23.6 mm
	Diámetro de muestra	60.6 mm	60.6 mm	60.6 mm	60.6 mm	60.6 mm	60.6 mm
	Área Inicial	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²	28.8 cm ²
	Densidad Seca	1.694 g/cm ³	1.696 g/cm ³	1.696 g/cm ³	1.699 g/cm ³	1.699 g/cm ³	1.699 g/cm ³
	Humedad	13.5 %	13.5 %	13.5 %	13.4 %	13.4 %	13.4 %
	Masa Normal	1.452 kg	2.910 kg	2.910 kg	4.365 kg	4.365 kg	4.365 kg
	Esfuerzo Normal	0.50 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.01 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²	1.51 kg/cm ²
Procesado por:	Deformación horizontal (mm)	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)
	0.00		0.00		0.00		0.00
	0.25		1.09		2.80		3.85
	0.50		1.52		2.85		4.58
	0.75		1.95		3.54		5.88
	1.00		2.35		4.52		6.58
	1.50		3.15		5.85		8.52
	2.00		3.95		6.50		9.52
	2.50		4.52		7.35		10.52
	3.00		4.85		7.95		11.85
	3.50		5.26		8.52		12.85
	4.00		5.85		9.25		14.58
	4.50		6.32		9.85		15.58
	5.00		6.85		10.52		16.52
	5.50		7.25		11.65		17.58
	6.00		7.85		12.58		18.52
	6.50		8.21		13.58		19.58
	7.00		8.85		14.52		20.65
	7.50		9.85		14.85		21.54
	8.00		10.25		15.62		22.58
	8.50		10.85		16.58		23.54
	9.00		11.25		17.58		24.65
	9.50		11.65		18.58		25.58
	10.00		12.25		19.25		26.00

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 2

PROYECTO
EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

Solicitante : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Muestreado por** : E.Y.C.B.
Atención : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Ensayado por** : G.R.R.
Ubicación de Proyecto : I.E.S. 10385 SANTA RAFAELA MARIA - DISTRITO DE CHOTA **Fecha de Ensayo** : 8/08/2023
Material : GRAVAS ARCILLOSAS **Turno** : DIA

Código de Muestra : 003 **Profundidad** : 2.50 m
Sondaje / Calzeta : 03 **Norte** : 9273859
N° de Muestra : M-1 **Este** : 759976
Estructura : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA **Cota** : 2387 m.s.n.m.

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm
Lado de caja:	60.6	mm	Lado de caja:	60.6	mm	Lado de caja:	60.6	mm
Área Inicial:	28.8	cm ²	Área Inicial:	28.8	cm ²	Área Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.694	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.694	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.699	gr/cm ³
Humedad Inic:	13.5	%	Humedad Inic:	13.5	%	Humedad Inic:	13.4	%
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	1.51	kg/cm ²
Est. Corte:	0.42	kg/cm ²	Est. Corte:	0.67	kg/cm ²	Est. Corte:	0.90	kg/cm ²

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Deformación lateral (%)	Deformación de Corte (dpm=2)	Esfuerzo Normal (kN)	Deformación lateral (%)	Deformación de Corte (dpm=2)	Esfuerzo Normal (kN)	Deformación lateral (%)	Deformación de Corte (dpm=2)	Esfuerzo Normal (kN)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.04	0.10	0.41	0.07	0.09	0.41	0.13	0.11
0.83	0.05	0.13	0.83	0.10	0.12	0.83	0.16	0.13
1.24	0.07	0.17	1.24	0.12	0.15	1.24	0.20	0.16
1.65	0.08	0.20	1.65	0.16	0.19	1.65	0.23	0.19
2.46	0.11	0.27	2.46	0.20	0.24	2.46	0.30	0.24
3.30	0.14	0.33	3.30	0.25	0.26	3.30	0.33	0.27
4.13	0.16	0.38	4.13	0.25	0.31	4.13	0.36	0.29
4.95	0.17	0.40	4.95	0.28	0.33	4.95	0.41	0.33
5.78	0.18	0.43	5.78	0.30	0.35	5.78	0.45	0.35
6.60	0.20	0.48	6.60	0.32	0.38	6.60	0.51	0.40
7.43	0.22	0.51	7.43	0.34	0.40	7.43	0.54	0.42
8.25	0.24	0.55	8.25	0.35	0.42	8.25	0.57	0.44
9.08	0.25	0.58	9.08	0.40	0.46	9.08	0.61	0.47
9.90	0.27	0.62	9.90	0.44	0.50	9.90	0.64	0.49
10.73	0.28	0.64	10.73	0.47	0.53	10.73	0.68	0.51
11.55	0.31	0.69	11.55	0.50	0.56	11.55	0.72	0.53
12.38	0.34	0.76	12.38	0.52	0.57	12.38	0.75	0.55
13.21	0.36	0.78	13.21	0.54	0.59	13.21	0.78	0.57
14.03	0.38	0.82	14.03	0.56	0.62	14.03	0.82	0.59
14.86	0.39	0.84	14.86	0.61	0.65	14.86	0.86	0.61
15.68	0.40	0.86	15.68	0.64	0.68	15.68	0.89	0.63
16.51	0.42	0.90	16.51	0.67	0.70	16.51	0.92	0.65

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

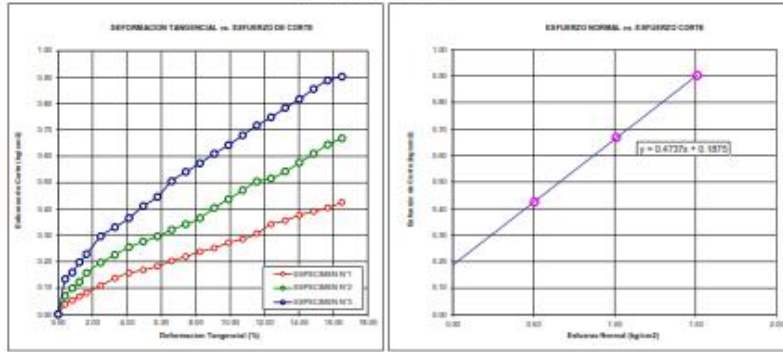
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COG - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: _____	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-420
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

Proyecto	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.		Muestreado por	E.Y.C.B.
Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES		Ensayado por	G.R.M.
Atención	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES		Fecha de Ensayo	6/08/2023
Ubicación de Proyecto	: I.E. S. 10385 SANTA RAFAELA MARÍA - DISTRITO DE CHOTA		Turno	DA
Material	: GRAVAS ANCLILLOSAS			
Código de Muestra	: 003	Profundidad	: 2.50 m	
Sondeo / Calzate	: 03	Norte	: 9273869	
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759978	
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		Oeste	: 2387 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**


VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min



Resultado:
Cohesión c : 0.19 kg/cm²
Ángulo de fricción ϕ : 22.3°

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CDC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267870

	ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS												
	GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC RUC: 20695442235 DIRECCION: JI. ANAHUANDRO VEGA #885 CHOTA - CAJAMARCA CORREO: gse@redneto2010@gmail.com, CEL: 93886605												
(Norma NTP 339.171)													
PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA. 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.													
UBICACIÓN : I.E.S. 10385 SANTA RAFAELA MARIA - DISTRITO DE CHOTA													
EXPLORACION : 03													
MUESTRA : M-1													
PROFUNDIDAD : 2.50													
RESP. DE LAB : G.F.R.													
COORDENADAS : NORTE: 9273869 ESTE: 759976 2367 m.s.n.m.													
FECHA : 05/02/23													
SOLICITANTE : EVER YONY CIEZA BENAVIDES													
ESTADO : REMOLDEADA													
Densidad Humeda ρ , gr/cm^3 =	1.83												
Cohesion del Suelo, kg/cm^2 =	0.13												
Angulo de Friccion, ϕ , $^\circ$ =	25.33												
Profundidad de Cimentacion, D_f , m =	1.30 m												
Ancho de Cimentacion, B , m =	1.30 m												
SEGUN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)													
Formulas de capacidad de Carga													
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="text-align: center;">Para falla General</td> <td style="text-align: center;">Para falla Local</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion corrida</td> <td style="text-align: center;">$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion cuadrada</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4gBN_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4gBN_c$</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion circular</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$</td> </tr> </table>		Para falla General	Para falla Local	Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$	$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$	Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4gBN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4gBN_c$	Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$
	Para falla General	Para falla Local											
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$	$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$											
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4gBN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4gBN_c$											
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.3gBN_c$											
Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3												
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">General</td> <td style="text-align: center;">Local</td> </tr> <tr> <td>N_c =</td> <td style="text-align: center;">25.80</td> <td style="text-align: center;">15.06</td> </tr> <tr> <td>N_q =</td> <td style="text-align: center;">13.23</td> <td style="text-align: center;">5.76</td> </tr> <tr> <td>N_γ =</td> <td style="text-align: center;">0.68</td> <td style="text-align: center;">3.10</td> </tr> </table>		General	Local	N_c =	25.80	15.06	N_q =	13.23	5.76	N_γ =	0.68	3.10	
	General	Local											
N_c =	25.80	15.06											
N_q =	13.23	5.76											
N_γ =	0.68	3.10											
Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm^2)												
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">q_u</td> <td style="text-align: center;">$q_{u,lim}$</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion corrida</td> <td style="text-align: center;">3.09</td> <td style="text-align: center;">1.33</td> </tr> <tr> <td>Cimentacion cuadrada</td> <td style="text-align: center;">4.47</td> <td style="text-align: center;">1.48</td> </tr> </table>		q_u	$q_{u,lim}$	Cimentacion corrida	3.09	1.33	Cimentacion cuadrada	4.47	1.48			
	q_u	$q_{u,lim}$											
Cimentacion corrida	3.09	1.33											
Cimentacion cuadrada	4.47	1.48											
Observaciones													


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

CALICATA N°01 I.E.S. SAGRADO CORAZON DE JESUS

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremio Simarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CLASIFICACION




LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erwin Clavo Rinorachin
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Genovias Almonacid Alvarado
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 267820

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



GSE
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA: MTCE 187, ASTM D422, AASHTO T200)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

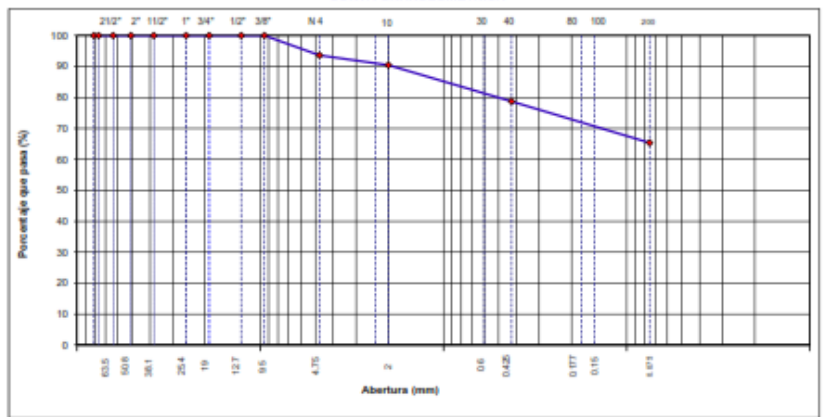
ESTRUCTURA : EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA HECHO POR : E.Y.C.B.
 SOLICITANTE : EVER YONY CIEZA BENAVIDES ING. RESP. : G.R.R.
 ESTRATO : TERRENO NATURAL FECHA : 10/05/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA TAMANO MAXIMO :
 CALICATA : C-1 MASA INICIAL : 500.0 g
 MUESTRA : M-1 FRACCION SECA : 500.0 g
 UBICACIÓN : I.E. S. SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS - DISTRITO DE CHOTA PROFUND. (M) : 2.50 m

TAMIZ	ABERTURA (mm)	SECA	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
							A	
3 1/2"	89.00							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							% Masa Material <#4> : 6.4%
2"	50.800							% Masa Material <#4> : 93.6%
1 1/2"	38.100							Límite Líquido (LL) : 47.7
1"	25.400							Límite Plástico (LP) : 21.1
3/4"	19.000							Índice Plástico (IP) : 26.6
1/2"	12.700							Clasificación(SUCS) : CL
3/8"	9.500				100.0			Clasific.(AASHTO) : A-7-4(II)
Nº 4	4.750	32.0	6.4	6.4	93.6			
Nº 8	2.365							
Nº 10	2.000	15.5	3.2	9.6	90.4			Contenido de Humedad (%) : 21.83
Nº 16	1.190							Materia Orgánica : -
Nº 20	0.840							Índice de Consistencia : -
Nº 30	0.600							Índice de Líquido : -
Nº 40	0.425	29.60	5.9	21.3	78.7			Descripción del (IC) : -
Nº 50	0.300							
Nº 60	0.177							
Nº 100	0.150	40.20	8.0	29.3	70.7			OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	26.60	5.3	24.7	65.3			
<# N 200	PORCIO	326.70	65.3	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erin Claudio Rímapachín
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR	: E.Y.C.B.
SOLICITANTE	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP.	: G.R.R.
ESTRATO	TERRENO NATURAL	FECHA	: 1-ago.-23


DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA		
CALICATA	: C- 1	MUESTRA	: M - 1
UBICACIÓN	: I.E.5 SAGRADO CORAZÓN DE JESUS - DISTRITO DE CHOTA		PROF. (M.): 2.50 m.


MUESTRA	1	2	3	
SUELO HUMEDO + CAPSULA	579.5	580.0	580.5	
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	476.5	476.0	475.5	
MASA DE CAPSULA (gr.)	0.0	0.0	0.0	
MASA DEL AGUA	103.0	104.0	105.0	
MASA DE SUELO SECO	476.5	476.0	475.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21.62	21.85	22.08	

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 21.85

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


 LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL".

LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 116, ASTM D4318, AASHTO T99; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T99)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	HECHO POR :	E.Y.C.B.
SOLICITANTE :	EVER YONY CIEZA BENAVIDES	ING. RESP. :	G.P.R.
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	5-ago-23

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAIKO Y MUESTREAO DE CALICATA	MUESTRA :	M - 1
CALICATA :	C - 1	PROFUNDIDAD :	2.50 m.
UBICACIÓN :	LE.S SAGRADO CORAZON DE JESUS - DISTRITO DE CHOTA		

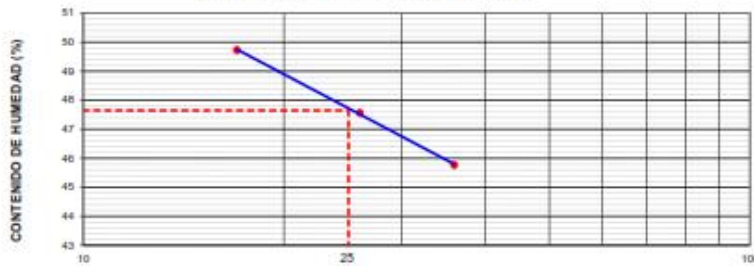
LÍMITE LÍQUIDO

N° TAPRO		1	2	3	
MASA TAPRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.50	48.75	47.10	
MASA TAPRO + SUELO SECO	(g)	37.49	39.07	33.96	
MASA DE AGUA	(g)	11.01	10.68	13.14	
MASA DEL TAPRO	(g)	15.35	15.62	5.25	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	22.14	22.45	28.71	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		49.73	47.57	45.77	47.69
NÚMERO DE GOLPES		17	26	36	26.33

LÍMITE PLÁSTICO

N° TAPRO		1	2	
MASA TAPRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.59	16.67	
MASA TAPRO + SUELO SECO	(g)	14.45	14.71	
MASA DE AGUA	(g)	2.14	2.16	
MASA DEL TAPRO	(g)	6.39	6.72	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.86	7.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		27.23	27.03	27.13

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES




CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	47.7
LÍMITE PLÁSTICO	27.1
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	20.6

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erin Clavo Rómarchin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rómarchin Rómarchin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	FORMATO	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

PROYECTO EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.


Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Muestreado por	: E.Y.C.B.
Propietario	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES	Ensayado por	: G.R.R.
Ubicación de Proyecto	: I.E. SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS - DISTRITO DE CHOTA	Fecha de Ensayo	: 30/08/2023
Material	: ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 2.50 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte	: 9273652
N° de Muestra	: M-1	Este	: 760052
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	Cota	: 2346 ms.n.m.


DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.67	23.68	23.68
Diámetro (mm)	60.76	60.71	60.76
Área inicial (cm ²)	28.54	28.95	28.54
Volumen de la muestra (cm ³)	68.55	68.65	68.52
DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Masa húmeda de la muestra + Masa del anillo (g)	209.09	209.23	209.30
Masa del anillo (g)	64.3	64.3	64.3
Masa de la muestra húmeda (g)	124.70	124.9	125
Masa de la muestra seca (g)	103.00	103.00	103.00
Contenido de humedad (%)	20.13	20.21	20.42
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.821	1.823	1.825
Densidad seca (g/cm ³)	1.515	1.517	1.515

Realizado por:	Altura Inicial	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
	60.7	60.7	60.7	60.7	60.7	60.7	60.7
	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9
	1.515	1.515	1.517	1.515	1.515	1.515	1.515
	20.1	20.1	20.2	20.2	20.4	20.4	20.4
	1.452	1.452	2.910	2.910	4.305	4.305	4.305
	0.50	0.50	1.01	1.01	1.50	1.50	1.50
Procesado por:	Deformación horizontal (mm)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)
	0.00		0.00		0.00		0.00
	0.25		0.71		2.25		4.25
	0.50		0.96		2.65		5.32
	0.75		1.14		3.32		5.85
	1.00		1.59		3.52		6.25
	1.50		2.16		4.56		7.52
	2.00		3.25		5.52		8.52
	2.50		3.65		6.65		9.52
	3.00		4.32		7.32		10.52
	3.50		4.85		7.85		11.65
	4.00		5.23		8.45		12.52
	4.50		5.65		9.54		13.45
	5.00		6.32		10.56		14.58
	5.50		6.85		11.58		15.68
	6.00		7.12		12.35		16.25
	6.50		7.85		12.65		16.95
	7.00		8.25		13.56		17.75
	7.50		8.96		13.96		18.65
	8.00		9.54		14.50		19.52
	8.50		10.61		15.32		20.32
	9.00		11.25		15.85		20.96
	9.50		11.85		16.68		21.35
	10.00		12.60		17.50		22.21

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y SÍMULO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870

	INFORME	Código	AE-PO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 2

PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

Solicitante : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Muestreado por** : E.Y.C.B.

Atención : EVER YONY CIEZA BENAVIDES **Ensayado por** : G.R.R.

Ubicación de Proyecto : I.E.S SAGRADO CORAZON DE JESUS - DISTRITO DE CHOTA **Fecha de Ensayo** : 3/09/2023

Material : ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD **Turno** : DIA

Código de Muestra : 001 **Profundidad** : 2.50 m

Sondaje / Calicata : 01 **Notas** : 0273652

N° de Muestra : M-1 **Este** : 750002


Estructura : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA **Cota** : 2345 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE			0.5 mm/min					
ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm
Área Inicial:	28.9	cm ²	Área Inicial:	28.9	cm ²	Área Inicial:	28.9	cm ²
Densidad Seca:	1.515	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.515	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.515	gr/cm ³
Humedad Inic:	20.1	%	Humedad Inic:	20.1	%	Humedad Inic:	20.4	%
Est. Normal:	0.50	kg/cm ²	Est. Normal:	1.01	kg/cm ²	Est. Normal:	1.50	kg/cm ²
Est. Corte:	0.44	kg/cm ²	Est. Corte:	0.60	kg/cm ²	Est. Corte:	0.77	kg/cm ²

Deformación lateral (%)	Deformación de Corte (q/m ²)	Valores Norm. base (kN)	Deformación lateral (%)	Deformación de Corte (q/m ²)	Valores Norm. base (kN)	Deformación lateral (%)	Deformación de Corte (q/m ²)	Valores Norm. base (kN)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.06	0.41	0.06	0.10	0.41	0.15	0.12
0.82	0.03	0.08	0.82	0.08	0.11	0.82	0.18	0.15
1.24	0.04	0.10	1.24	0.11	0.14	1.24	0.20	0.17
1.65	0.05	0.14	1.65	0.12	0.15	1.65	0.22	0.18
2.47	0.07	0.18	2.47	0.16	0.19	2.47	0.26	0.21
3.29	0.11	0.26	3.29	0.19	0.23	3.29	0.29	0.24
4.12	0.13	0.31	4.12	0.23	0.28	4.12	0.33	0.27
4.94	0.15	0.36	4.94	0.25	0.30	4.94	0.35	0.29
5.77	0.17	0.40	5.77	0.27	0.32	5.77	0.40	0.32
6.59	0.18	0.43	6.59	0.29	0.35	6.59	0.43	0.34
7.41	0.20	0.46	7.41	0.30	0.39	7.41	0.46	0.36
8.24	0.22	0.51	8.24	0.36	0.42	8.24	0.50	0.39
9.06	0.24	0.55	9.06	0.40	0.46	9.06	0.54	0.42
9.88	0.25	0.56	9.88	0.43	0.49	9.88	0.56	0.43
10.71	0.27	0.61	10.71	0.44	0.49	10.71	0.59	0.44
11.53	0.29	0.64	11.53	0.47	0.52	11.53	0.61	0.46
12.36	0.31	0.68	12.36	0.48	0.54	12.36	0.64	0.48
13.18	0.33	0.73	13.18	0.50	0.55	13.18	0.67	0.50
14.00	0.37	0.80	14.00	0.53	0.58	14.00	0.70	0.51
14.83	0.39	0.84	14.83	0.55	0.59	14.83	0.72	0.52
15.65	0.41	0.88	15.65	0.56	0.62	15.65	0.74	0.53
16.47	0.44	0.92	16.47	0.60	0.64	16.47	0.77	0.54

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

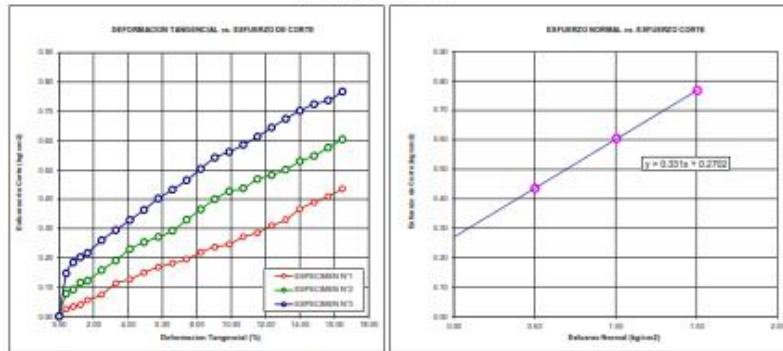
GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COG - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. C.O.E. N° 262976

	INFORME	Código	AE-PO-420
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

Proyecto	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.		Muestreado por	E.Y.C.B.
Solicitante	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES		Ensayado por	G.R.M.
Atención	: EVER YONY CIEZA BENAVIDES		Fecha de Ensayo	30/08/2023
Ubicación de Proyecto	: I.E. S. SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS - DISTRITO DE CHOTA		Turno	DI
Materia	: ARCILLAS INORGÁNICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD			
Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 2.50 m	
Sondeo / Calote	: 01	Nota	: 0273652	
N° de Muestra	: M-1	Eda	: 760032	
Estructura	: EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		Eda	: 2340 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE: 0.5 mm/min




Resultados:
Cohesión (c) : 0.27 kg/cm²
Ángulo de fricción (φ) : 13.3°


OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORANTISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	JEFE LEM Nombre y firma: 	CCO - LEM Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 262870

	ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS												
	GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC RUC: 20695442235 DIRECCION: JIL ANAHEMANDRO VEGA #885 CHOTA - CAJAMARCA CORREO: gse@redneto2019@gmail.com, CEL: 93886605												
(Norma NTP 339.171)													
PROYECTO : EVALUACION DEL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA. 2023 PARA LA DESCRIPCION DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.													
UBICACIÓN : I.E. S SAGRADO CORAZON DE JESUS - DISTRITO DE CHOTA													
EXPLORACION : 01													
MUESTRA : M-1													
PROFUNDIDAD : 2.50													
RESP. DE LAB : G.P.R.													
COORDENADAS : NORTE: 9273852 ESTE: 760062 2346 ms.n.m.													
FECHA : 3/6/2023													
SOLICITANTE : EVER YONY CIEZA BENAVIDES													
ESTADO : REMOLDEADA													
Densidad Humeda gr/cm ³ = 1.82	Profundidad de Cimentación, Df = 1.30 m												
Cohesión del Suelo, kg/cm ² = 0.27	Ancho de Cimentación, B, m = 1.30 m												
Ángulo de Fricción, ϕ , ° = 18.33													
SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)													
Formulas de capacidad de Carga													
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Para falla General</td> <td style="text-align: center;">Para falla Local</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cimentación corrida</td> <td style="text-align: center;">Cimentación cuadrada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cimentación circular</td> <td style="text-align: center;">Cimentación cuadrada</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$</td> <td style="text-align: center;">$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$</td> </tr> </table>	Para falla General	Para falla Local	$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$	$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$	Cimentación corrida	Cimentación cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$	Cimentación circular	Cimentación cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$
Para falla General	Para falla Local												
$q_u = c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$	$q_u = 2/3 c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$												
Cimentación corrida	Cimentación cuadrada												
$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.4 \rho N_c$												
Cimentación circular	Cimentación cuadrada												
$q_u = 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N_c + \rho DN_c + 0.5 \rho N_c$												
Factores de Capacidad de Carga													
	Factor de Seguridad = 3												
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">General</td> <td style="text-align: center;">Local</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nc = 15.84</td> <td style="text-align: center;">11.05</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ng = 8.25</td> <td style="text-align: center;">3.44</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Nq = 3.47</td> <td style="text-align: center;">1.30</td> </tr> </table>	General	Local	Nc = 15.84	11.05	Ng = 8.25	3.44	Nq = 3.47	1.30				
General	Local												
Nc = 15.84	11.05												
Ng = 8.25	3.44												
Nq = 3.47	1.30												
Capacidad de Carga													
	Falla Local (kg/cm ²)												
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">q_u</td> <td style="text-align: center;">$q_{u,lim}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cimentación corrida</td> <td style="text-align: center;">3.14 1.05</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cimentación cuadrada</td> <td style="text-align: center;">3.00 1.23</td> </tr> </table>	q_u	$q_{u,lim}$	Cimentación corrida	3.14 1.05	Cimentación cuadrada	3.00 1.23						
q_u	$q_{u,lim}$												
Cimentación corrida	3.14 1.05												
Cimentación cuadrada	3.00 1.23												
Observaciones													


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 267870



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 207070

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR
(S.P.T.) ASTM D 1586

PROYECTO: "Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural"

UBICACIÓN: OYOTA
 SOLICITANTE: Ever Yony Cieza Benavides
 MECHD: R.C.R
 INGRESO: G.U.R
 N° DE PERFORACION: 001
 FECHA: 31/07/2023
 NIVEL DE REFERENCIA: DESSEMPEÑO SÍSMICO DE LOS MÓDULOS
 CALICATA: C-01 M-1 AL M-3

Prof. (m)	Nivel de ensayo	N/15	N/30	N/45	N/30cm		SPT	R _p (kg/cm ²)	φ (°)	S _u (kg/cm ²)	CLASIFICACION SUCS			
					N/ emp	N/ corrige/ etc					Descripción	Tipo de Suelo	Símbolo	Muestra
1.00	0.00	8	8	13	19	14	57	31.3	1.43	Material limo inorgánico de alta plasticidad, suelos elásticos de color marrón claro, con alto contenido de humedad natural y alto porcentaje de plasticidad.	MH			M1
2.00	1.00	15	10	18	34	26	102	34.4	2.55	Material limo inorgánico de alta plasticidad, suelos elásticos de color beige claro, con alto contenido de humedad natural y alto porcentaje de plasticidad.	MH			M2
3.00	2.00	16	25	20	45	35	138	36.8	3.45	Material limo inorgánico de alta plasticidad, suelos elásticos de color pizarra oscuro, con alto contenido de humedad natural y alto porcentaje de plasticidad.	MH			M-03



Anexo E. Ensayo de esclerometría

INFORME DE **ESCLEROMETRÍA**

**PROYECTO: “Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los
colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones
de intervención estructural”**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Determinar la resistencia del concreto en los elementos estructurales de las Instituciones educativas como son: Colegio Nacional San Juan, Almirante Miguel Grau-Agropecuario, Sagrado Corazón de Jesús, Santa Rafaela María y Abel Carbajal Pérez-Comercio, de la Ciudad de Chota.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Evaluar la resistencia del concreto en los elementos estructurales de las Instituciones educativas como son: Colegio Nacional San Juan, Almirante Miguel Grau-Agropecuario, Sagrado Corazón de Jesús, Santa Rafaela María y Abel Carbajal Pérez-Comercio, de la Ciudad de Chota.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° de Certificado de calibración: CC-0322001


Fecha de emisión: 01 de marzo del 2022

Descripción	: Esclerómetro digital tipo N
Marca/ modelo	: ZC3-A
Número de serie	: HT20097
Patrón usado	: Yunque de calibración
Marca	: PyS
Número de serie	: 14736
Fecha de calibración	: 23/02/22
Lugar de calibración	: DHR Ingeniería E.I.R.L. Ca. Domingo Nieto 3751 SMP, Lima-Perú
Condiciones ambientales	: 27.4 °C

Normas de referencia:

- ASTM C805
- NTP 339.181:2013 - 2ª Edición


HENRY ROOSEVELT
HUANCIRCHO ROMERO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 218870


DHR INGENIERIA
E.I.R.L. INGENIERIA
CONSULTORIA - OT - CALIBRACIONES



Resultados:

Item	Índice de rebote
1	80.0
2	79.5
3	81.0
4	80.0
5	80.0
6	79.5
7	80.0
8	80.0
9	80.0
10	79.0
11	80.0
12	80.0
13	79.5
14	81.0
15	79.5
16	80.0
Promedio	79.94

Factor de corrección (FC):

$$FC = \frac{\text{Valor de calibración del yunque de prueba}}{\text{Promedio de los 16 impactos sobre el yunque}} = \frac{80}{79.94} \cong 1$$

Observaciones:

1. El equipo calibrado muestra valores concordantes con los requeridos en el yunque de calibración 80 ± 2 Mpa
2. Los resultados obtenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, el usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos en intervalos apropiados.

Hecho por : Ing. Civil Henry Huacaychuco Romero
 Clp. : 216876

DHR INGENIERIA
 R.U.C. 2060921844
 CONSULTORIO - SOT. CALIBRACIONES

H. Romero
 HENRY ROOSEVELT
 HUACAYCHUCO ROMERO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 216876

Se realizó una cuadrícula de 2x5, con recuadros de 5cm de lado para cada golpe, haciendo en total 10 golpes con el esclerómetro para cada punto de ensayo.

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10

REPORTE DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA-C.N. SAN JUAN-CHOTA

Información general:

Fecha de ensayo: 18 de setiembre del 2023

Temperatura del aire y tiempo de ensayo: 20 C°

Edad del concreto: 10 años

Identificación de la ubicación de la estructura ensayada en la construcción: Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural.

Información acerca del concreto:

Especificación de la resistencia del concreto en:

Losas: 210 Kg/cm²

Columnas: 210 Kg/cm²

Vigas: 210 Kg/cm²

Identificación del martillo:

Descripción: Esclerómetro digital tipo N

Marca/modelo: ZC3-A

Número de serie: HT20097

Fecha de la calibración del martillo.

El esclerómetro utilizado cuenta con certificado de calibración de fecha 01 de marzo de 2022



Foto:01
Ubicación de la zona de ensayo



Foto:02
Señalización del punto de ensayo



Foto:03
Punto en losa para el ensayo de esclerometría



Foto:04

Ensayo de esclerometría en losa aligerada



Foto:05

Ensayo de esclerometría en columna tipo "T"



Foto:06

Ensayo de esclerometría en viga secundaria



Foto:07

Ensayo y toma de datos de esclerometría en columnas



Foto:08

Registro y ubicación de puntos en vigas principales



Foto:08

Ensayo y registro de datos de esclerometría en columnas



Foto:08

Toma de datos y ensayos de esclerometría en vigas principales



Foto:08

Punto de ensayo en columnas



Foto:08

Ensayo con esclerómetro en columnas

PABELLÓN 01

MÓDULO 01

PABELLÓN 01

MÓDULO 02

PABELLÓN 02

MÓDULO 01

Obs. y descripción		Resultados					Observaciones	
Ubicación / Elemento	Wch. promedio (N/mm ²)	Límite por dispersión (N/mm ²)	s (%) (kg/cm ²)	Límite (kg/cm ²)	s (%) (kg/cm ²)	Límite (kg/cm ²)	Observaciones	
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	20.60	33.32	48.32	341.19	284.16	394.21		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	20.80	34.42	47.62	333.76	286.79	386.80		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	46.63	36.20	51.20	356.51	295.33	417.69		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	20.80	34.32	47.32	333.64	284.61	386.86		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	46.53	37.06	50.06	355.38	282.36	406.41		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	38.33	33.60	46.06	322.74	264.71	375.76		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	38.28	32.93	45.93	321.68	266.65	374.70		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	18.83	9.51	16.51	114.33	77.62	151.64		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	20.20	8.91	21.91	129.81	80.86	176.75		
Columna "B" 10.30 cm Esp. 2 - 2 m - Armadura: 10.30 cm Armadura: 10.30 cm	20.55	10.41	22.41	133.88	84.93	182.82		

* Los valores Wch. en N/mm² son para un valor de 150 y 150 a 150 mm, por tanto para resistencia f_c en kg/cm² se multiplica por 100 (f_c en kg/cm² = Wch. en N/mm² x 100)

** Por la inexistencia del rango de ensayo se ha considerado el rango de resistencia resultante en kg/cm² (Normas, 2014, p. 80)

PABELLÓN 02

MÓDULO 02

R. S. Enteras		R. S. Enteras		R. S. Enteras		R. S. Enteras		R. S. Enteras		R. S. Enteras		R. S. Enteras		R. S. Enteras					
Ubicación y descripción	Apertura	Resistencia del concreto	Condiciones de la superficie	Profundidad de curado	Condiciones de curado	Homogeneidad de la superficie	Tipo de Muestra y Seca	Fecha de última calibración	Observación	Altura de curado	Del Espesor del campo			Relativo			Resultado		
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172007	23/02/2022	0°	1.20 m	30	30	30	40	40	41	42	38.55	
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172009	23/02/2022	0°	4.00 m	30	30	30	40	41	42	40	39.25	
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172009	23/02/2022	0°	1.20 m	62	37	42	42	41	38	37	38	38.50
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172009	23/02/2022	0°	4.00 m	37	37	40	39	40	39	42	42	41.57
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172010	23/02/2022	0°	3.10 m	41	42	41	42	37	41	42	43	40.70
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172010	23/02/2022	0°	6.00 m	30	42	39	37	40	37	39	37	43.38
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido acabado y Matricula cura a la superficie de campo	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172010	23/02/2022	0°	3.10 m	41	38	39	38	40	38	42	39	40.41
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido rugoso	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172007	23/02/2022	00°	3.40 m	21	19	22	20	20	19	19	21	20.00
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	19 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido rugoso	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172010	23/02/2022	00°	3.40 m	23	21	20	22	20	20	24	24	21.40
10-20 cm x 10-20 cm x 10-20 cm	20 mm	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	Tecido rugoso	2 cm	Intemperie	Buena	Macrominuto Pto N SCS 1172010	24/02/2022	01°	3.40 m	21	22	23	23	24	23	24	25	22.00

PABELLÓN 03

MÓDULO 01

PABELLÓN 03

MÓDULO 02

PABELLÓN 04

MÓDULO 01

CUADRO RESUMEN DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA				
PABELLÓN/MÓDULO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	RESISTENCIA INICIAL	RESISTENCIA ACTUAL	OBSERVACIÓN
PAB. 01/MOD. 01	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	155 Kg/cm ²	resistencia baja
	VIGAS	210 Kg/cm ²	201 Kg/cm ²	resistencia aproximada a lo especif.
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	186 Kg/cm ²	resistencia baja
PAB. 01/MOD. 02	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	171 Kg/cm ²	resistencia baja
	VIGAS	210 Kg/cm ²	234 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	177 Kg/cm ²	resistencia baja
PAB. 02/MOD. 01	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	257 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	VIGAS	210 Kg/cm ²	252 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	154 Kg/cm ²	resistencia baja
PAB. 02/MOD. 02	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	235 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	VIGAS	210 Kg/cm ²	280 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	187 Kg/cm ²	resistencia baja
PAB. 03/MOD. 01	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	287 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	VIGAS	210 Kg/cm ²	210 Kg/cm ²	resistencia igual a lo especif.
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	179 Kg/cm ²	resistencia baja
PAB. 03/MOD. 02	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	288 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	VIGAS	210 Kg/cm ²	213 Kg/cm ²	resistencia aproximada a lo especif.
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	181 Kg/cm ²	resistencia baja
PAB. 04/MOD. 01	COLUMNAS	210 Kg/cm ²	245 Kg/cm ²	resistencia superior a lo especif.
	VIGAS	210 Kg/cm ²	171 Kg/cm ²	resistencia baja
	LOSA ALIGERADA	210 Kg/cm ²	187 Kg/cm ²	resistencia baja

**REPORTE DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA-I.E. ALMIRANTE MIGUEL
GRAU-AGROPECUARIO-CHOTA**

Información general:

Fecha de ensayo: 30 de agosto del 2023

Temperatura del aire y tiempo de ensayo: 19 C°

Edad del concreto: 62 años

Identificación de la ubicación de la estructura ensayada en la construcción: Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural.

Información acerca del concreto:

Especificación de la resistencia del concreto en:

Losas: 210 Kg/cm²

Columnas: 210 Kg/cm²

Vigas: 210 Kg/cm²

Identificación del martillo:

Descripción: Esclerómetro digital tipo N

Marca/modelo: ZC3-A

Número de serie: HT20097

Fecha de la calibración del martillo.

El esclerómetro utilizado cuenta con certificado de calibración de fecha 01 de marzo de 2022



Foto: 01
Ubicación de la zona de ensayo



Foto: 02
Señalización del punto de ensayo



Foto: 03
Punto en losa para el ensayo de esclerometría



Foto: 04

Ensayo de esclerometría en viga



Foto: 05

Ensayo de esclerometría en losa

PABELLÓN 01

MÓDULO 01

Dts. de Estructura		Estructuras				Estructuras		Estructuras		Estructuras		Estructuras		Estructuras	
Columna 1	Columna 2	Núm. de pilas	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)	Área de sección (m²)
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	20,70	42,81	35,51	48,51	342,87	289,65	395,70							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	27,65	35,31	31,81	44,81	312,52	259,69	365,54							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	30,56	41,76	34,26	49,26	340,63	279,65	401,81							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	30,00	38,93	32,43	45,43	317,62	264,69	370,64							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	47,23	56,36	49,86	62,86	459,76	406,74	512,79							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	40,13	42,83	36,33	49,33	349,39	294,36	402,41							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	42,56	47,30	40,80	53,80	385,84	332,82	438,87							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	20,10	24,68	20,18	29,18	201,34	164,63	218,65							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	20,15	24,76	18,76	28,76	201,97	153,63	206,62							
30' x 30' x 4' (cm)	30' x 30' x 4' (cm)	20,10	24,68	18,66	28,66	201,34	152,39	206,29							

Condiciones especiales que proceden de los datos del sensor

OBSERVACIONES

Según Normativa (Código Vigencia 2020) las relaciones que definen los valores de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado se basan en la especificación que hace mención al número de rebotes tomados durante el ensayo. Para el caso de vigas y columnas en L.T. en estado, se ha usado la especificación de ensayo con el número de rebotes para concreto el cual ha sido la especificación completamente los ensayos como determinación de los valores de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado. En el caso de las relaciones de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado se ha usado los valores de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado.

Según Normativa (Código Vigencia 2020) las relaciones que definen los valores de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado se basan en la especificación que hace mención al número de rebotes tomados durante el ensayo. Para el caso de vigas y columnas en L.T. en estado, se ha usado la especificación de ensayo con el número de rebotes para concreto el cual ha sido la especificación completamente los ensayos como determinación de los valores de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado. En el caso de las relaciones de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado se ha usado los valores de los coeficientes de los miembros de las estructuras de concreto armado.

**REPORTE DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA-C.N. SAGRADO CORAZÓN
DE JESÚS-CHOTA**

Información general:

Fecha de ensayo: 09 de septiembre del 2023

Temperatura del aire y tiempo de ensayo: 19 C°

Edad del concreto: 51 años

Identificación de la ubicación de la estructura ensayada en la construcción: Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural.

Información acerca del concreto:

Especificación de la resistencia del concreto en:

Losas: 210 Kg/cm²

Columnas: 210 Kg/cm²

Vigas: 210 Kg/cm²

Identificación del martillo:

Descripción: Esclerómetro digital tipo N

Marca/modelo: ZC3-A

Número de serie: HT20097

Fecha de la calibración del martillo.

El esclerómetro utilizado cuenta con certificado de calibración de fecha 01 de marzo de 2022



Foto: 01
Ubicación de la zona de ensayo



Foto: 02
Señalización del punto de ensayo

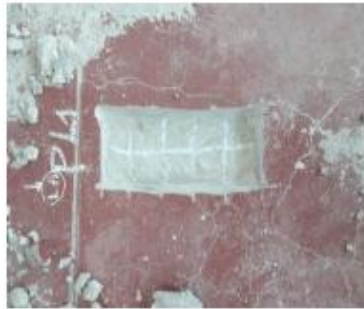


Foto: 03
Punto en losa para el ensayo de esclerometría



Foto: 04

Ensayo de esclerometría en viga



Foto: 05

Ensayo de esclerometría en losa



Foto: 06

Ensayo de esclerometría en columnas

PABELLÓN 01

MÓDULO 01

Dati Estratejistik		Dati Zona & Lokasi			Dati Pelaksanaan		Dati Rencana & Gambar													
Uraian Pekerjaan	Agenda	Kemungkinan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Profil & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Humiditas & Rincian Pekerjaan	Tipe & Rincian Pekerjaan	Frekuensi & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan	Kecepatan & Rincian Pekerjaan		
30 cm x 45 cm) (Fig. P-1)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720007	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	
30 cm x 45 cm) (Fig. R-1)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720008	210/210/210	0°	2,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. P-2)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720009	210/210/210	0°	4,25 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. R-2)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720010	210/210/210	0°	6,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. P-3)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720011	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. R-3)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720012	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. P-4)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720013	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. R-4)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720014	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. P-5)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720015	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. R-5)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720016	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. P-6)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720017	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. R-6)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720018	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. P-7)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720019	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
30 cm x 45 cm) (Fig. R-7)	19 mm	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	Concrete 210 Aggregat & h-25 dalu	2 cm	Insupercok	Seca	Aluminium ZL-A Pipe N Sisa 11720020	210/210/210	0°	1,00 m	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°

PABELLÓN 01

MÓDULO 02

De la Estructura		Del área de campo		Del Escenario		Del Pasos en Campo		Resolución			
Ubicación y Elemento	Resumen del concreto	Condiciones de la superficie	Medida de la pérdida	Condiciones de campo	Humedad de la superficie	Tipo de Material y Serie	Fecha de última calificación	Ornación	Área de campo	Rebote	Resolución
Columna 1 30 cm x 45 cm) Fig. J-1 Primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2007	23/02/2022		1.0 m	40 38 44 48 41 38 37 39 38 38	30.65
Columna 1 30 cm x 45 cm) Fig. K-K Segundo piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2008	23/02/2022		2.80 m	37 33 48 38 48 40 40 39 39 39	30.85
Columna 2 30 cm x 45 cm) Fig. J-1 Primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2009	23/02/2022		4.25 m	44 48 48 47 48 48 47 49 44 48	46.88
Columna 2 30 cm x 45 cm) Fig. K-K Segundo piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2010	23/02/2022		6.05 m	48 48 47 48 48 48 48 48 48 48	47.38
Viga III 30 cm x 60 cm) Fig. J-1, Fig. 2-4 Primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2011	23/02/2022		3.05 m	44 48 47 47 48 47 47 47 47 47	44.60
Viga III 30 cm x 60 cm) Fig. J-1, Fig. 2-4 Primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2012	23/02/2022		3.05 m	43 47 44 41 47 48 42 46 44 44	43.75
Viga III 30 cm x 60 cm) Fig. K-K, Fig. 2-4 Segundo piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2013	23/02/2022		6.25 m	22 28 27 27 29 28 28 28 28 28	25.61
Columna Algebrada 30 cm) Fig. I-1, Fig. 1-2 Cuarto primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2017	23/02/2022		3.25 m	34 38 35 34 36 38 31 33 33 31	33.65
Columna Algebrada 30 cm) Fig. J-1, Fig. 1-2 Cuarto primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	2 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2018	23/02/2022		3.25 m	36 37 36 33 34 34 34 33 38 34	34.70
Columna Algebrada 30 cm) Fig. K-4, Fig. 1-2 Cuarto primer piso	Concreto de 210 kg/m ³ a los 28 días	entramado y pedida superficie de campo	3 cm	Intermite	Seca	Macinada ZC-3A Tipo N Serie FT2019	24/02/2022		3.25 m	23 23 22 24 24 23 23 23 23 23	34.65

Día de la inspección	Distribuidor				Observaciones		# F. RESISTENCIA FINAL POR ELEMENTO ESTRUCTURAL	Observaciones técnicas que permitan definir los datos del concreto
	Fecha presentada	Fck calculada (N/mm ²)	Límite por el espesor (N/mm ²)	# Fc (kg/cm ²)	Límite (kg/cm ²)			
10/05/2023 30 cm x 45 cm)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	<p>Según Normas G. (Código Vigente 2023) hay distintos factores que afectan los resultados del ensayo, uno de los cuales son los aspectos estadísticos y los materiales concernientes a la superficie que hace aumentar el número de ensayos. Para el caso de vigas y columnas es la $\sqrt{f_c}$ en cambio, en los pillos, la superficie de ensayo con un diámetro de refuerzo para conectar el ensayo ha dejado la superficie completamente lisa. En todos los casos de ensayos también se ha identificado segregación gruesa cerca a la superficie donde se ha utilizado los valores con el coeficiente.</p> <p>Por tanto debido a la dispersión de valores con los que se ha trabajado la curva de ensayo de ensayo va a consistir en el promedio del coeficiente utilizado y considerando que los coeficientes de los valores de ensayo de los pillos y columnas son diferentes, se ha considerado que los valores de límite inferior de la resistencia de un kg/cm² del concreto es de 200 kg/cm².</p>
10/05/2023 30 cm x 45 cm)	46.88	39.62	49.12	63.12	453.72	486.79	514.91	
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	44.60	51.19	44.60	57.69	417.59	384.56	478.61	
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	38.85	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62	49.12	63.12	461.86	488.84	514.89	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	43.75	48.56	43.86	60.86	404.39	392.28	457.33	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 2-4)	28.65	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	33.60	48.10	33.60	48.60	327.14	274.12	308.17	
								30 cm x 45 cm)
10/05/2023 30 x 45 (Eje 1-2)	47.38	38.62						

**REPORTE DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA-C.N. SANTA RAFAELA
MARÍA-CHOTA**

Información general:

Fecha de ensayo: 12 de septiembre del 2023

Temperatura del aire y tiempo de ensayo: 20 C°

Edad del concreto: 21 años

Identificación de la ubicación de la estructura ensayada en la construcción: Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural.

Información acerca del concreto:

Especificación de la resistencia del concreto en:

Losas: 210 Kg/cm²

Columnas: 210 Kg/cm²

Vigas: 210 Kg/cm²

Identificación del martillo:

Descripción: Esclerómetro digital tipo N

Marca/modelo: ZC3-A

Número de serie: HT20097

Fecha de la calibración del martillo.

El esclerómetro utilizado cuenta con certificado de calibración de fecha 01 de marzo de 2022



Foto: 01
Ubicación de la zona de ensayo



Foto: 02
Señalización del punto de ensayo en columna



Foto: 03
Punto en viga para el ensayo de esclerometría

PABELLÓN 01

MÓDULO 01

**REPORTE DE ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA-C.N. ABEL CARBAJAL
PÉREZ-COMERCIO-CHOTA**

Información general:

Fecha de ensayo: 22 de octubre del 2023

Temperatura del aire y tiempo de ensayo: 21 C°

Edad del concreto:

Pabellón "A" Módulo 01: 32 años

Identificación de la ubicación de la estructura ensayada en la construcción: Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural.

Información acerca del concreto:

Especificación de la resistencia del concreto en:

Losas: 175 Kg/cm²

Columnas: 175 Kg/cm²

Vigas: 175 Kg/cm²

Identificación del martillo:

Descripción: Esclerómetro digital tipo N

Marca/modelo: ZC3-A

Número de serie: HT20097

Fecha de la calibración del martillo.

El esclerómetro utilizado cuenta con certificado de calibración de fecha 01 de marzo de 2022



Foto: 01

Ubicación de la zona de ensayo en los elementos estructurales



Foto: 02

Retiro del tarrajeo en los puntos de ensayo



Foto: 03

Ensayo con esclerómetro en viga principal



Foto: 04

Ensayo de esclerometría en vigas principales



Foto: 05

Ensayo de esclerometría en columna



Foto: 06

Ensayo de esclerometría en viga principal



Foto: 07

Ensayo y toma de datos de esclerometría en vigas



Foto: 08

Registro y ubicación de puntos en columnas



Foto: 09

Equipo de trabajo de apoyo en los ensayos de esclerometría

PABELLÓN “A”

MÓDULO 01

CONCLUSIONES

- ❖ Se determinó la resistencia del concreto de los elementos estructurales de las instituciones educativas secundarias en estudio de la Ciudad de Chota, la cual se puede observar que en algunos de ellos no llega a lo especificado (210 o 175 Kg/cm²) y en otros casos supera la resistencia especificada por lo que se hará su análisis en el desarrollo del trabajo de investigación.
- ❖ Se evalúa que la resistencia del concreto que ha sido diseñada es de 210 o 175 kg/cm² y comparando con la resistencia actual de cada uno de los elementos estructurales (columnas, vigas y losas), se determina que en dichos elementos que disminuye su resistencia son vulnerables a los diferentes esfuerzos que soporta dicha edificación.

Anexo F. Análisis de irregularidades

ANALISIS ESTATICO PARA IRREGULARIDADES

C.N. SAN JUAN-CHOTA PE-M3

1) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 8.01
 Cbx= 35
 Cty= 60
 Tx= 0.25 seg
 Ty= 0.14 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

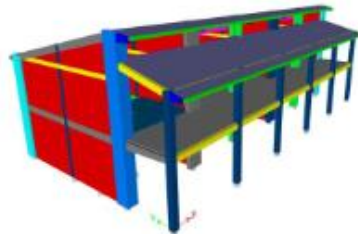


Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS "Z"	
ZONA	Z
1	0.25
2	0.50
3	0.75
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



TP	T	TL
S2	0.6	2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura Ia= 1.00
 Factor de Irregularidad en planta Ip= 1.00
 Rx= 8.00 Porticos
 Ry= 3.00 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$T < T_p$

$T > 2 \cdot T_p$

$T_x = 0.25$

$T_y = 0.14$

$T_p = 0.60$

$C_x = 2.5$

$C_y = 2.5$

Cálculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$C_x = ZUSC_x/R = 0.1406$

$C_y = ZUSC_y/R = 0.3750$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

en el eje X C/R \geq 0.11 **0.313** **OK**

en el eje Y C/R \geq 0.11 **0.833** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y peso de la estructura

Nº	Masa (Kg-f-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 2	11496.79	11496.79	112745.57	112745.57
Piso 1	23745.90	23745.90	232666.92	232666.92

Peso en X= **345614.49**

Peso en y= **345614.49**

La fuerza cortante en X : $V_x =$ **48602.04** 48.60ton

La fuerza cortante en Y : $V_y =$ **129605.43** 129.61ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Esta determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

ai = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

Kx= 1
Ky= 1

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 2	112745.57	8.62	971866.82	0.56	27323.98	27.32
Piso 1	232868.92	3.25	756823.98	0.44	21278.06	21.28
$\Sigma = P. Ed.$	345614.49	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1728690.80	1.00	48602.04	48.60

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
2	112745.57	8.62	971866.82	0.56	72863.94	72.86
1	232868.92	3.25	756823.98	0.44	56741.49	56.74
$\Sigma = P. Ed.$	345614.49	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1728690.80	1.00	129605.43	129.61

Grafico de la fuerzas en la altura



ANALISIS ESTATICO PARA IREGULARIDADES N°01

C.N. SAN JUAN-CHOTA PE-M4

1) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 8.01
 Cbx= 35
 Cty= 60
 Tx= 0.25 seg
 Ty= 0.14 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

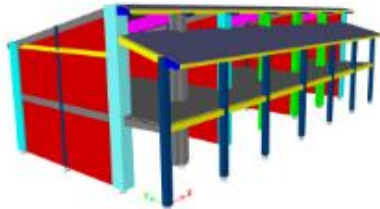


Tabla N°1 FACTORES DE ZONAS SISMICAS	
ZONA	Z
1	0.45
2	0.60
3	0.80
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= 1.00
 lp= 1.00

Rx= 8.00
 Ry= 3.00

Porticos
 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$C = 1 + \frac{1}{T}$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0,25$$

$$T_y = 0,14$$

$$T_p = 0,60$$

$$C_x = 2,5$$

$$C_y = 2,5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0,1406$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0,3750$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0,11 **0,313** **OK**

en el eje Y C/R ≥ 0,11 **0,833** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kg-f-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 2	16753.12	16753.12	164292.62	164292.62
Piso 1	41610.30	41610.30	408059.73	408059.73

Peso en X= **572352.55**

Peso en y= **572352.55**

La fuerza cortante en X : $V_x =$ **80487.08** 80.49ton

La fuerza cortante en Y : $V_y =$ **214632.21** 214.63ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Esta determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

ai = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 2	164292.82	8.61	1414561.20	0.49	39764.93	39.76
Piso 1	408059.73	3.55	1448612.04	0.51	40722.14	40.72
$\Sigma = P. Ed.$	572352.55	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	2863173.23	1.00	80487.08	80.49

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
2	164292.82	8.61	1414561.20	0.49	106039.53	106.04
1	408059.73	3.55	1448612.04	0.51	108592.36	108.59
$\Sigma = P. Ed.$	572352.55	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	2863173.23	1.00	214632.21	214.63

Grafico de la fuerzas en la altura



ANALISIS ESTATICO PF-M3

C.N. SAN JUAN-CHOTA PF-M3

1) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 8.61
 Cbx= 35
 Cty= 60
 Tx= 0.25 seg
 Ty= 0.14 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

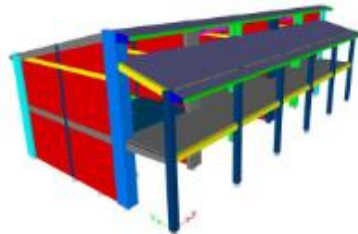


Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS "Z"	
ZONA	Z
1	0.25
2	0.50
3	0.75
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura Ia= 1.00
 Factor de Irregularidad en planta Ip= 1.00
 Rx= 8.00 Porticos
 Ry= 3.00 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$V < T_p$$

$$V < 2,5$$

$$T_x = 0.25$$

$$T_y = 0.14$$

$$T_p = 0.60$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.1406$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.3750$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X	C/R ≥ 0.11	0.313	OK
en el eje Y	C/R ≥ 0.11	0.833	OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y peso de la estructura

Nº	Masa (Kg-f-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 2	11496.79	11496.79	112745.57	112745.57
Piso 1	23745.90	23745.90	232666.92	232666.92

Peso en X= 345614.49

Peso en y= 345614.49

La fuerza cortante en X : Vx= 48602.04 48.60ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 129605.43 129.61ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Esta determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal
 al = Factor de F
 n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

Kx= 1
Ky= 1

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 2	112745.57	8.62	971866.82	0.56	27323.98	27.32
Piso 1	232868.92	3.25	756823.98	0.44	21278.06	21.28
$\Sigma = P. Ed.$	345614.49	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1728690.80	1.00	48602.04	48.60

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
2	112745.57	8.62	971866.82	0.56	72863.94	72.86
1	232868.92	3.25	756823.98	0.44	56741.49	56.74
$\Sigma = P. Ed.$	345614.49	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1728690.80	1.00	129605.43	129.61

Grafico de la fuerzas en la altura



ANALISIS ESTATICO PARA IRREGULARIDADES

C.N. SANTA RAFAELA MARIA-CHOTA M:A

1) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Porticos de Concreto

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 11.4
 Cbx= 35
 Cty= 35
 Tx= 0.33 seg
 Ty= 0.33 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos



Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS "Z"	
ZONA	Z
1	0.25
2	0.50
3	0.75
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=

	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coefficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= 1.00
 lp= 1.00

Rx= 8.00
 Ry= 8.00

Porticos de Concreto
 Porticos de Concreto

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$C = \frac{1}{T} \quad \text{con } T > 2,5$$

$$T_x = 0,33$$

$$T_y = 0,33$$

$$T_p = 0,60$$

$$C_x = 2,5$$

$$C_y = 2,5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0,1406$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0,1406$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0,11 **0,313** **OK**

en el eje Y C/R ≥ 0,11 **0,313** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kg·s ² /m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 3	8707,31	8707,31	85389,98	85389,98
Piso 2	102648,65	102648,65	1006644,81	1006644,81
Piso 1	132163,22	132163,22	1296085,05	1296085,05

Peso en X= 2388119,84

Peso en y= 2388119,84

La fuerza cortante en X : Vx= 335829,35 335,83ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 335829,35 335,83ton

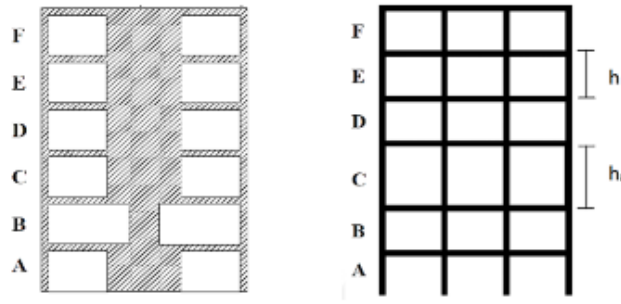
Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

	Factor de Irregularidad I_a	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5	1	1	1
Irregularidad De Peso O Masa	0.9	1	1	1
Irregularidad De Resistencia - Piso Débil	0.75	1	1	1
				1

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)



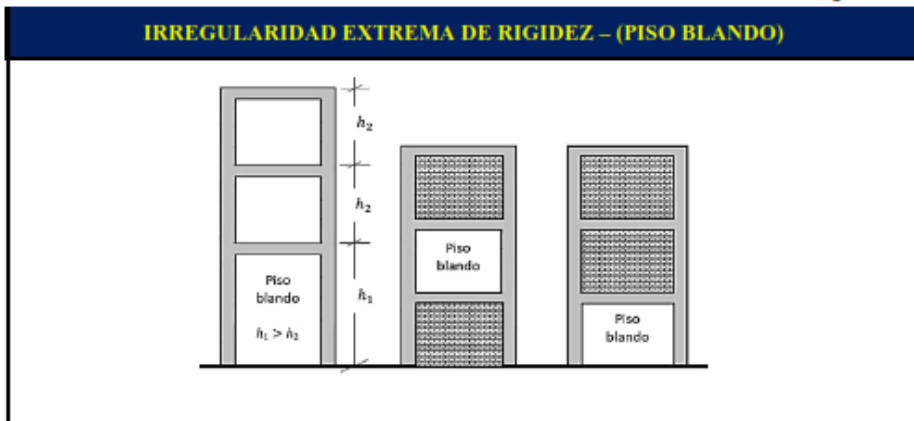
IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO:
 $K_i < 0.70 K_{i+1}$
 $K_i < 0.80 (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control
Nivel 3	SIS_EST-X	23502.758			E-030, 2018
Nivel 2	SIS_EST-X	61328.290	261%	261%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	73757.883	120%	174%	REGULAR

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY					
		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	12340.120			
Nivel 2	SIS_EST-Y	64350.720	521%	521%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	87691.875	136%	229%	REGULAR

1



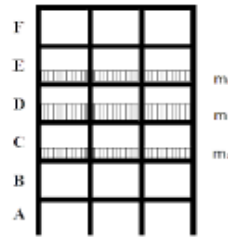
IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX					
		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-X	23502.758			
Nivel 2	SIS_EST-X	61328.290	261%	261%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	73757.883	120%	174%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY					
		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	12340.120			
Nivel 2	SIS_EST-Y	64350.720	521%	521%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	87691.875	136%	229%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD DE PESO O MASA



IRREGULARIDAD DE PESO O MASA - PISO ADYACENTE SUPERIOR

NIVEL	Diafragma	MASA	PESO (Tn)	Control E-030, 2018
Nivel 3	D3	3.20941	31	REGULAR
Nivel 2	D2	16.08082	158	REGULAR
Nivel 1	D1	45.83993	450	-----

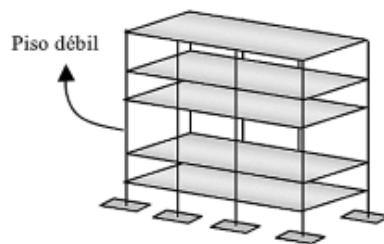
1

IRREGULARIDAD DE PESO O MASA - PISO ADYACENTE INFERIOR

NIVEL	Diafragma	MASA	PESO (Tn)	Control E-030, 2018
Nivel 3	D3	3.20941	31	REGULAR
Nivel 2	D2	16.08082	158	REGULAR
Nivel 1	D1	45.83993	450	-----

1

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL



IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

NIVEL	CASO	Vx	0.8 (Vx)	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST- X	23.3	18.6	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	209.7	167.7	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	335.8		

1

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - YY

NIVEL	CASO	Vy	0.8 (Vy)	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST- Y	23.3	18.6	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	209.7	167.7	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	335.8		

Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA				
	Factor de Irregularidad I_p	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_p
Irregularidad Torsional	0.75	0.75	0.75	0.75
				0.75

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA					
 <p>Si $\Delta_{\text{máx}} \geq 1.3 \Delta_{\text{prom}} \Rightarrow$ Irregular Donde $\Delta_{\text{prom}} = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$ y $\Delta_{\text{máx}} = \Delta_1$</p>					
IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - XX					
Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-X	0.000412	0.000305	1.3508	IRREGULAR
Nivel 2	SIS_EST-X	0.001114	0.000960	1.1604	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	0.001373	0.001265	1.0854	REGULAR
0.75					

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - YY					
Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	0.000784	0.000581	1.3494	IRREGULAR
Nivel 2	SIS_EST-Y	0.001452	0.000926	1.5680	IRREGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	0.001879	0.001064	1.7660	IRREGULAR
0.75					

ANALISIS ESTATICO PARA IREGULARIDADES

C.N. ABEL CARBAJAL PÉREZ-COMERCIO-CHOTA MOD: N°01 B

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porlicos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 9.4
 Cbx= 60
 Cty= 60
 Tx= 0.16 seg
 Ty= 0.16 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

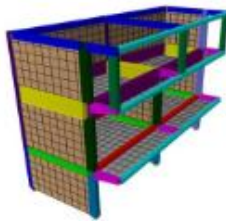


Tabla N° 1 FACTORES DE ZONAS "Z"	
ZONA	Z
1	0.45
2	0.50
3	0.60
4	0.80

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



TP	T	TL
S2	0.6	2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= 1.00
 lp= 1.00

Rx= 8.00
 Ry= 3.00

Dual
 Dual

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$T < T_p$

$T > T_p$

Tx= 0.16

Ty= 0.16

TP= 0.60

Cx = 2.5

Cy = 2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

Cx=ZUSCx/R = 0.1406

Cy=ZUSCy/R = 0.3750

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 0.313 OK

en el eje Y C/R ≥ 0.11 0.833 OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 3	2469.99	2469.99	24222.45	24222.45
Piso 2	6139.30	6139.30	79619.67	79619.67
Piso 1	6529.71	6529.71	66976.92	66976.92

Peso en X= 171019.04

Peso en y= 171019.04

La fuerza cortante en X : Vx= 24049.55 24.05ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 64132.14 64.13ton

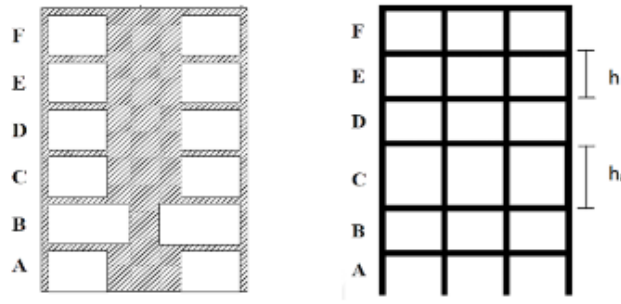
Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

	Factor de Irregularidad I_a	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5	1	1	1
Irregularidad De Peso O Masa	0.9	0.9	0.9	0.9
Irregularidad De Resistencia - Piso Débil	0.75	1	1	1
				0.9

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)



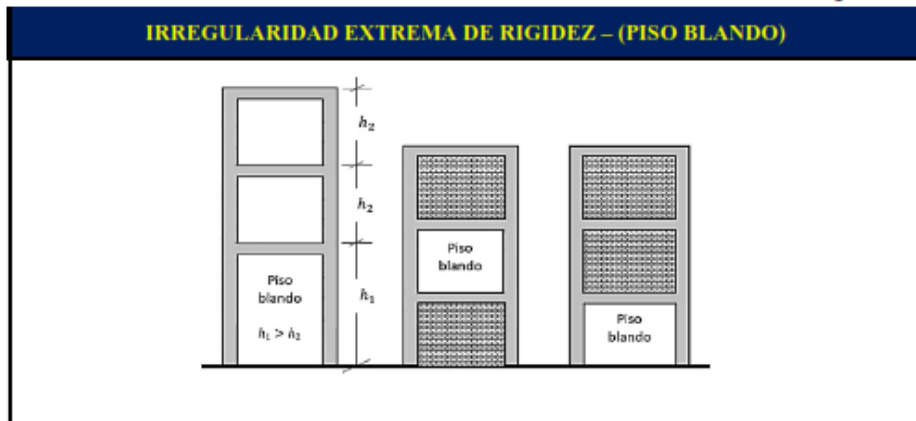
IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO:
 $K_i < 0.70 K_{i+1}$
 $K_i < 0.80 (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control
Nivel 3	SIS_EST-X	4924.338			E-030, 2018
Nivel 2	SIS_EST-X	19106.144	388%	388%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	30847.284	161%	257%	REGULAR

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY					
		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	3752.59			
Nivel 2	SIS_EST-Y	18024.92	480%	480%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	31420.71	174%	289%	REGULAR

1



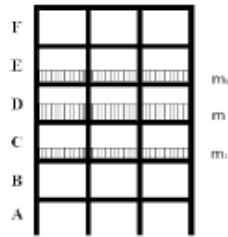
IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX					
		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-X	4924.338			
Nivel 2	SIS_EST-X	19106.144	388%	388%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	30847.284	161%	257%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY					
		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	3752.587			
Nivel 2	SIS_EST-Y	18024.920	480%	480%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	31420.714	174%	289%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD DE PESO O MASA



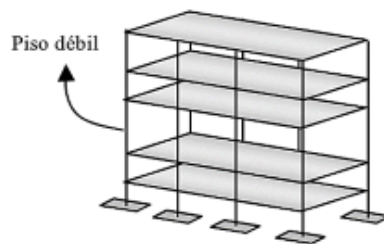
IRREGULARIDAD DE PESO O MASA - PISO ADYACENTE SUPERIOR

NIVEL	Diafragma	MASA	PESO (Tn)	Control E-030, 2018
Nivel 3				
Nivel 2	D2	2.82117	28	IRREGULAR
Nivel 1	D1	1.86706	18	-----
				0.9

IRREGULARIDAD DE PESO O MASA - PISO ADYACENTE INFERIOR

NIVEL	Diafragma	MASA	PESO (Tn)	Control E-030, 2018
Nivel 3				
Nivel 2	D2	2.82117	28	IRREGULAR
Nivel 1	D1	1.86706	18	
				0.9

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL



IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

NIVEL	CASO	Vx	0.8 (Vx)	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-X	5.7	4.6	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST-X	19.1	15.3	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	24.0		
				1

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - YY

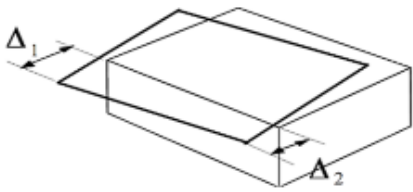
NIVEL	CASO	Vy	0.8 (Vy)	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	15.3	12.2	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST-Y	50.9	40.7	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	64.1		

Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA				
	Factor de Irregularidad I_p	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_p
Irregularidad Torsional	0.75	0.75	1	0.75
Esquinas Entrantes	0.9	1	1	1
Sistemas no Paralelos	0.9	1	1	1
				0.75

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA



Si $\Delta_{\text{máx}} \geq 1.3 \Delta_{\text{prom}} \Rightarrow$ Irregular
 Donde $\Delta_{\text{prom}} = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$ y $\Delta_{\text{máx}} = \Delta_1$

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - XX

Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS EST- X				
Nivel 2	SIS EST- X	0.000360	0.000270	1.333	IRREGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	0.000317	0.000264	1.201	REGULAR

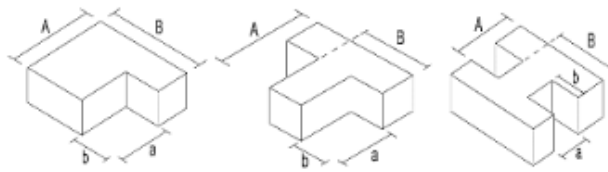
0.75

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - YY

Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS EST- Y				
Nivel 2	SIS EST- Y	0.000942	0.000763	1.235	REGULAR
Nivel 1	SIS EST- Y	0.000815	0.000692	1.178	REGULAR

1

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES



Si $a/A \geq 0.15$ y $b/B \geq 0.15 \Rightarrow$ Irregular

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES

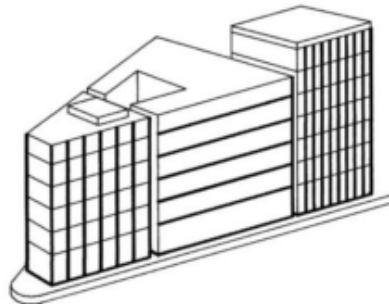
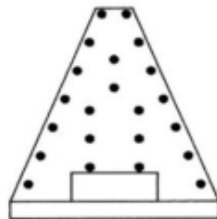
N° PISO	SENTIDO X-X		SENTIDO Y-Y		CONTROL E-030 (20%)	
	Lado "A" (m)	Lado "a" (m)	Lado "B" (m)	Lado "b" (m)	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
Nivel 4	1.00	0.00	1.00	0.00	0%	0%
Nivel 3	1.00	0.00	1.00	0.00	0%	0%
Nivel 2	1.00	0.00	1.00	0.00	0%	0%
Nivel 1	1.00	0.00	9.40	0.00	0%	0%

IRREGULARIDAD EN SENTIDO X-X	IRREGULARIDAD EN SENTIDO Y-Y	CONTROL E-030
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR

1

1

SISTEMAS NO PARALELOS



IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD EXTREMA EN LOS SISTEMAS RESISTENTES

ANALISIS ESTATICO PARA IRREGULARIDADES

C.N. ABEL CARBAJAL PÉREZ-COMERCIO-CHOTA MOD: A

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 9.1
 Cbx= 35
 Cty= 60
 Tx= 0.26 seg
 Ty= 0.15 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

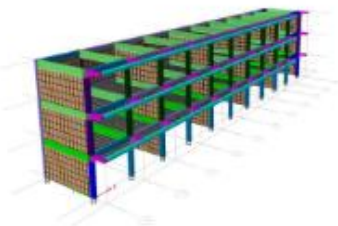
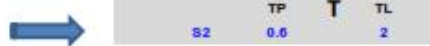


Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS	
ZONA	Z
1	0.25
2	0.50
3	0.75
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



TP	T	TL
S2	0.6	2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= 1.00
 lp= 1.00

Rx= 8.00
 Ry= 3.00

Porticos de Concreto
 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$T < T_p$

$T > T_p$

Tx= 0.26

Ty= 0.15

TP= 0.60

Cx = 2.5

Cy = 2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

Cx=ZUSCx/R = 0.1406

Cy=ZUSCy/R = 0.3750

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 0.313 OK

en el eje Y C/R ≥ 0.11 0.833 OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 3	11380.72	11380.72	111607.31	111607.31
Piso 2	32183.67	32183.67	315615.60	315615.60
Piso 1	32713.62	32713.62	320814.62	320814.62

Peso en X= 748037.52

Peso en y= 748037.52

La fuerza cortante en X : Vx= 105192.78 105.19ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 280514.07 280.51ton

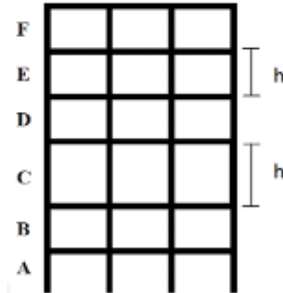
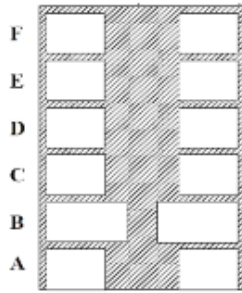
Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

	Factor de Irregularidad I_a	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5	1	1	1
Irregularidad De Peso O Masa	0.9	1	1	1
Irregularidad De Resistencia - Piso Débil	0.75	1	1	1
				1

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)



IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO:

$$K_i < 0.70 K_{i+1}$$

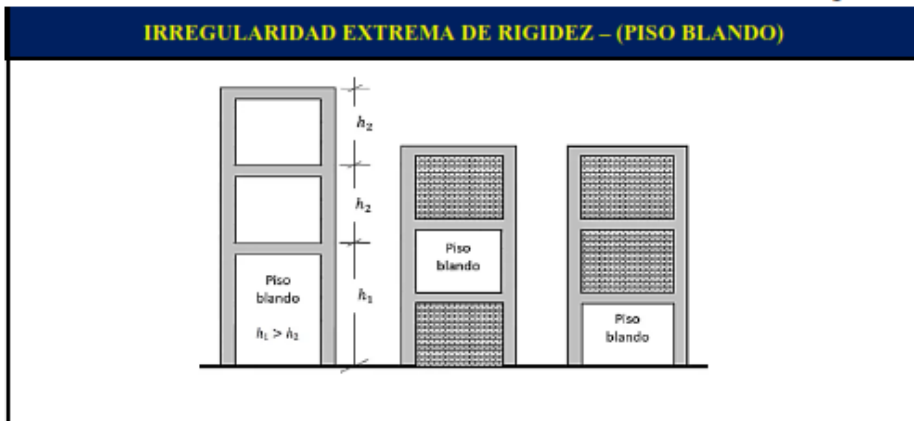
$$K_i < 0.80 (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$$

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control
Nivel 3	SIS_EST-X	24098.056			E-030, 2018
Nivel 2	SIS_EST-X	137085.536	569%	569%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	136463.953	100%	169%	REGULAR

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY					
		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	43349.872			
Nivel 2	SIS_EST-Y	105190.193	243%	243%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	118177.927	112%	159%	REGULAR

1



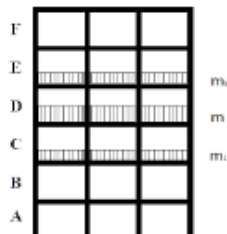
IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX					
		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-X	24098.056			
Nivel 2	SIS_EST-X	137085.536	569%	569%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	136463.953	100%	169%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY					
		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y	43349.872			
Nivel 2	SIS_EST-Y	105190.193	243%	243%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	118177.927	112%	159%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD DE PESO O MASA



IRREGULARIDAD DE PESO O MASA - PISO ADYACENTE SUPERIOR

NIVEL	Diafragma	MASA	PESO (Tn)	Control E-030, 2018
Nivel 3				
Nivel 2	D2	8.73618	86	REGULAR
Nivel 1	D1	8.81444	86	-----

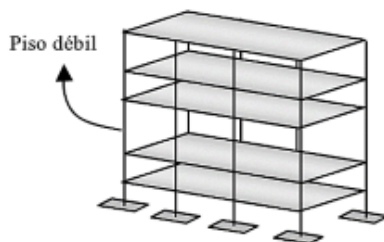
1

IRREGULARIDAD DE PESO O MASA - PISO ADYACENTE INFERIOR

NIVEL	Diafragma	MASA	PESO (Tn)	Control E-030, 2018
Nivel 3				
Nivel 2	D2	8.73618	86	REGULAR
Nivel 1	D1	8.81444	86	

1

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL



IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

NIVEL	CASO	Vx	0.8 (Vx)	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST- X	26.7	21.4	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	78.2	62.5	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	105.2		

1

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - YY

NIVEL	CASO	Vy	0.8 (Vy)	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST- Y	71.2	57.0	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	208.5	166.8	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	280.5		

Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA				
	Factor de Irregularidad I_p	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_p
Irregularidad Torsional	0.75	1	1	1
Esquinas Entrantes	0.9	1	1	1
Sistemas no Paralelos	0.9	1	1	1
				1

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA

Si $\Delta_{\text{máx}} \geq 1.3 \Delta_{\text{prom}} \Rightarrow$ Irregular
 Donde $\Delta_{\text{prom}} = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$ y $\Delta_{\text{máx}} = \Delta_1$

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - XX

Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-X				
Nivel 2	SIS_EST-X	0.000205	0.000190	1.079	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-X	0.000253	0.000241	1.050	REGULAR

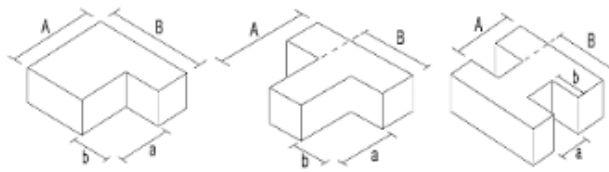
1

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - YY

Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 3	SIS_EST-Y				
Nivel 2	SIS_EST-Y	0.000662	0.000661	1.0015	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST-Y	0.000746	0.000742	1.0054	REGULAR

1

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES



Si $a/A \geq 0.15$ y $b/B \geq 0.15 \Rightarrow$ Irregular

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES

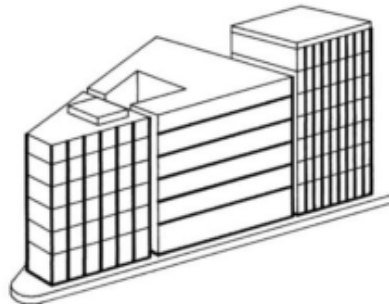
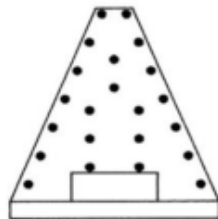
N° PISO	SENTIDO X-X		SENTIDO Y-Y		CONTROL E-030 (20%)	
	Lado "A" (m)	Lado "a" (m)	Lado "B" (m)	Lado "b" (m)	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
Nivel 4	1.00	0.00	1.00	0.00	0%	0%
Nivel 3	1.00	0.00	1.00	0.00	0%	0%
Nivel 2	1.00	0.00	1.00	0.00	0%	0%
Nivel 1	1.00	0.00	9.40	0.00	0%	0%

IRREGULARIDAD EN SENTIDO X-X	IRREGULARIDAD EN SENTIDO Y-Y	CONTROL E-030
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR

1

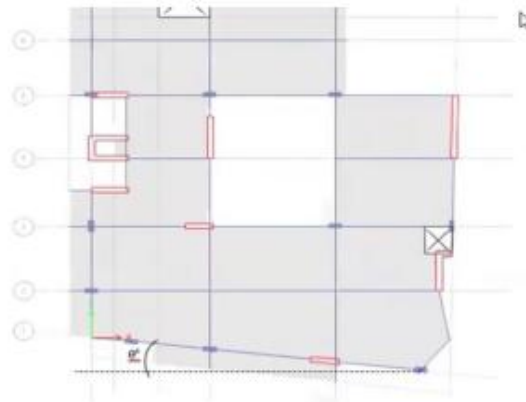
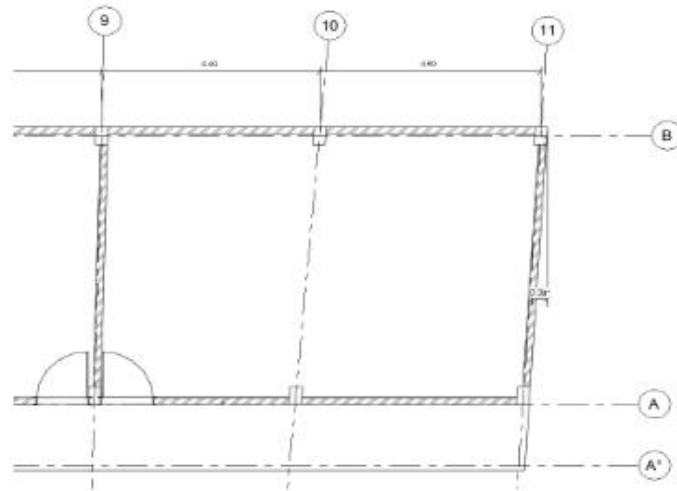
1

SISTEMAS NO PARALELOS



IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD EXTREMA EN LOS SISTEMAS RESISTENTES

SENTIDO X-X			SENTIDO Y-Y		
Angulo del elemento	$\theta < 30^\circ$ - NO APLICA	CONTROL E-030	Angulo del elemento	$\theta < 30^\circ$ - SI APLICA	CONTROL E-030
3.39	NO APLICA	REGULAR	3.39	REGULAR	REGULAR
3.39	NO APLICA	REGULAR	3.39	REGULAR	REGULAR
3.39	NO APLICA	REGULAR	3.39	REGULAR	REGULAR



ANALISIS ESTATICO PARA IRREGULARIDADES
I.E. ALMIRANTE MIGUEL GRAU-AGROPECUARIO-CHOTA

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 8.03
 Cbx= 35
 Cty= 60

Tx= 0.23 seg
 Ty= 0.13 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

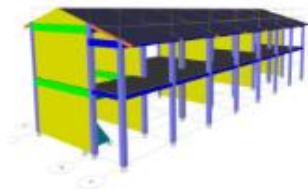


Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS "Z"	
ZONA	Z
1	0.15
2	0.25
3	0.50
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



TP	T	TL
S2	0.6	2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura Ia= 1.00
 Factor de Irregularidad en planta Ip= 1.00

Rx= 8.00 Porticos
 Ry= 3.00 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$T < T_p$

$T > 2 \cdot T_p$

Tx= 0.23

Ty= 0.13

TP= 0.60

Cx = 2.5

Cy = 2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

Cx=ZUSCx/R = 0.1406

Cy=ZUSCy/R = 0.3750

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 0.313 OK

en el eje Y C/R ≥ 0.11 0.833 OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y peso de la estructura

Nº	Masa (Kg-f-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 2	4051.52	4051.52	40026.24	40026.24
Piso 1	33662.07	33662.07	332075.16	332075.16

Peso en X= 372101.40

Peso en y= 372101.40

La fuerza cortante en X : Vx= 52326.76 52.33ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 139538.03 139.54ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Esta determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

ai = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 2	40026.24	8.03	321410.72	0.21	10991.23	10.99
Piso 1	332075.16	3.64	1206753.59	0.79	41335.53	41.34
$\Sigma = P. Ed.$	372101.40	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1530164.31	1.00	52326.76	52.33

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
2	40026.24	8.03	321410.72	0.21	29309.94	29.31
1	332075.16	3.64	1206753.59	0.79	110226.09	110.23
$\Sigma = P. Ed.$	372101.40	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1530164.31	1.00	139536.03	139.54

Grafico de la fuerzas en la altura



ANALISIS ESTADICO PARA IRREGULARIDADES

C.N. SAGRADO CORAZÓN DE JESUS-CHOTA M°01

1) ANALISIS ESTADICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 8.02
 Cbx= 35
 Cty= 60
 Tx= 0.25 seg
 Ty= 0.14 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

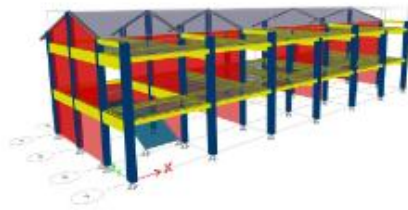


Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS "Z"	
ZONA	Z
1	0.25
2	0.50
3	0.75
4	1.00

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



TP	T	TL
S2	0.6	2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= 1.00
 lp= 1.00

Rx= 8.00
 Ry= 3.00

Porticos
 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$V < T_p$$

$$V > T_p$$

$$T_x = 0.25$$

$$T_y = 0.14$$

$$T_p = 0.60$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.1406$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.3750$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 **0.313** **OK**

en el eje Y C/R ≥ 0.11 **0.833** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y peso de la estructura

Nº	Masa (Kg·s²/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 2	35675.72	35675.72	349861.06	349861.06
Piso 1	35052.90	35052.90	343753.27	343753.27

Peso en X= **693614.36**

Peso en y= **693614.36**

La fuerza cortante en X : **Vx= 97539.52** 97.54ton

La fuerza cortante en Y : **Vy= 260105.38** 260.11ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Esta determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

ai = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 2	349061.06	8.62	3015002.54	0.73	71173.45	71.17
Piso 1	343753.27	3.25	1117196.14	0.27	26366.07	26.37
$\Sigma = P. Ed.$	693614.36	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	4133000.68	1.00	97539.52	97.54

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
2	349061.06	8.62	3015002.54	0.73	169795.67	169.60
1	343753.27	3.25	1117196.14	0.27	70309.51	70.31
$\Sigma = P. Ed.$	693614.36	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	4133000.68	1.00	260105.38	260.11

Grafico de la fuerzas en la altura



ANALISIS ESTATICO PARA IRREGULARIDADES

C.N. SAGRADO CORAZÓN DE JESUS-CHOTA M°02

1) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Cbx= Porticos de Concreto
 Cty= Albañileria

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= 8.02
 Cbx= 35
 Cty= 60
 Tx= 0.25 seg
 Ty= 0.14 seg

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sismicos

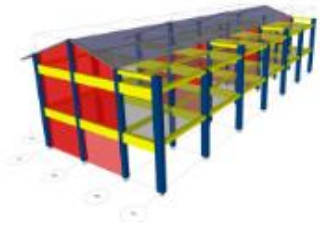


Tabla N° 1	
FACTORES DE ZONAS SISMICAS	
ZONA	2
1	0.45
3	0.65
2	0.55
4	0.35

Z= 0.25
 U= 1.50
 S= 1.20
 C=
 R=



TP	T	TL
S2	0.6	2

Coficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= 1.00
 lp= 1.00

Rx= 8.00
 Ry= 3.00

Porticos
 Albañileria

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$T < T_p$

$T > 2 \cdot T_p$

Tx= 0.25

Ty= 0.14

TP= 0.60

Cx = 2.5

Cy = 2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

Cx=ZUSCx/R = 0.1406

Cy=ZUSCy/R = 0.3750

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 0.313 OK

en el eje Y C/R ≥ 0.11 0.833 OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kg·s ² /m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 2	5224.99	5224.99	51239.91	51239.91
Piso 1	31231.39	31231.39	306276.67	306276.67

Peso en X= 357516.78

Peso en y= 357516.78

La fuerza cortante en X : Vx= 50275.80 50.28ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 134068.79 134.07ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Esta determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

ai = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow k = 1.0$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow k = 0.75 + 0.5T \leq 2.0$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 2	51239.91	8.62	441666.02	0.31	15452.23	15.45
Piso 1	306276.67	3.25	995399.84	0.69	34623.56	34.62
$\Sigma = P. Ed.$	357516.78	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1437087.85	1.00	50275.80	50.28

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
2	51239.91	8.62	441666.02	0.31	41205.96	41.21
1	306276.67	3.25	995399.84	0.69	92662.64	92.66
$\Sigma = P. Ed.$	357516.78	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	1437087.85	1.00	134068.79	134.07

Grafico de la fuerzas en la altura



Anexo G. Análisis de vulnerabilidad sísmica



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI
 COLEGIO SAN JUAN
 MÓDULO 3 PABELLÓN E**

Dirección:	Av. Inca Garcilazo de la Vega S/N		
Pabellón:	E	Módulo:	3
Ocupación:	Institución educativa	Fecha:	21.08.24

Parámetro 1: Organización del sistema resistente

Parámetro	Criterio de evaluación		Observación
	Albañilería confinada	Pórticos de concreto	
Tipo y organización del sistema resistente	A: Nueva construcción y/o reparación según norma.	A: Edificación construida luego del año 2000, con asesoramiento técnico	A
	B: Elementos de arriostre horizontales y verticales	B: Edificación construida antes del año 2000, con asesoramiento técnico	
	C: Deficiencias en confinamiento y proceso constructivo	C: Edificación construida luego del año 2000, con escaso asesoramiento	
	D: Muros sin confinar	D: Edificación construida antes del año 2000, con escaso asesoramiento	

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Parámetro	Criterio de evaluación		Observación
	Albañilería confinada	Pórticos de concreto	
Calidad del sistema resistente	A: Muros de alta calidad, con mortero y dimensiones de juntas adecuadas, y unidades de albañilería verticalmente alineadas.	A: Materiales en buen estado con adecuado proceso constructivo, el f_c actual supera al f_c esperado	A
	B: La edificación carece de al menos una de las características del inciso A.	B: Materiales en buen estado, pero el f_c actual es ligeramente inferior al f_c esperado (menos de 10%)	
	C: La edificación carece de dos características del inciso A.	C: Materiales en estado regular, el f_c actual es notablemente inferior al f_c esperado	
	D: La edificación no cumple con ninguna de las características del inciso A.	D: Materiales en mal estado, el f_c actual es notablemente inferior al f_c esperado	



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI
 COLEGIO SAN JUAN
 MÓDULO 3 PABELLÓN E**

Dirección:	Av. Inca Garcilazo de la Vega S/N		
Pabellón:	E	Módulo:	3
Ocupación:	Institución educativa	Fecha:	21.08.24

Parámetro 3: Resistencia convencional

Parámetro	Criterio de evaluación		Observación
	Albañilería confinada	Pórticos de concreto	
Resistencia convencional	A: Mayor a 1	A: Mayor a 1.20	B
	B: Entre 0.6 a 1	B: Entre 0.8 a 1.20	
	C: Entre 0.4 a 0.6	C: Entre 0.6 a 0.8	
	D: Valor menor a 0.4	D: Valor menor a 0.6	

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Posición del edificio y de la cimentación	A: Cimentación en terreno estable con pendientes $\leq 10\%$.	B
	B: Cimentación en roca con pendientes entre 10% y 30%, o en terreno suelto con pendientes entre 10% y 20%.	
	C: Cimentación en terreno suelto con pendientes entre 20% y 30%, o en terreno rocoso con pendientes entre 30% y 50%.	
	D: Cimentación en terreno suelto con pendientes mayores al 30%, o en terreno rocoso con pendientes superiores al 50%.	

Parámetro 5: Diafragmas horizontales

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Diafragmas horizontales	A: Diafragmas que no tienen planos inclinados, tienen baja deformabilidad y conexión efectiva con los muros.	A
	B: Diafragma que cumple con todas las condiciones del criterio A, excepto una. Presenta irregularidad en planta.	
	C: Diafragma que cumple con todas las condiciones del criterio A, excepto dos. Presenta irregularidad en altura.	
	D: Diafragma que cumple con todas las condiciones del criterio A, excepto tres. Presenta irregularidad en planta y altura.	

Parámetro 6: Configuración de planta

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Configuración en planta	A: $\beta_1 \geq 0.8$ o $\beta_2 \leq 0.133$	B
	B: $0.6 \leq \beta_1 < 0.8$ o $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$	
	C: $0.4 \leq \beta_1 < 0.6$ o $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$	
	D: $\beta_1 < 0.4$ o $0.3 < \beta_2$	



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI
COLEGIO SAN JUAN
MÓDULO 3 PABELLÓN E

Dirección:	Av. Inca Garcilazo de la Vega S/N		
Pabellón:	E	Módulo:	3
Ocupación:	Institución educativa	Fecha:	21.08.24

Parámetro 7: Configuración en elevación

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Configuración en elevación	A: Si $0.75 < T/H$	A
	B: Si $0.50 < T/H \leq 0.75$	
	C: Si $0.25 < T/H \leq 0.50$	
	D: Si $T/H \leq 0.25$	

Parámetro 8: Separación máxima entre muros

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Distancia máxima entre muros	A: " $L/S < 15$ ".	C
	B: " $15 \leq L/S < 18$ ".	
	C: " $18 \leq L/S < 25$ ".	
	D: " $L/S \geq 25$ ".	

Parámetro 9: Tipos de cubierta

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Tipo de cubierta	A: Cubierta estable.	B
	B: Conexión cubierta – muro adecuada	
	C: Cubierta plana	
	D: Cubierta inestable	

Parámetro 10: Elementos no estructurales

Parámetro	Criterio de evaluación	Observación
Elementos no estructurales	A/B: El edificio no tiene cornisas, parapetos ni balcones, tiene cornisas bien conectadas, chimeneas pequeñas y ligeras, y balcones integrados a los forjados estructurales.	A
	C: El edificio tiene elementos externos pequeños y mal conectados a la estructura.	
	D: El edificio tiene elementos arquitectónicos pesados y mal conectados, y balcones con malas conexiones y contruidos después de la estructura principal.	



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE BENEDETTI-PETRINI
 COLEGIO SAN JUAN
 MÓDULO 3 PABELLÓN E**

Dirección:	Av. Inca Garcilazo de la Vega S/N		
Pabellón:	E	Módulo:	3
Ocupación:	Institución educativa	Fecha:	21.08.24

Parámetro 11: Estado de conservación

Parámetro	Criterio de evaluación		Observación
	Albañilería confinada	Pórticos de concreto	
Estado de conservación	A: Muros en buena condición, sin fisuras visibles	A: Buen estado	B
	B: Muros en buena condición, pero con fisuras pequeñas	B: Ligeramente dañado	
	C: No presenta fisuras, pero se encuentra en mal estado de conservación	C: Notablemente dañado	
	D: Muros con fuerte deterioro en sus componentes	D: Mal estado de conservación	

Parámetros de Calificación y Cálculo de la Vulnerabilidad Sísmica

	Parámetro	Calificación	Clases (Ki)	Peso (Wi)	Parcial
1	Organización del sistema resistente	A	0	1	0
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25	0
3	Resistencia convencional	B	5	1.5	7.5
4	Posición del edificio y de la cimentación	B	5	0.75	3.75
5	Diafragmas horizontales	A	0	1	0
6	Configuración en planta	B	5	0.5	2.5
7	Configuración en elevación	A	0	1	0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25	6.25
9	Tipo de cubierta	B	5	1	5
10	Elementos no estructurales	A	0	0.25	0
11	Estado de conservación	B	5	1	5
	Índice de vulnerabilidad				30
	Porcentaje de vulnerabilidad				6.06%
	Nivel de vulnerabilidad				Baja



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21**

Calificación de las construcciones

Ítem	Descripción
W1	Construcciones unifamiliares o plurifamiliares de mts o más pisos.
W2A	Edificio de madera ligera de gran altura (edificio residencial). Área de construcción de mts de 3000 pies cuadrados - 28 m2
W2	Construcción de madera comercial e industrial con un área más grande a 2000 pies2 - 46 m2
B1	Construcción de acero resistente a la flexión.
B2	Construcciones de acero con arriostrados.
B3	Construcciones de metal ligero.
B4	Construcciones de acero con placas de concreto.
B5	Construcciones de acero con muros de ladrillo no reforzados.
C1	Construcciones de concreto resistente a los momentos.
C2	Construcciones de concreto con placas.
C3	Construcciones de concreto con muros de ladrillo no reforzados.
FC1	Edificio inclinados.
FC2	Construcciones con concreto prefabricado.
RM1	Construcciones de ladrillo reforzadas, con pilas y diafragmas flexibles.
RM2	Construcciones de ladrillo reforzadas, con pilas diafragmas rígidos.
URM	Construcciones con muros de construcción de ladrillo a reforzar.
SB1	Construcciones prefabricadas.

Calificación del índice de vulnerabilidad	
Índice	Descripción
5 <= I <= 6	Muy alta
4 <= I <= 5	Alta
3 <= I <= 4	Mediana
2 <= I <= 3	Baja
1 <= I <= 2	Muy baja



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21

MÓDULO I PABELLÓN C

Tipo de edificación	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje de inicio	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Irregularidad vertical severa, Vif	-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, Vif	-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	-0.6	NA
Irregularidad de planta, PIF	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-código	-0.8	-0.9	-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
Post-benchmark	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
Tipo de suelo 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
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	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	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, Smm	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	1.4
Puntaje final nivel I, SIF=5mm											0.2						
Porcentaje de vulnerabilidad											93.3%						
Nivel de vulnerabilidad											Muy alta						



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21**

Parámetro	A		C	
	1	2	1	2
Método	C3	C4	C3	C4
Tipo de edificación	1.4	1.4	1.4	1.4
Puntaje de inicio	1.4	1.4	1.4	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Irregularidad de planta, PIF	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Pre-código	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Post-benchmark	NA	NA	NA	NA
Tipo de suelo A o B	0.7	0.7	0.7	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Puntaje mínimo, Simm	0.3	0.3	0.3	0.3
SIF--5mm	0.9	0.2	0.9	0.2
Porcentaje de vulnerabilidad	70%	93.3%	70%	93.3%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Muy alta	Media	Muy alta



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21**

Parámetro	B
Método	I
Tipo de edificación	C3
Puntaje de inicio	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5
Irregularidad de planta, PIF	-0.6
Pre-código	-0.1
Post-benchmark	NA
Tipo de suelo A o B	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4
Puntaje mínimo, Simm	0.3
SIF--5mm	0.9
Porcentaje de vulnerabilidad	70%
Nivel de vulnerabilidad	Medta



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21

MÓDULO 2 PABELLÓN I

Tipo de edificación	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje de inicio	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Irregularidad vertical severa, Vif	-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, Vif	-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 de planta, PIF	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-código	-0.8	-0.9	-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
Post-benchmark	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
Tipo de suelo 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
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	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	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, Smm	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	1.4
Puntaje final nivel 1, SIF=5mm											0.9						
Porcentaje de vulnerabilidad											70.00%						
Nivel de vulnerabilidad											Media						



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21**

Parámetro	I	
	1	2
Módulo	C3	C4
Tipo de edificación	1.4	1.4
Puntaje de inicio		
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5	-0.5
Irregularidad de planta, PIF	-0.6	-0.6
Pre-código	-0.1	-0.1
Post-benchmark	NA	NA
Tipo de suelo A o B	0.7	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4	-0.4
Puntaje mínimo, Simm	0.3	0.3
SIF--5mm	0.9	0.9
Porcentaje de vulnerabilidad	70%	70%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Media



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21
 COLEGIO SANTA RAFAELA MARÍA

MÓDULO I PABELLÓN I

	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	CI	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Tipo de edificación	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Puntaje de riesgo																	
Irregularidad vertical severa, Vif	-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, Vifm	-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	-0.6	-0.5
Irregularidad de planta, PI	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5
Pre-sedillo	-0.8	-0.9	-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
Piso-benchmark	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
Tipo de suelo 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
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	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	-0.4	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, S _{min}	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	1.4
Puntaje final nivel I, S _{IF} =5mm																	
Porcentaje de vulnerabilidad																	
Nivel de vulnerabilidad																	
											90.0%						
											Alta						



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21**

Parámetro	1
Método	1
Tipo de edificación	C3
Puntaje de inicio	1.4
Irregularidad vertical severa, Vif	-0.8
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.5
Irregularidad de planta, Pif	-0.6
Pre-código	-0.1
Post-benchmark	NA
Tipo de suelo A o B	0.7
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.4
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.4
Puntaje mínimo, Simm	0.3
SIF--5mm	0.3
Porcentaje de vulnerabilidad	90%
Nivel de vulnerabilidad	Alto



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21
 COLEGIO SAN JUAN

MÓDULO 1 Y 2 PABELLÓN D

	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Tipo de edificación	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Puntaje de riesgo																	
Irregularidad vertical severa, V1r	-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, V1r	-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	-0.6	-0.5
Irregularidad de planta, PH	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-sedillo	-0.8	-0.9	-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
Piso-benchmark	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
Tipo de suelo 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
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	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	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, Sum	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	1.4
Puntaje final nivel 1, SIP=5mm									1.50								
Porcentaje de vulnerabilidad									50.0%								
Nivel de vulnerabilidad									Medio								



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21

MÓDULO 3 Y 4 PABELLÓN E

Tipo de edificación	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje de inicio	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Irregularidad vertical severa, Vif	-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, Vif	-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	-0.6	NA
Irregularidad de planta, PIF	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-código	-0.8	-0.9	-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
Post-benchmark	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
Tipo de suelo 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
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	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	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, Smm	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	1.50	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4
Puntaje final nivel 1, SIF=5mm																	
Porcentaje de vulnerabilidad									50.0%								
Nivel de vulnerabilidad									Medio								



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21

MÓDULO 5 Y 3 PABELLÓN F

Tipo de edificación	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje de inicio	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Irregularidad vertical severa, Vif	-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, Vif	-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	-0.6	NA
Irregularidad de planta, PIF	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-código	-0.8	-0.9	-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
Post-benchmark	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
Tipo de suelo 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
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	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	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, Smm	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	1.50	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4
Puntaje final nivel 1, SIF=5mm																	
Porcentaje de vulnerabilidad									50.0%								
Nivel de vulnerabilidad									Medio								



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21

MÓDULO 1 PABELLÓN C

Tipo de edificación	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje de inicio	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Irregularidad vertical severa, Vif	-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, Vif	-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	-0.6	NA
Irregularidad de planta, PIF	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-código	-0.8	-0.9	-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
Post-benchmark	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
Tipo de núcleo 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
Tipo de núcleo E (1-3 pisos)	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	-0.4
Tipo de núcleo E (>3 pisos)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Puntaje mínimo, Smm	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	1.50	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4
Puntaje final nivel 1, SIF=5mm																	
Porcentaje de vulnerabilidad									50.0%								
Nivel de vulnerabilidad									Medio								



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DEL FEMA P-154 ATC21

Pabelón	D	D	E	E	F	F	C
Módulo	1	2	3	4	5	3	1
Tipo de edificación	CI	CI	CI	CI	CI	CI	CI
Puntaje de inicio	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Irregularidad vertical severa, Vif	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Irregularidad vertical moderada, Vif	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Irregularidad de planta, PIF	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
Pre-código	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Post-benchmark	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Tipo de suelo A o B	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Tipo de suelo E (1-3 pisos)	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo E (> 3 pisos)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Puntaje mínimo, Simm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
SIF--5mm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Porcentaje de vulnerabilidad	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Nivel de vulnerabilidad	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Evaluación del índice de vulnerabilidad sísmica de los colegios de la ciudad de Chota, 2023 para la descripción de acciones de intervención estructural

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE CERI**

	Parámetro Estructural	Ponderación
1	Tipo de edificio	
A	Construcciones de concreto con placas.	5
B	Construcción con pórticos de concreto armado	10
C	Construcción de albañilería confinada con pórticos de concreto	15
D	Construcción de albañilería confinada	20
2	Año de construcción	
A	Mayor a 2000	5
B	De 1990 a 2000	10
C	De 1970 a 1990	15
D	Menor a 1970	20
3	Irregularidad vertical	3
4	Piso Blando	5
5	Irregularidad Torsional	3
6	Irregularidad en planta	3
7	Columnas cortas	5
8	Elevación	5
9	Golpeteo	3
10	Revestimiento pesado	3
11	Daño visible	5
Parámetro de cimentación		
12	Tipo de suelo	
A	Rígido	0
B	Intermedio	5
C	Blando	10
13	Potencial de licuefacción	10
14	Tipo de cimentación	
	Cimentación corrida	3
	Cimentación corrida y zapatas	2
	Zapatas y/o placas	1
15	Estabilidad del talud	10
	Total	108

Vulnerabilidad	Riesgos Iv
< 30%	Baja
30% a 50%	Media
> 50%	Alta



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE CERI
 COLEGIO ABEL CARBAJAL PÉREZ**

Parámetros de Calificación y Cálculo de la Vulnerabilidad Sísmica

	Parámetro	Módulo 1	Módulo 2
		Pabellón A	Pabellón C
1	Tipo de edificio	15	15
2	Año de construcción	10	10
3	Irregularidad vertical	0	3
4	Piso Blando	0	0
5	Irregularidad Torsional	0	3
6	Irregularidad en planta	0	3
7	Columnas cortas	0	0
8	Elevación	0	0
9	Golpeteo	0	0
10	Revestimiento pesado	3	3
11	Daño visible	5	5
12	Tipo de suelo	5	5
13	Potencial de licuefacción	0	0
14	Tipo de cimentación	2	2
15	Estabilidad del talud	0	10
	Puntaje final	40	59
	Porcentaje de vulnerabilidad	37.04%	54.63%
	Nivel de vulnerabilidad	Media	Alta

COLEGIO ALMIRANTE MIGUEL GRAU - AGROPECUARIO

Parámetros de Calificación y Cálculo de la Vulnerabilidad Sísmica

	Parámetro	Módulo 1
		Pabellón B
1	Tipo de edificio	15
2	Año de construcción	20
3	Irregularidad vertical	0
4	Piso Blando	0
5	Irregularidad Torsional	0
6	Irregularidad en planta	0
7	Columnas cortas	0
8	Elevación	0
9	Golpeteo	0
10	Revestimiento pesado	3
11	Daño visible	5
12	Tipo de suelo	5
13	Potencial de licuefacción	0
14	Tipo de cimentación	2
15	Estabilidad del talud	0
	Puntaje final	50
	Porcentaje de vulnerabilidad	46.30%
	Nivel de vulnerabilidad	Media



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE CERİ**

COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS

Parámetros de Calificación y Cálculo de la Vulnerabilidad Sísmica

Parámetro	Módulo 1	Módulo 2
	Pabellón 1	Pabellón 1
1 Tipo de edificio	15	15
2 Año de construcción	20	20
3 Irregularidad vertical	0	0
4 Piso Blando	0	0
5 Irregularidad Torsional	0	0
6 Irregularidad en planta	0	0
7 Columnas cortas	0	0
8 Elevación	0	0
9 Golpeteo	0	0
10 Revestimiento pesado	3	3
11 Daño visible	5	5
12 Tipo de suelo	5	5
13 Potencial de licuefacción	0	0
14 Tipo de cimentación	2	2
15 Estabilidad del talud	0	0
Puntaje final	50	50
Porcentaje de vulnerabilidad	46.30%	46.30%
Nivel de vulnerabilidad	Media	Media

COLEGIO SANTA RAFAELA MARÍA

Parámetros de Calificación y Cálculo de la Vulnerabilidad Sísmica

Parámetro	Módulo 1
	Pabellón 1
1 Tipo de edificio	15
2 Año de construcción	10
3 Irregularidad vertical	3
4 Piso Blando	0
5 Irregularidad Torsional	3
6 Irregularidad en planta	3
7 Columnas cortas	0
8 Elevación	0
9 Golpeteo	0
10 Revestimiento pesado	3
11 Daño visible	5
12 Tipo de suelo	5
13 Potencial de licuefacción	0
14 Tipo de cimentación	2
15 Estabilidad del talud	5
Puntaje final	54
Porcentaje de vulnerabilidad	50.00%
Nivel de vulnerabilidad	Alta



**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA
 MÉTODO DE CERI**

COLEGIO SAN JUAN

Parámetros de Calificación y Cálculo de la Vulnerabilidad Sísmica

Módulo	1	2	3	4	5
Pabellón	D	D	E	E	F
1 Tipo de edificio	15	15	15	15	15
2 Año de construcción	5	5	5	5	5
3 Irregularidad vertical	0	0	0	0	0
4 Piso Blando	0	0	0	0	0
5 Irregularidad Torsional	0	0	0	0	0
6 Irregularidad en planta	0	0	0	0	0
7 Columnas cortas	0	0	0	0	0
8 Elevación	0	0	0	0	0
9 Golpeteo	0	0	0	0	0
10 Revestimiento pesado	0	0	0	0	0
11 Daño visible	0	0	0	0	0
12 Tipo de suelo	5	5	5	5	5
13 Potencial de licuefacción	0	0	0	0	0
14 Tipo de cimentación	2	2	2	2	2
15 Estabilidad del talud	0	0	0	0	0
Puntaje final	27	27	27	27	27
Porcentaje de vulnerabilidad	25%	25%	25%	25%	25%
Nivel de vulnerabilidad	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Módulo	3	1			
Pabellón	F	C			
1 Tipo de edificio	15	15			
2 Año de construcción	5	5			
3 Irregularidad vertical	0	0			
4 Piso Blando	0	0			
5 Irregularidad Torsional	0	0			
6 Irregularidad en planta	0	0			
7 Columnas cortas	0	0			
8 Elevación	0	0			
9 Golpeteo	0	0			
10 Revestimiento pesado	0	0			
11 Daño visible	0	0			
12 Tipo de suelo	5	5			
13 Potencial de licuefacción	0	0			
14 Tipo de cimentación	2	2			
15 Estabilidad del talud	0	0			
Puntaje final	27	27			
Porcentaje de vulnerabilidad	25%	25%			
Nivel de vulnerabilidad	Baja	Baja			

MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI

Colegio	Pabellón	Módulo	Índice de vulnerabilidad	Porcentaje de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	157.5	31.82%	Media
Comercio	C	1	212.5	42.93%	Alta
Agropecuario	B	1	87.5	17.68%	Media
SCJ	1	1	98.75	19.95%	Media
SCJ	1	2	97.5	19.70%	Media
Santa Rafaela	1	1	147.5	29.80%	Media
San Juan	D	1	36.25	7.32%	Baja
San Juan	D	2	31.25	6.31%	Baja
San Juan	E	3	30	6.06%	Baja
San Juan	E	4	41.25	8.33%	Baja
San Juan	F	5	41.25	8.33%	Baja
San Juan	F	3	30	6.06%	Baja
San Juan	C	1	37.5	7.58%	Baja

MÉTODO FEMA P-154

Colegio	Pabellón	Módulo	Índice de vulnerabilidad	Porcentaje de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	0.9	70%	Media
Comercio	C	1	0.2	93%	Muy alta
Agropecuario	B	1	0.9	70%	Media
SCJ	1	1	0.9	70%	Media
SCJ	1	2	0.9	70%	Media
Santa Rafaela	1	1	0.3	90%	Alta
San Juan	D	1	1.50	50%	Media
San Juan	D	2	1.50	50%	Media
San Juan	E	3	1.50	50%	Media
San Juan	E	4	1.50	50%	Media
San Juan	F	5	1.50	50%	Media
San Juan	F	3	1.50	50%	Media
San Juan	C	1	1.50	50%	Media

MÉTODO CERI

Colegio	Pabellón	Módulo	Índice de vulnerabilidad	Porcentaje de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	40	37.0%	Media
Comercio	C	1	59	54.6%	Alta
Agropecuario	B	1	50	46.3%	Media
SCJ	1	1	50	46.3%	Media
SCJ	1	2	50	46.3%	Media
Santa Rafaela	1	1	54	50.0%	Alta
San Juan	D	1	27	25.0%	Baja
San Juan	D	2	27	25.0%	Baja
San Juan	E	3	27	25.0%	Baja
San Juan	E	4	27	25.0%	Baja
San Juan	F	5	27	25.0%	Baja
San Juan	F	3	27	25.0%	Baja
San Juan	C	1	27	25.0%	Baja

MÉTODO DE BENEDETTI PETRINI

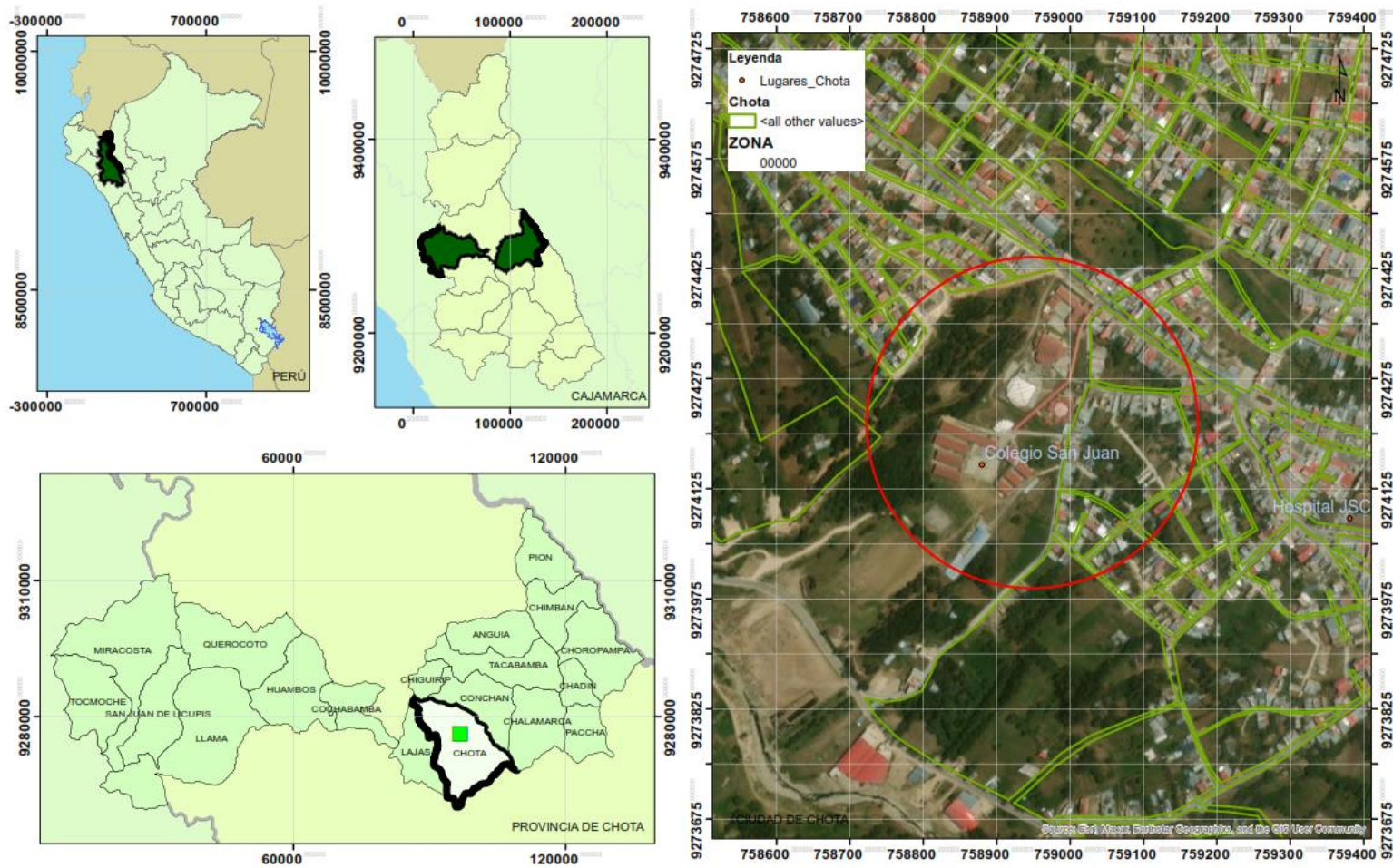
Colegio	Pabellón	Módulo	Método de Benedetti Petri			Método FEMA P-154			Método CERI		
			Iv	%	Nivel de vulnerabilidad	Iv	%	Nivel de vulnerabilidad	Iv	%	Nivel de vulnerabilidad
Comercio	A	1	157.5	31.82%	Media	0.9	70%	Media	40	37.0%	Media
Comercio	C	1	212.5	42.93%	Alta	0.2	93%	Muy alta	59	54.6%	Alta
Agropecuario	B	1	87.5	17.68%	Media	0.9	70%	Media	50	46.3%	Media
SCJ	1	1	98.75	19.95%	Media	0.9	70%	Media	50	46.3%	Media
SCJ	1	2	97.5	19.70%	Media	0.9	70%	Media	50	46.3%	Media
Santa Rafaela	1	1	147.5	29.80%	Media	0.3	90%	Alta	54	50.0%	Alta
San Juan	D	1	36.25	7.32%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	D	2	31.25	6.31%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	E	3	30	6.06%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	E	4	41.25	8.33%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	F	5	41.25	8.33%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	F	3	30	6.06%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja
San Juan	C	1	37.5	7.58%	Baja	1.50	50%	Media	27	25.0%	Baja





Nota: Iv índice de vulnerabilidad

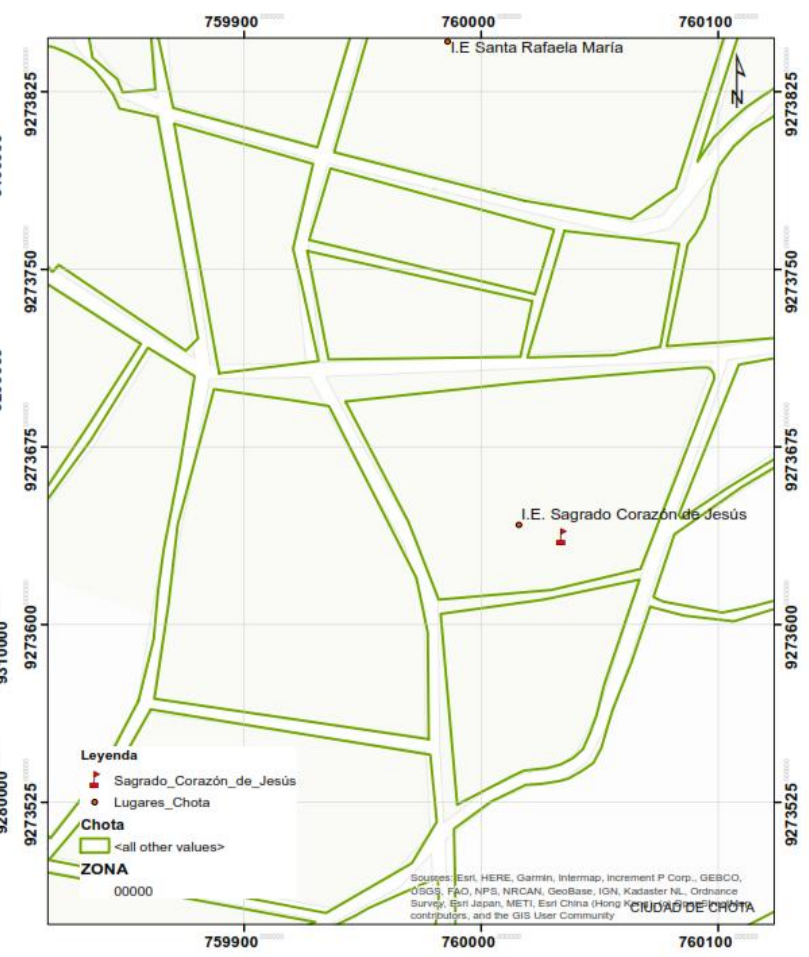
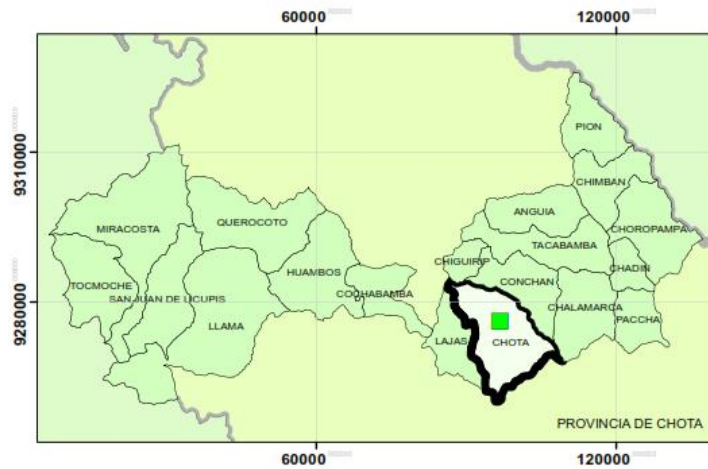
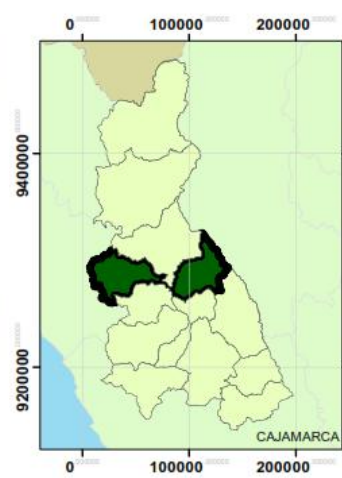
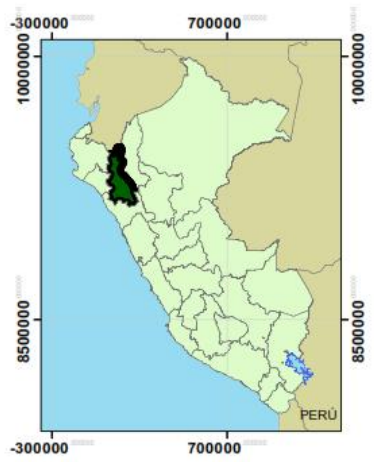
Vulnerabilidad sísmica					
Colegio	Pabellón	Módulo	Porcentaje Benedetti Petri	Iv por el método de FEMA P-154	Porcentaje CERI
Comercio	A	1	31.82%	0.9	37.0%
Comercio	C	1	42.93%	0.2	54.6%
Agropecuario	B	1	17.68%	0.9	46.3%
SCJ	1	1	19.95%	0.9	46.3%
SCJ	1	2	19.70%	0.9	46.3%
Santa Rafaela	1	1	29.80%	0.3	50.0%
San Juan	D	1	7.32%	1.5	25.0%
San Juan	D	2	6.31%	1.5	25.0%
San Juan	E	3	6.06%	1.5	25.0%
San Juan	E	4	8.33%	1.5	25.0%
San Juan	F	5	8.33%	1.5	25.0%
San Juan	F	3	6.06%	1.5	25.0%
San Juan	C	1	7.58%	1.5	25.0%

Anexo H. Planos

MAPAS DE UBICACIÓN



		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL	Plano: PLANO DE UBICACIÓN DEL COLEGIO SAN JUAN CHOTA	Mapa: U-1
		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
			Fecha: Abril, 2025 Escala: 1:4,725		

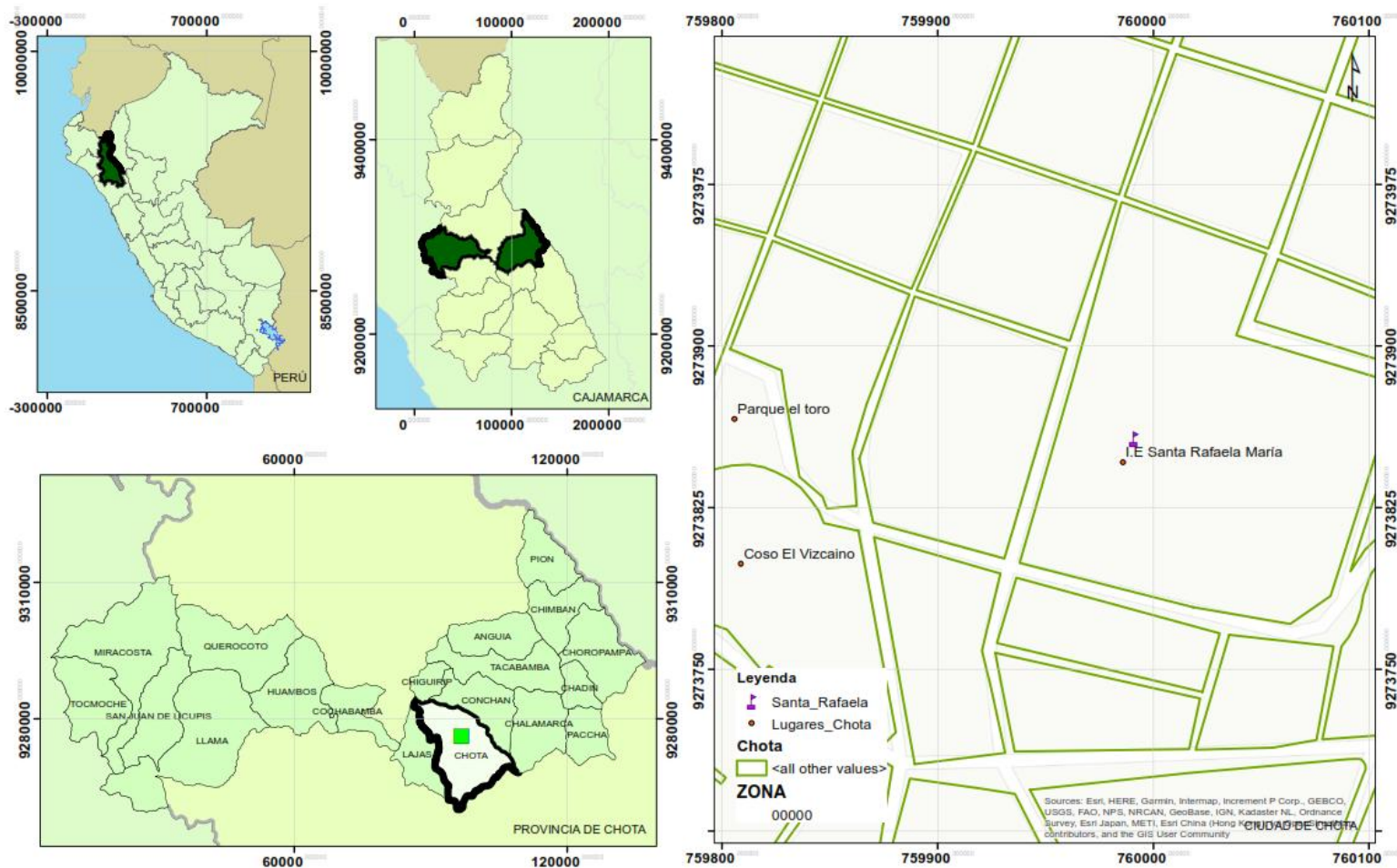


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL
Presentado por: Bach. EVER YONY CIEZA BENAVIDES Asesor: Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ

Plano: **PLANO DE UBICACIÓN DE LA I.E.S. SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS**
Fecha: Abril, 2023 Escala: 1:1,614

Mapa: **U-1**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

Presentado por: Bach. EVER YONY CIEZA BENAVIDES Asesor: Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ

Plano: **PLANO DE UBICACIÓN DE LA I.E.S. SANTA RAFAELA MARIA**

Fecha: Abril, 2023 Escala: 1:1,614

Mapa: **U-1**

MAPAS DE CALICATAS



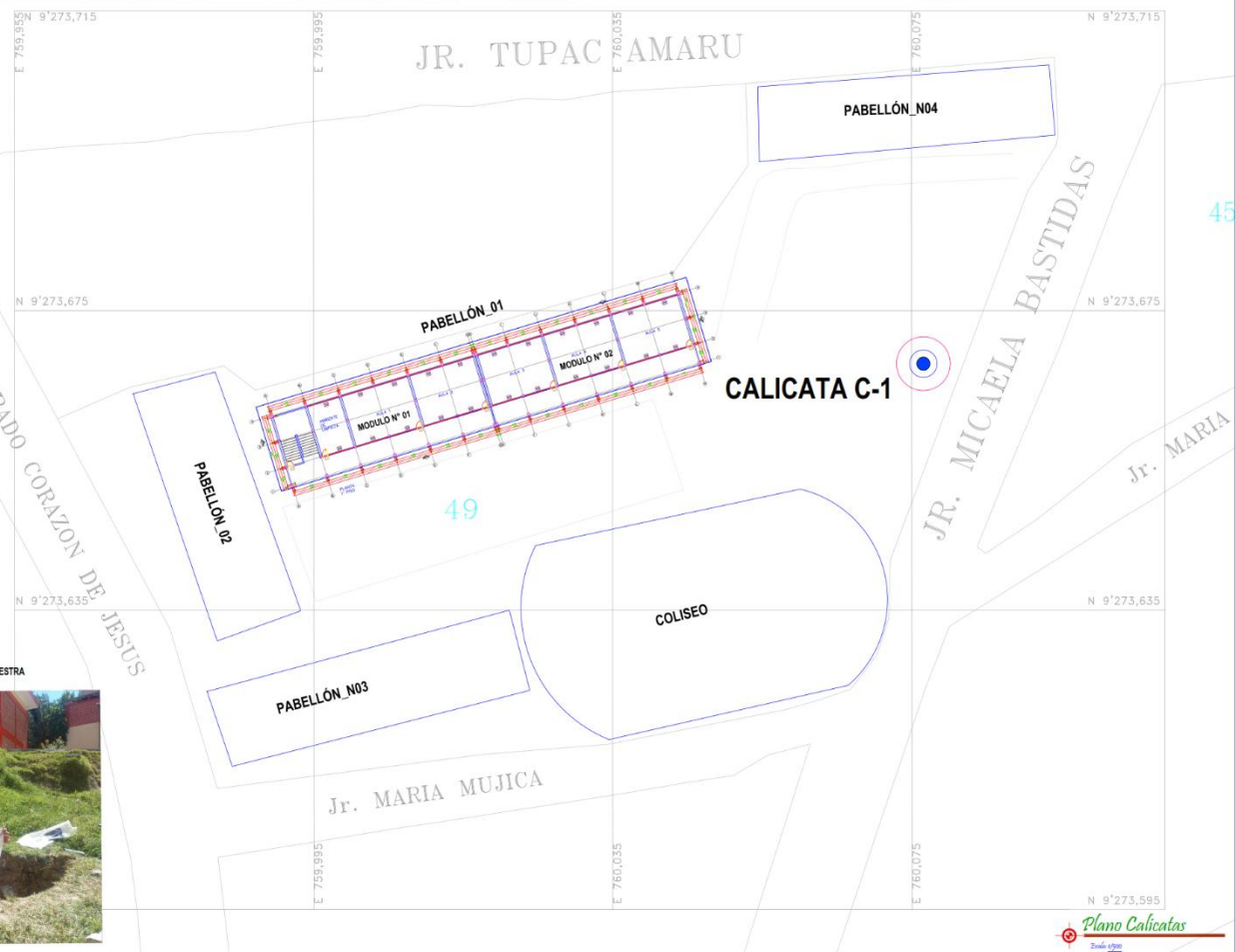
DESCRIPCIÓN GENERAL	Código:	C-1
	Colegio:	Sagrado
	Área total (m²)	581.808
	Norma aplicada	E.050 (MVCS)
	Nº de calicatas	1
CÁLCULO DE LA Contribución	Profundidad (m)	2.5
	Observaciones	Cumple criterio normativo
ALTURA	Tipo de edificación	III
	Área construida (m²)	581.808
	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m²
	Número de calicatas requeridas	0.646
	Número de calicatas ejecutadas	1.00
ALTURA	Profundidad de excavación (e) en m	p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 m

LEYENDA	
	Punto de Muestra
	Alcance
	Módulo de estado

VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRA



71



45

49

Plano Calicatas

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>	<p>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL</p>		<p>PLANO : CALICATA C-1</p>	<p>REVISADO POR: Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ</p>	<p>ESCALA: 1/500</p>	<p>CODIGO: PC - 01</p>
	<p>REGIÓN: CAJAMARCA</p>	<p>PROVINCIA: CHOTA</p>	<p>DISTRITO: CHOTA</p>	<p>COLEGIO: CORAZÓN DE JESÚS</p>	<p>DISEÑO: Ing. EVER YONY CIEZA BENAVIDES</p>	<p>FECHA: AGOSTO 2025</p>



DESCRIPCIÓN GENERAL	
Código	C-2
Colegio	Almirante M.G.
Área total (m ²)	840
Norma aplicada	E.050 (MIVCS)
Nº de calicatas	1
Profundidad (m)	2.5
Observaciones	Cumple criterio normativo

CÁLCULO DE LA CANTIDAD	
Tipo de edificación	III
Área construida (m ²)	840
Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²
Número de calicatas requeridas	0.933
Número de calicatas ejecutadas	1.00

ALTURA	
Profundidad de excavación (p) en m	$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5$ m



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: CHOTA

PLANO: CALICATA C-2

COLEGIO: AGROPECUARIO

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ

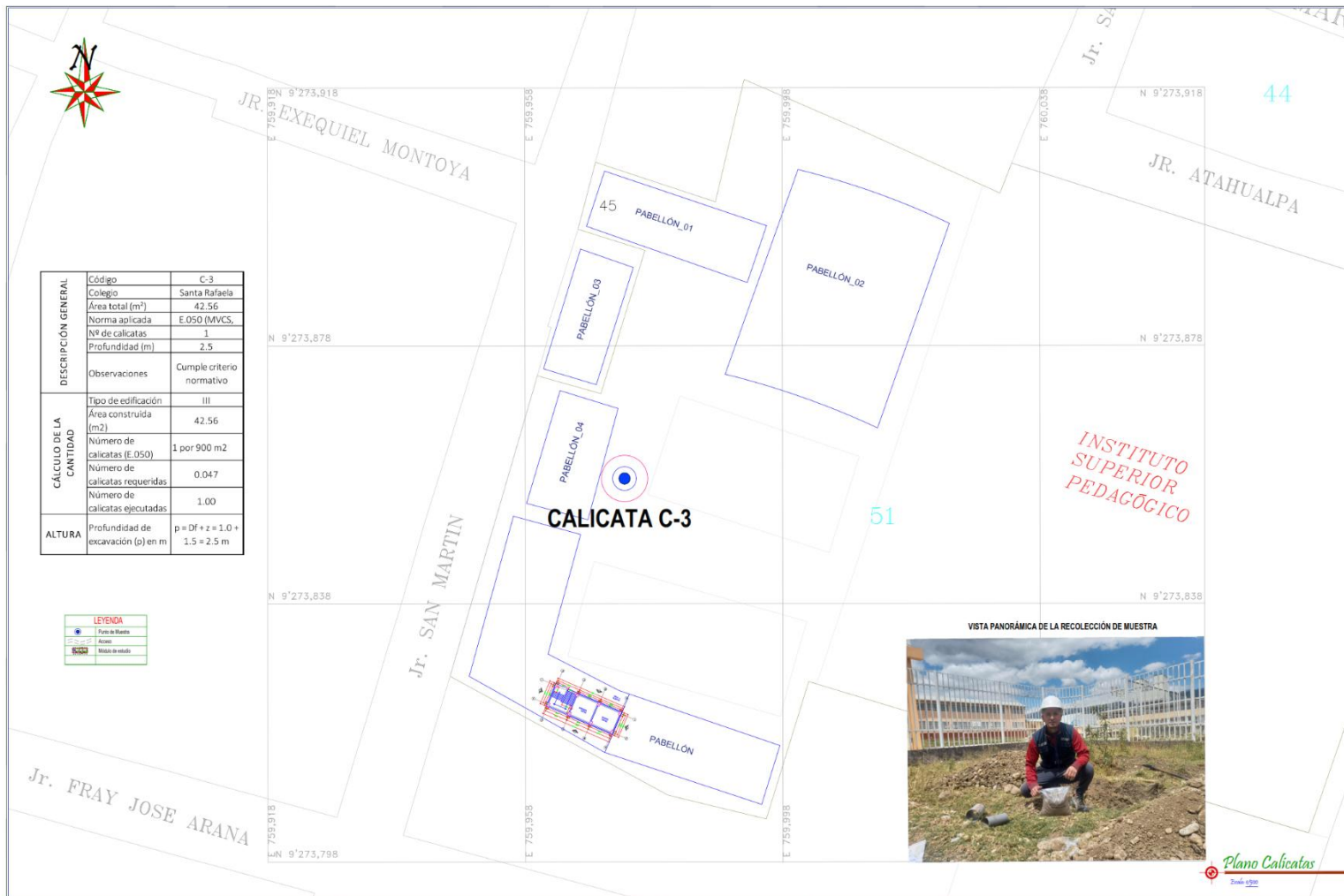
DESEÑO:
Ing. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/500

FECHA:
AGOSTO 2025

CODIGO:

PC - 02



Plano Calicatas
Zona 0302

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>	<p>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL</p>	<p>PLANO : CALICATA C-3</p>	<p>REVISADO POR: Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ</p>	<p>ESCALA: 1/500</p>	<p>CODIGO: PC - 03</p>
	<p>REGION: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: CHOTA</p>	<p>COLEGIO: SANTA RAFAELA MARIA</p>	<p>DISEÑO: Ing. EVER YONY CIEZA BENAVIDES</p>	<p>FECHA: AGOSTO 2025</p>	



DESCRIPCIÓN GENERAL	Código	C-4
	Colegio	San Juan
	Área total (m ²)	840
	Norma aplicada	E.050 (MVCS)
	Nº de calicatas	1
CÁLCULO DE LA CANTIDAD	Profundidad (m)	2.5
	Observaciones	Cumple criterio normativo
ALTURA	Tipo de edificación	III
	Área construida (m ²)	840
	Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²
	Número de calicatas requeridas	0.933
	Número de calicatas ejecutadas	1.00
ALTURA	Profundidad de excavación (p) en m	p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 m



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRA



LEYENDA	
	Punto de muestra
	Acceso
	Módulo de estudio

CALICATA C-4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO : CALICATA C-4
COLEGIO : SAN JUAN

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ
DISEÑO:
Ing. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/500
FECHA:
AGOSTO 2025

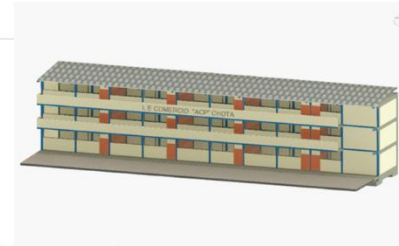
CODIGO:

PC - 04

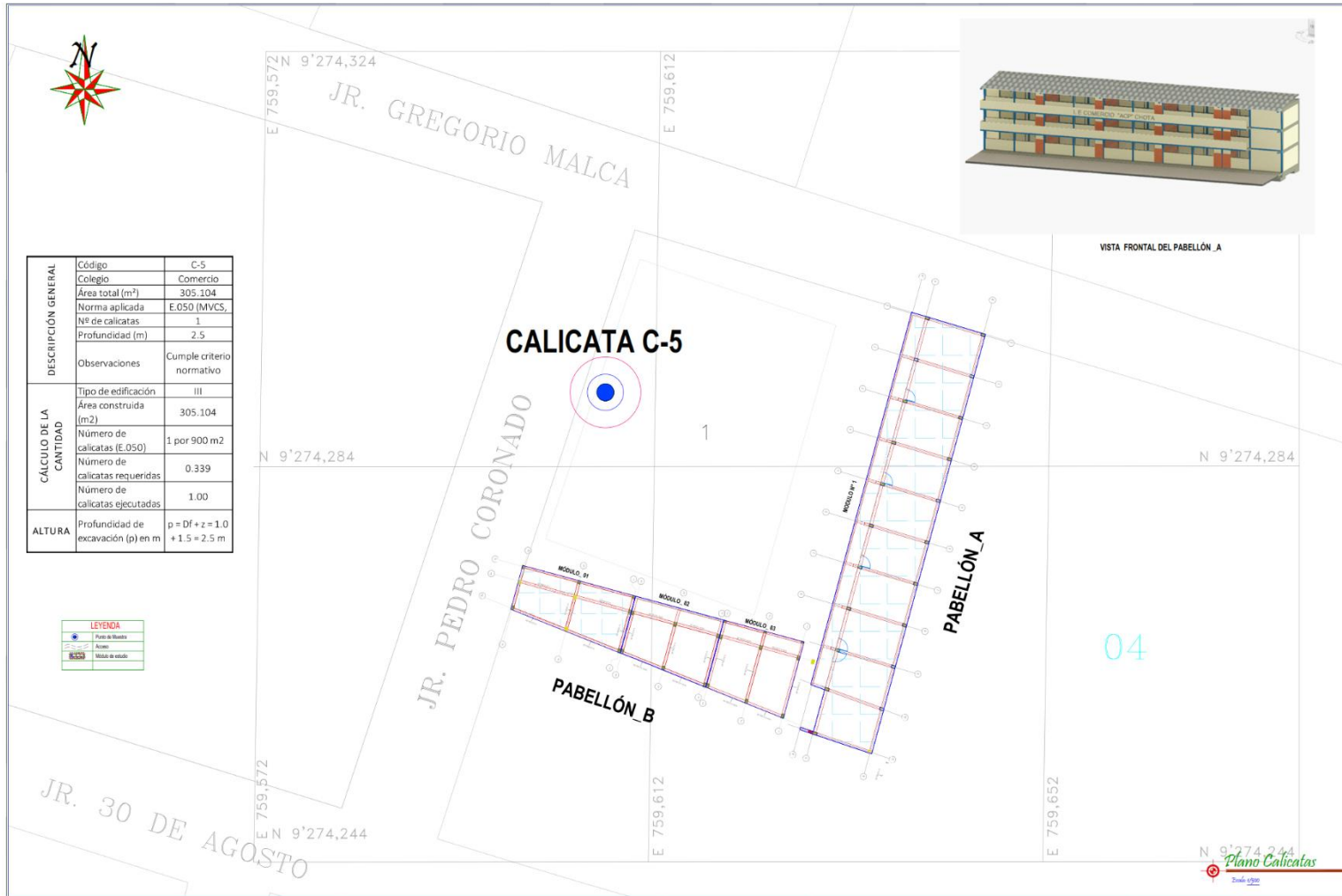


DESCRIPCIÓN GENERAL	
Código	C-5
Colegio	Comercio
Área total (m ²)	305.104
Norma aplicada	E.050 (MVCS)
Nº de calicatas	1
Profundidad (m)	2.5
Observaciones	Cumple criterio normativo
CÁLCULO DE LA CANTIDAD	
Tipo de edificación	III
Área construida (m ²)	305.104
Número de calicatas (E.050)	1 por 900 m ²
Número de calicatas requeridas	0.339
Número de calicatas ejecutadas	1.00
ALTURA	
Profundidad de excavación (p) en m	$p = Df + z = 1.0 + 1.5 = 2.5 \text{ m}$

LEYENDA	
	Punto de Bombo
	Alarma
	Malla de estado



VISTA FRONTAL DEL PABELLÓN A



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: CHOTA

PLANO: CALICATA C-5

COLEGIO: ABEL CARBAJAL PÉREZ
COMERCIO

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ

DISEÑO:
Bach. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

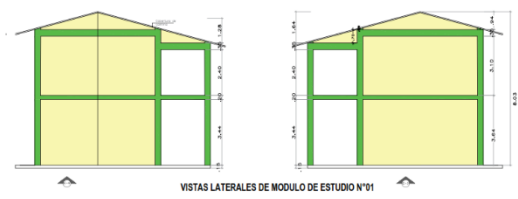
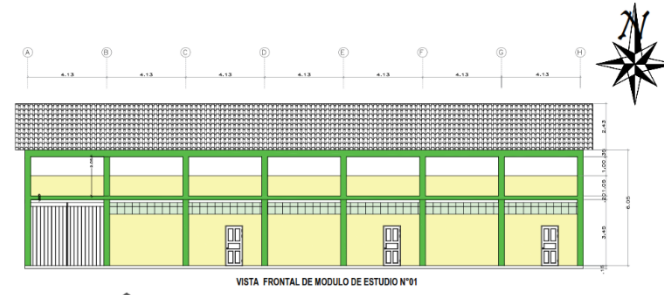
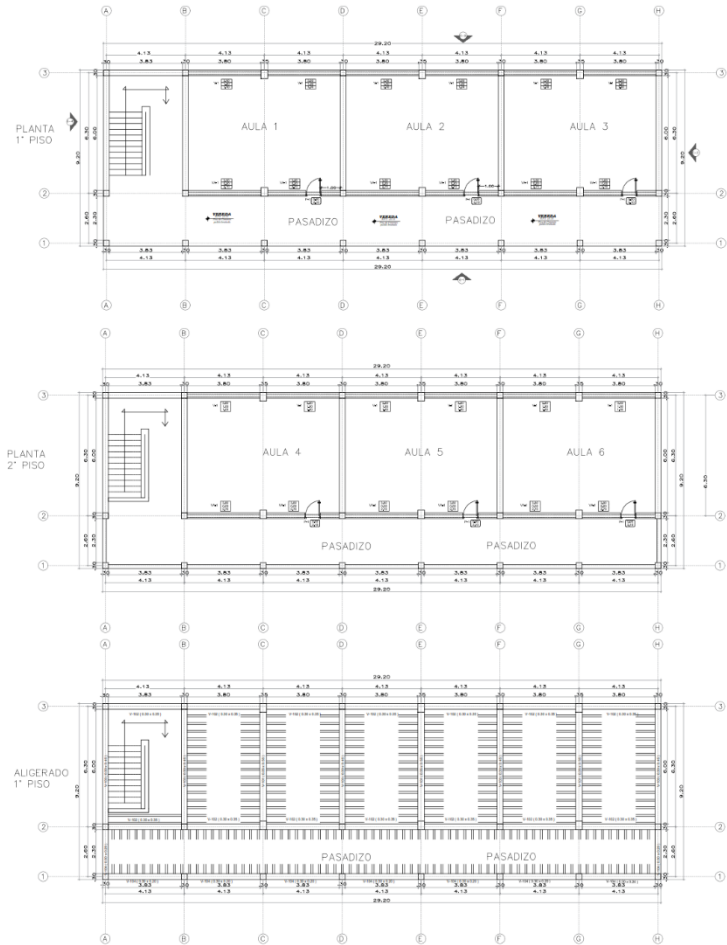
ESCALA:
1/500

FECHA:
AGOSTO 2025

CODIGO:

PC - 05

MAPAS DE PUNTOS DE ESCLEROMETRÍA



COLEGIO AGROPECUARIO			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (35 cm x 45 cm) Eje 2-2 Intersección con eje C-C, primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	0.8
Columna 1 (35 cm x 45 cm) Eje 2-2 Intersección con eje C-C, segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.3
Columna 2 (35 cm x 45 cm) Eje E-E Intersección con eje 2-2, primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	0.8
Columna 2 (35 cm x 45 cm) Eje E-E Intersección con eje 2-2, segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.3
Viga 104 (30 cm x 20 cm) Eje 1-1, tramo del eje B al eje C	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Viga 101 (35 cm x 55 cm) Eje C-C tramo del Eje 2 al Eje 3	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Viga 101 (35 cm x 55 cm) Eje E-E tramo del Eje 2 al Eje 3	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.45
Losa Aligerada (20 cm) entre Eje 1-2 y Eje C-D	Textura rugosa	90°	3.65
Losa Aligerada (20 cm) entre Eje 1-2 y Eje B-C	Textura rugosa	90°	3.65
Losa Aligerada (20 cm) entre Eje 1-2 y Eje C-D	Textura rugosa	90°	3.65

Plano En Planta
Diseño 1/100



EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de ubicación de acelerometría
COLEGIO: AGROPECUARIO

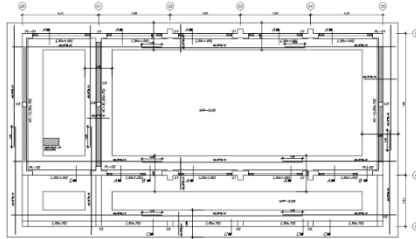
REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÓRSEZ

DISEÑO:
Bach. RYER YONY CIEZA BENAVIDES

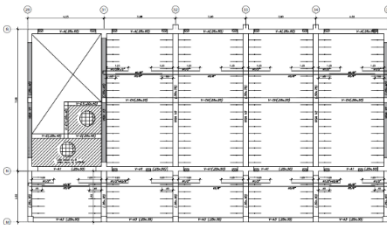
ESCALA:
1/100

FECHA:
AGOSTO 2025

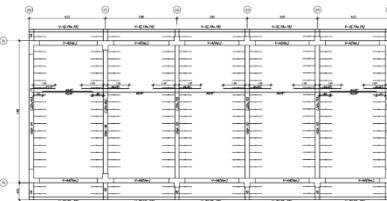
CÓDIGO:
PESC-01



ZUNTA DE DIMENSION (Plano C)
ESCALA 1/50



ENCORADO P/ TECHO (Plano C)
ESCALA 1/50



ENCORADO P/ TECHO (Plano C)
ESCALA 1/50



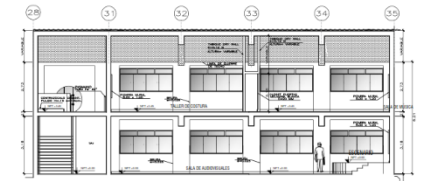
ENCORADO P/ TECHO (Plano C)
ESCALA 1/50



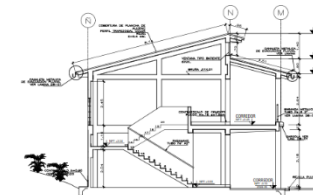
ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1/75



ELEVACION POSTERIOR
ESCALA 1/75



CORTE LONGITUDINAL C-C
ESCALA 1/75



CORTE TRANSVERSAL B-B
ESCALA 1/75



COLEGIO SAN JUAN			
Plano C - MÓDULO 01			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Área de ensayo
Columna "T" Ø 80 m x 0.25 m x 0.30 cm Eje 2-2 IZQ - derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna "T" Ø 80 m x 0.25 m x 0.30 cm Eje 2-2 IZQ - derecha Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	4.95
Columna "T" Ø 80 m x 0.25 m x 0.30 cm Eje 4-4 IZQ - derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna "T" Ø 80 m x 0.25 m x 0.30 cm Eje 4-4 IZQ - derecha Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	4.95
Algo Principal (30 cm x 20 cm) Eje 1-2 IZQ - derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.18
Algo Secundaria (30 cm x 20 cm) Eje A-A IZQ - derecha Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	6.05
Algo Principal (30 cm x 20 cm) Eje 4-4 IZQ - derecha Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.18
losa Aligerada (20 cm) Eje 1-3 y Eje 2 - Primer piso	Textura rugosa	0°	3.45
losa Aligerada (20 cm) Eje 3-3 y Eje 4-4 Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
losa Aligerada (20 cm) Eje 3-3 y Eje 4-4 Cose primer piso (Columba)	Textura rugosa	91°	3.45

Plano En Planta
Escala 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

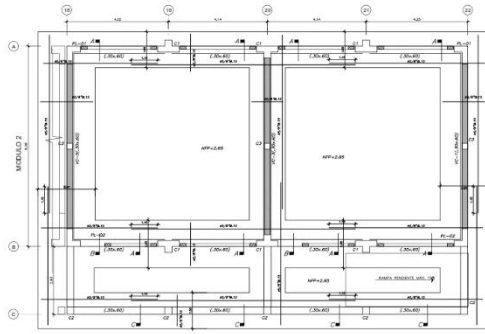
DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de esleozometría
COLEGIO: SAN JUAN

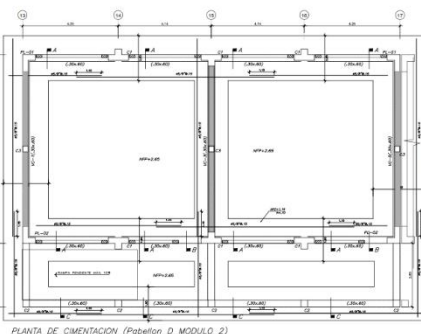
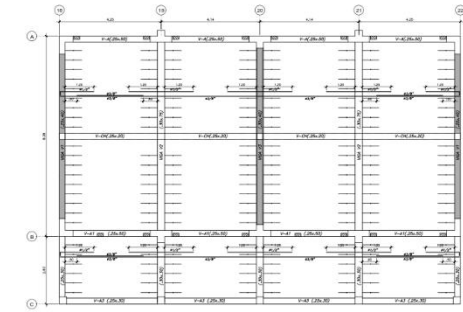
REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÓRSE
DISEÑO:
Inch. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/75
FECHA:
AGOSTO 2025

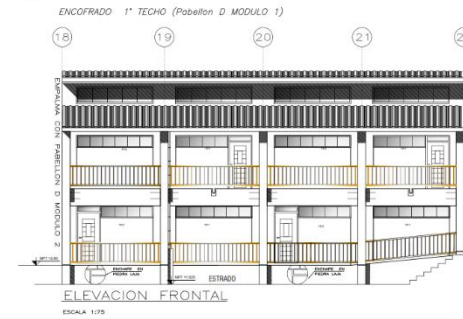
CÓDIGO:
PESC-04



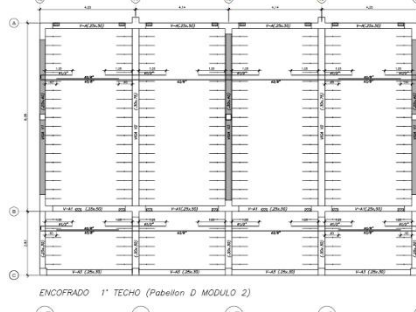
PLANTA DE CIMENTACION (Pabellón D, MÓDULO 1)
ESCALA: 1/50



PLANTA DE CIMENTACION (Pabellón D, MÓDULO 2)
ESCALA: 1/50



ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/75



ENCOFRADO 1º TECHO (Pabellón D, MÓDULO 2)
ESCALA: 1/75



ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/75



COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN D - MÓDULO 01			
Ubicación y elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 19-13 intersección con Eje B-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 19-13 intersección con Eje B-8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 21-21 intersección con Eje B-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 19-19 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 19-19 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 21-21 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 21-21 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 20-21 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 18-20 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 18-20 y ejes D-C primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

COLEGIO SAN JUAN			
PABELLÓN D - MÓDULO 02			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	ra de ensayo
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 14-14 intersección con Eje B-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 14-14 intersección con Eje B-8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.95
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 16-16 intersección con Eje B-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1.5
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 14-14 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 14-14 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 15-15 tramo del eje A al Eje B Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 15-15 tramo del eje A al Eje B Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 13-15 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 15-17 y ejes A-B Primer piso	Textura rugosa	90°	3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 15-17 y ejes B-C Primer piso (corredor)	Textura rugosa	90°	3.45

Plano En Planta
Escala 1/75



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGION:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de electroseñal
COLEGIO: SAN JUAN

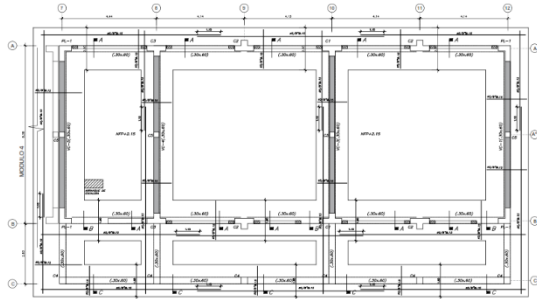
REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSE
DISEÑO:
Inch. YVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/75

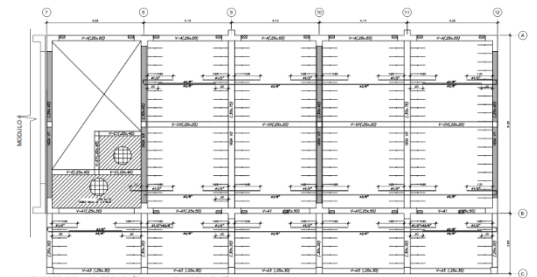
FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:

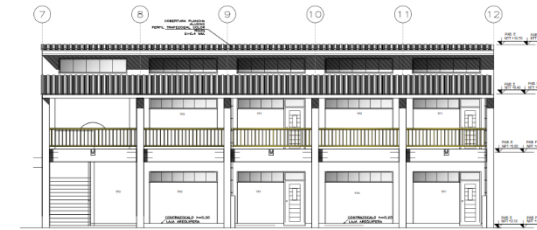
PESC-01



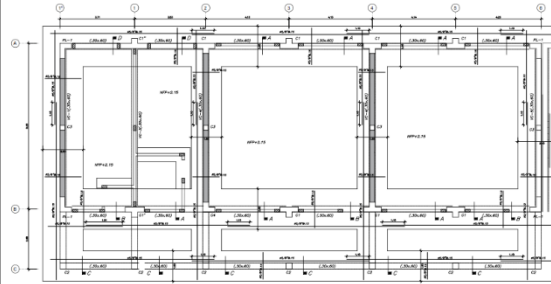
PLANTA DE CIMENTACIÓN (Pabellón E, MÓDULO 3)
ESCALA: 1/20



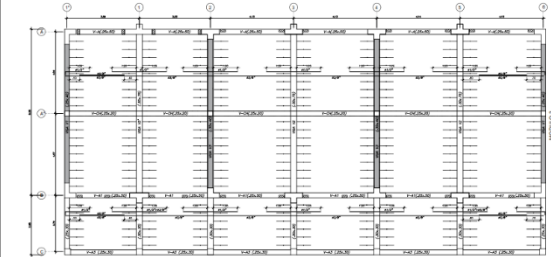
ENCORCADO - 1° TECHO (Pabellón E, MÓDULO 3)



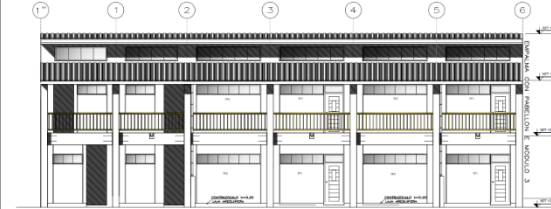
ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/20



PLANTA DE CIMENTACIÓN (Pabellón E, MÓDULO 4)
ESCALA: 1/20



ENCORCADO - 1° TECHO (Pabellón E, MÓDULO 4)



ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/20



COLEGIO SAN JUAN		
PABELLÓN E - MÓDULO 03		
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación y α de ensayo
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 9-9 intersección con Eje 8-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 1.5
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 9-9 intersección con Eje 8-8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 4.95
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 11-11 intersección con Eje 8-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 1.5
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 11-11 intersección con Eje 8-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 4.95
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 9-9 tramo del eje A al Eje 8 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 3.18
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 9-9 tramo del eje A al Eje 8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 11-11 tramo del eje A al Eje 8 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 8-10 y eje 8-8 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 10-12 y eje 8-8 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 10-12 y eje 8-8 Primer piso (continúa)	Textura rugosa	90° 3.45

COLEGIO SAN JUAN		
PABELLÓN E - MÓDULO 04		
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación y α de ensayo
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 3-3 intersección con Eje 8-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 1.5
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 3-3 intersección con Eje 8-8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 4.95
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 5-5 intersección con Eje 8-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 1.5
Columna "T" (0.90 m x 0.25 m x 0.30 cm) Eje 5-5 intersección con Eje 8-8 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 4.95
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 1-3 tramo del eje A al Eje 8 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 3.18
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 1-3 tramo del eje A al Eje 8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) Eje 5-5 tramo del eje A al Eje 8 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0° 3.18
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-4 y eje 8-8 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-4 y eje 8-8 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45
Losa Aligerada (0.20 m) entre los Ejes 4-4 y eje 8-8 Primer piso (continúa)	Textura rugosa	90° 3.45

Plano En Planta
Zona 072



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGION:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de sismología
COLEGIO: SAN JUAN

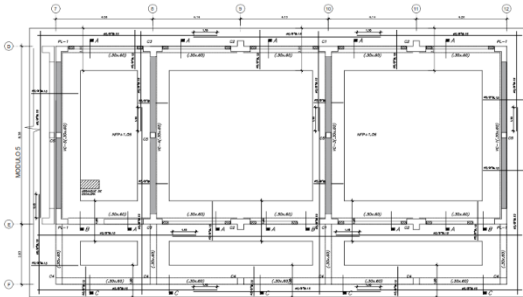
REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSE
DISEÑO:
Bach. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/75

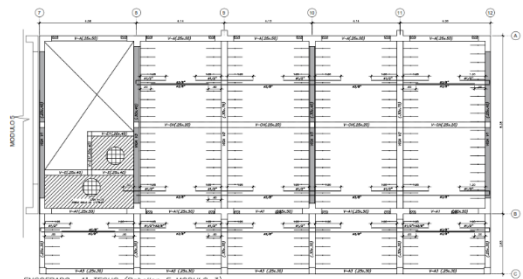
FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:

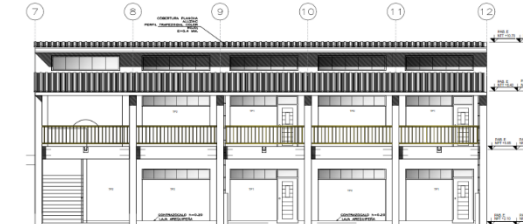
PESC-02



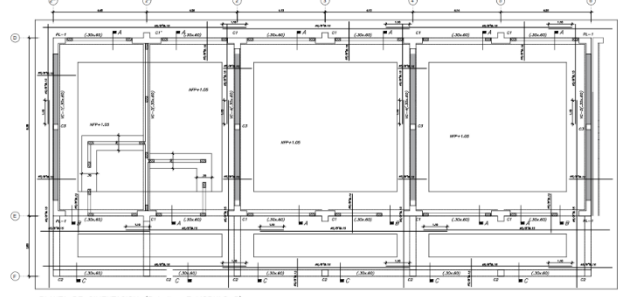
PLANTA DE CIMENTACIÓN (Pabellón F. MÓDULO 3)
ESCALA: 1/50



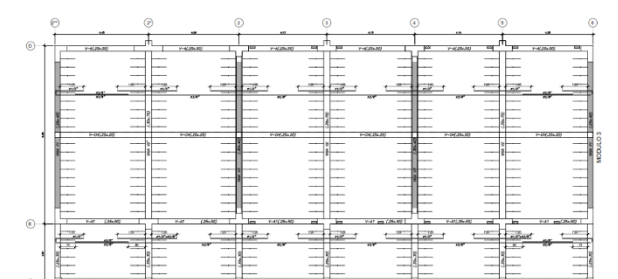
ENCORRADO 1° TECHO (Pabellón F. MÓDULO 3)
ESCALA: 1/50



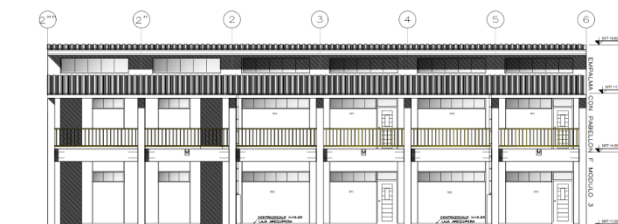
ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/75



PLANTA DE CIMENTACIÓN (Pabellón F. MÓDULO 5)
ESCALA: 1/50



ENCORRADO 1° TECHO (Pabellón F. MÓDULO 5)
ESCALA: 1/50



ELEVACION FRONTAL
ESCALA: 1/75



COLEGIO SAN JUAN PABELLÓN F. - MÓDULO 05		
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación de ensayo
Columna T ¹ Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 3-3 intersección con Eje F-1 Primer piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 1.5
Columna T ² Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 3-3 intersección con Eje F-1 Segundo piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 4.95
Columna T ³ Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 5-5 intersección con Eje F-1 Primer piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 1.5
Columna T ⁴ Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 5-5 intersección con Eje F-1 Primer piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 4.95
Viga Principal (30 cm x 75 cm) [Eje 3-3 tramo del eje D al E] Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 3.18
Viga Principal (30 cm x 75 cm) [Eje 3-3 tramo del eje D al E] Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) [Eje 5-5 tramo del eje D al E] Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 3.18
Línea Alargada (Ø 20 mm) entre los Ejes 2-4 y eje D-1 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45
Línea Alargada (Ø 20 mm) entre los Ejes 2-4 y eje D-1 Segundo piso	Textura rugosa	90° 3.45
Línea Alargada (Ø 20 mm) entre los Ejes 10-12 y eje E-1 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45

COLEGIO SAN JUAN PABELLÓN F. - MÓDULO 03		
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación de ensayo
Columna T ¹ Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 9-9 intersección con Eje E-1 Primer piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 1.5
Columna T ² Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 9-9 intersección con Eje E-1 Segundo piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 4.95
Columna T ³ Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 11-11 intersección con Eje E-1 Primer piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 1.5
Columna T ⁴ Ø 300 m x 0.25 m x 0.30 cm [Eje 11-11 intersección con Eje E-1 Segundo piso]	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 4.95
Viga Principal (30 cm x 75 cm) [Eje 9-9 tramo del eje D al E] Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 3.18
Viga Principal (30 cm x 75 cm) [Eje 9-9 tramo del eje D al E] Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 6.05
Viga Principal (30 cm x 75 cm) [Eje 11-11 tramo del eje D al E] Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0° 3.18
Línea Alargada (Ø 20 mm) entre los Ejes 8-10 y eje D-1 Primer piso	Textura rugosa	0° 3.45
Línea Alargada (Ø 20 mm) entre los Ejes 10-12 y eje D-1 Primer piso	Textura rugosa	90° 3.45
Línea Alargada (Ø 20 mm) entre los Ejes 10-12 y eje E-1 Primer piso	Textura rugosa	91° 3.45

Plano En Planta
Zona 072

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGION: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de acústica

COLEGIO: SAN JUAN

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSE

DISEÑO:
Bach. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

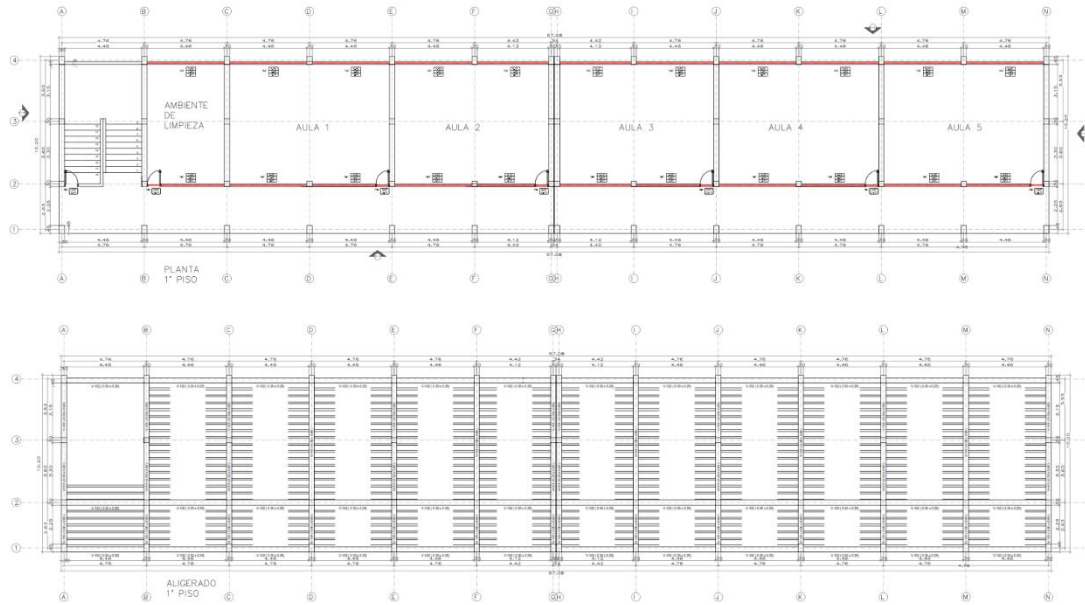
ESCALA:
1/75

FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:
PESC-03



PABELLÓN_01



COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS PABELLÓN 01 - MÓDULO 01			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje P-F intersección con Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje P-F intersección con Eje 4-4 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	2.8
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje P-F intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	4.25
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje P-F intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	6.95
Viga 101 (80 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 2 al Eje 3 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.05
Viga 101 (80 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 3 al Eje 4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.05
Viga 101 (80 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 2 al Eje 4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	6.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje P-4 y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje P-6 y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje P-8 y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25

COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS PABELLÓN 01 - MÓDULO 01			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje K intersección con Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje K intersección con Eje 4-4 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	2.8
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje K intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	4.25
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje K intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	6.95
Viga 101 (80 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 2 al Eje 3 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.05
Viga 101 (80 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 3 al Eje 4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.05
Viga 101 (80 cm x 65 cm) Eje K-K tramo del Eje 2 al Eje 4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	6.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje G-11 y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje H-1 y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25
Losa Aligerada (20 cm) entre el Eje L-1 y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25

Plano En Planta
Escala: 1/100

CÓDIGO:
PESC-01



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de sismología
COLEGIO: SAGRADO CORAZÓN
DE JESÚS

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSE

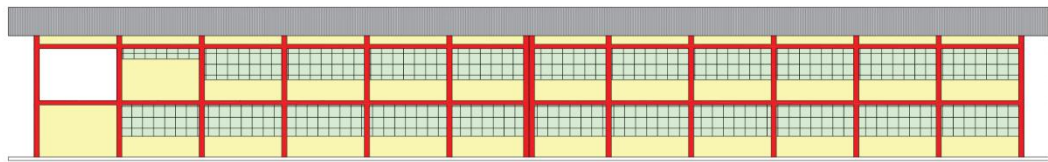
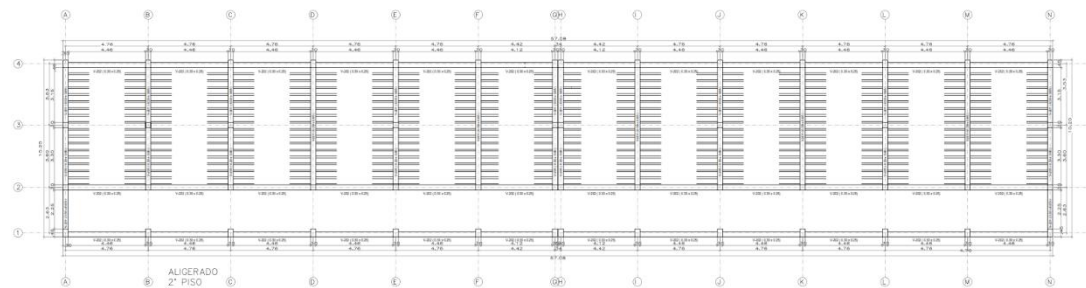
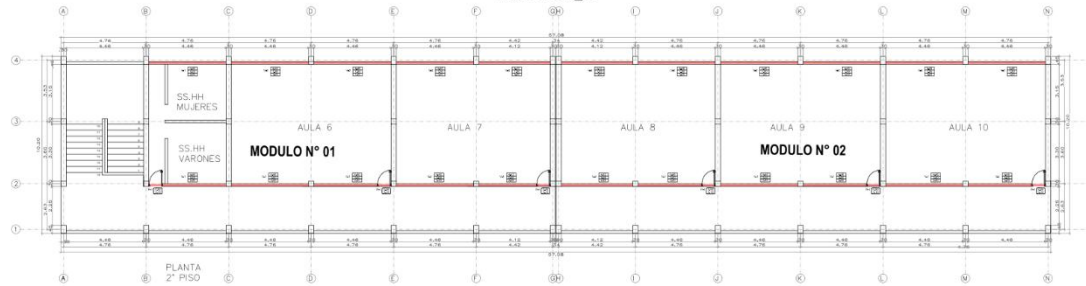
DISEÑO:
Inch. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/100

FECHA:
AGOSTO 2025



PABELLÓN_01



VISTA POSTERIOR DEL PABELLÓN_01

COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS PABELLÓN 01 - MÓDULO 01				
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)	
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje P-F intersección con Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1	
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje I-II intersección con Eje 4-4 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.8	
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje P-F intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.25	
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje I-II intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05	
Viga 101 (30 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 2 al Eje 3 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05	
Viga 101 (30 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 3 al Eje 4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05	
Viga 101 (30 cm x 65 cm) Eje P-F tramo del Eje 2 al Eje 4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.25	
Losas Aligerado (20 cm) entre el Eje I-II y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25	
Losas Aligerado (20 cm) entre el Eje I-II y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25	
Losas Aligerado (20 cm) entre el Eje I-II y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25	

COLEGIO SAGRADO CORAZÓN DE JESÚS PABELLÓN 01 - MÓDULO 02				
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)	
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje K-L intersección con Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	1	
Columna 1 (30 cm x 45 cm) Eje K-L intersección con Eje 4-4 primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	2.8	
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje K-L intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	4.25	
Columna 2 (30 cm x 45 cm) Eje K-L intersección con Eje 4-4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.05	
Viga 101 (30 cm x 65 cm) Eje K-L tramo del Eje 3 al Eje 4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	3.05	
Viga 101 (30 cm x 65 cm) Eje K-L tramo del Eje 2 al Eje 4 segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo	0°	6.25	
Losas Aligerado (20 cm) entre el Eje G-H y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25	
Losas Aligerado (20 cm) entre el Eje H-I y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25	
Losas Aligerado (20 cm) entre el Eje L-M y Eje 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.25	

Plano En Planta
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:

Descripción de los puntos de
análisis de sismología

COLEGIO: SAGRADO CORAZÓN
DE JESÚS

REVISADO POR:

Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSE

DISEÑO:

Ing. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

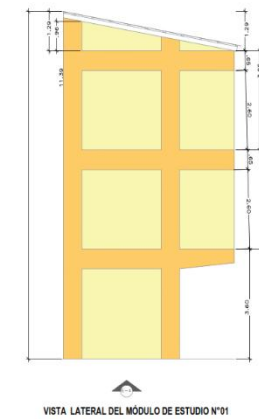
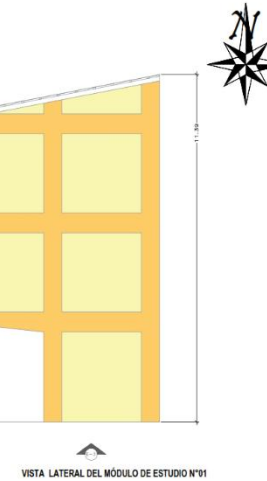
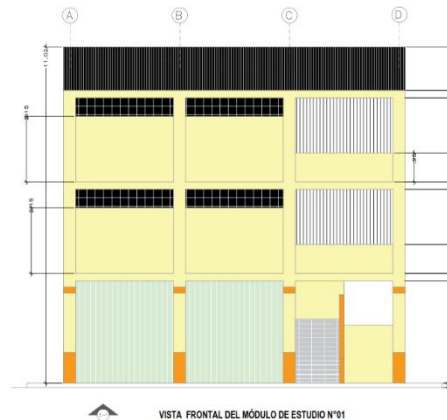
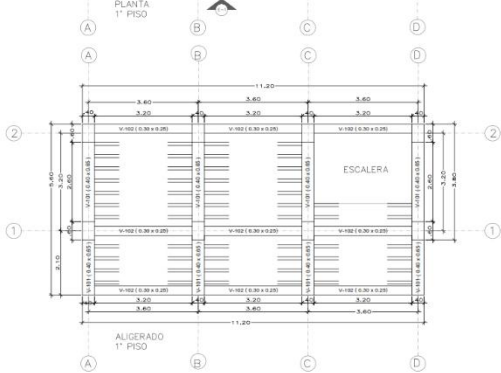
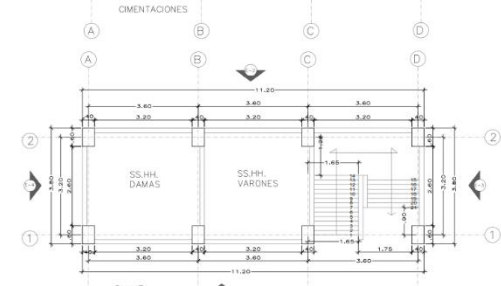
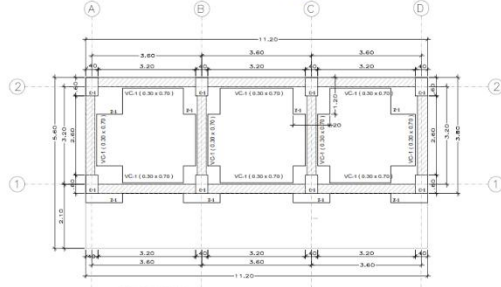
ESCALA:
1/100

FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:

PESC-02

MÓDULO_01



SANTA RAFAELA MARIA			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna 1 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna 1 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna 2 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 1-1 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.35
Viga 101 (40 cm x 65 cm) Eje B-B tramo Eje 1 al eje 2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.1
Viga 101 (40 cm x 65 cm) Eje B-B tramo Eje 1 al eje 2 tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	2.75
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes B-C y Ejes 1-2 primer piso	Textura rugosa	90°	3.55
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes B-C y Ejes 1-2 segundo piso	Textura rugosa	90°	3.2
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes C-D y Ejes 1-2 Losa segundo piso	Textura rugosa	90°	2.95

Plano En Planta
Escala 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:

Descripción de los puntos de
análisis de sismología

COLEGIO: SANTA RAFAELA MARÍA

REVISADO POR:

Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRREZ

DISEÑO:

Ing. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/100

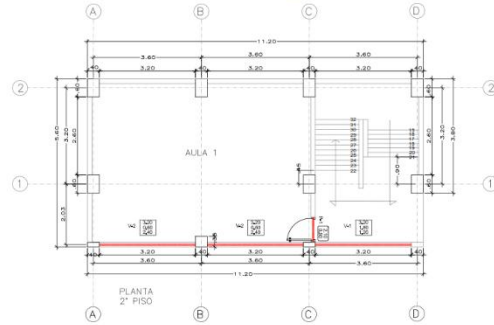
FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:

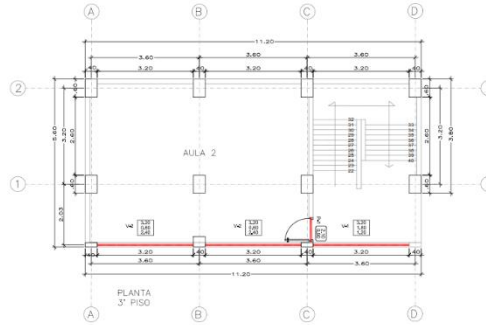
PESC-01



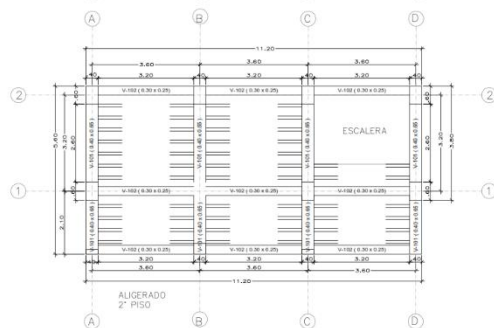
MÓDULO_01



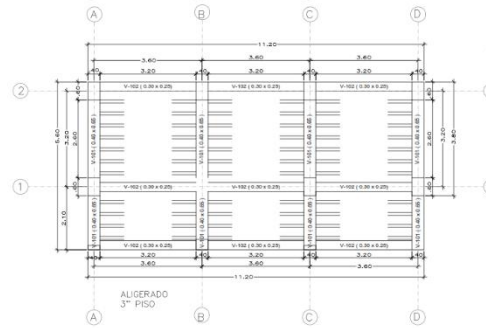
PLANTA 2º PISO



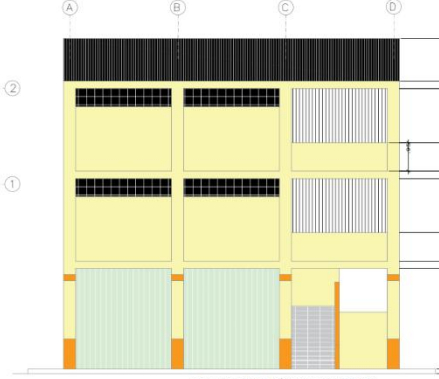
PLANTA 3º PISO



ALIGERADO 2º PISO



ALIGERADO 3º PISO



VISTA LATERAL DEL MÓDULO DE ESTUDIO N°01

SANTA RAFAELA MARÍA			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna 1 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna 2 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna 1 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 2-2 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	1.5
Columna 2 (40 cm x 60 cm) Eje B-B intersección con Eje 1-1 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.35
Viga L01 (40 cm x 65 cm) Eje B-B tramo Eje 1 al eje 2 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.1
Viga L01 (40 cm x 65 cm) Eje B-B tramo Eje 1 al eje 2 tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	2.75
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes B-C y Ejes 1-2 Losa primer piso	Textura rugosa	90°	3.65
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes B-C y Ejes 1-2 Losa segundo piso	Textura rugosa	90°	3.2
Losa Aligerada (20 cm) entre los Ejes C-D y Ejes 1-2 Losa segundo piso	Textura rugosa	90°	2.95

Plano En Planta
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de esleoneztría
COLEGIO: SANTA RAFAELA MARÍA

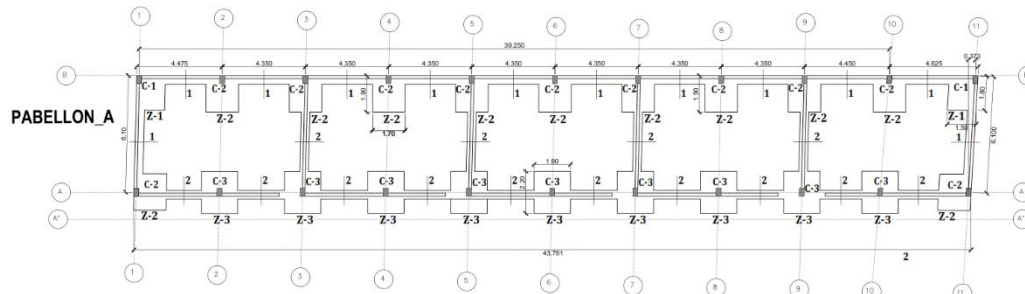
REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÓRSE
DISEÑO:
Bach. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/100

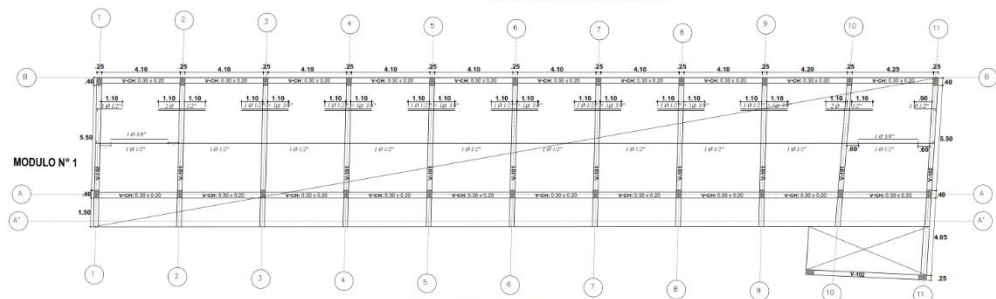
FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:

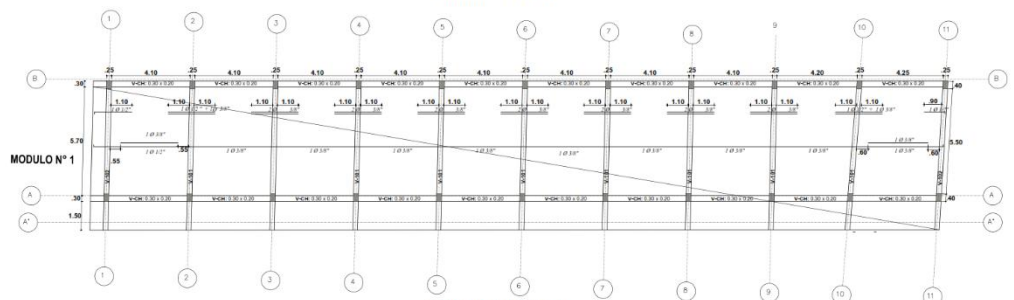
PESC-02



PLANO DE CIMENTACION



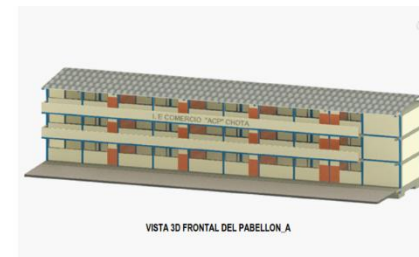
PRIMERA PLANTA



SEGUNDA PLANTA



COLEGIO ABEL CARBAJAL PÉREZ - COMERCIO			
PABELLÓN A, MÓDULO 1			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "Rect." (0.25 m x 0.40 m) Eje 6-6 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	0.4
Columna "Rect." (0.25 m x 0.40 m) Eje 6-6 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.45
Columna "Rect." (0.25 m x 0.40 m) Eje 8-8 Segundo piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	3.4
Columna "Rect." (0.25 m x 0.40 m) Eje 8-8 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	5.7
Columna "Rect." (0.25 m x 0.40 m) Eje 4-4 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	6.2
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 6-6 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	8.25
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 8-8 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	5.9
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 4-4 Primer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	5.9
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 6-6 Tercer piso	Textura acabada y pulida. Materiales cerca de la superficie de ensayo.	0°	8.35
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 7-8 y Eje 6-6 Segundo piso	Textura rugosa	0°	3.2
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 7-8 y Eje 6-6 Tercer piso	Textura rugosa	180°	8.42



VISTA 3D FRONTAL DEL PABELLÓN A

Plano En Planta
Desde 1980



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de electrostática
COLEGIO: COMERCIO

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSEZ
DISEÑO:
Inch. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

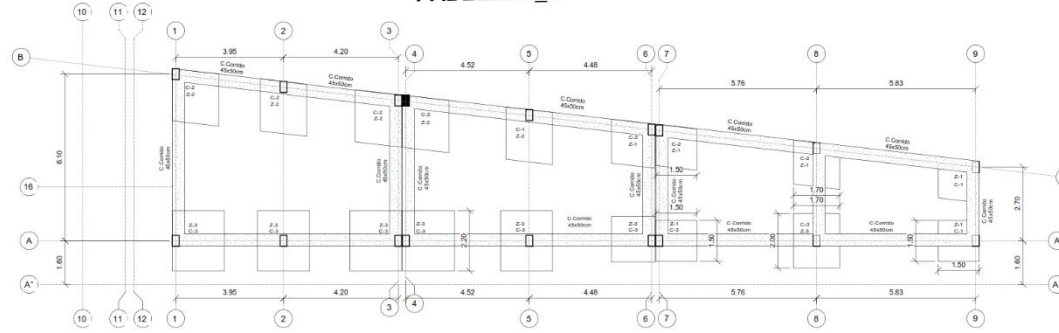
ESCALA:
1/100

FECHA:
AGOSTO 2025

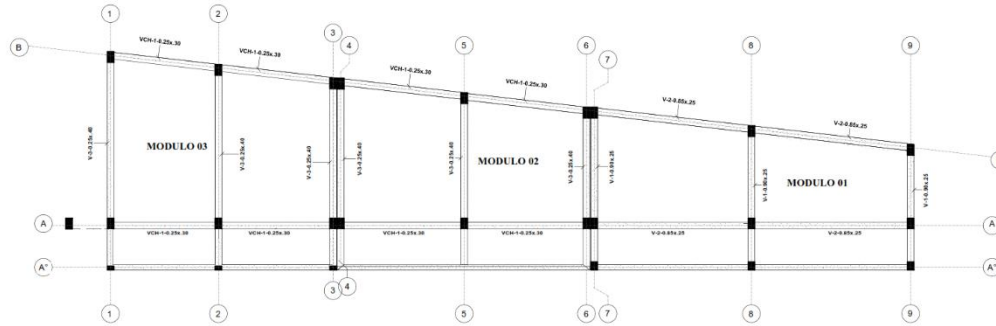
CÓDIGO:

PESC-01

PABELLON_B



PLANO DE CIMENTACION



PLANO DE ALIGERADO

COLEGIO AREL CABALLAL PEREZ - COMERCIO			
PABELLON C - MODULO 3			
Ubicación y Elemento	Características de la superficie	Orientación	Altura de ensayo (m)
Columna "Rect" (0.25 m x 0.40 m) Eje 1-1 Primer piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	0.7
Columna "Rect" (0.25 m x 0.40 m) Eje 1-5 Segundo piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	3.25
Columna "Rect" (0.25 m x 0.40 m) Eje 2-2 Segundo piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	3.05
Columna "Rect" (0.25 m x 0.40 m) Eje 2-2 Tercer piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	5.55
Columna "Rect" (0.25 m x 0.40 m) Eje 3-3 Tercer piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	6.35
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 1-1 Primer piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	8.05
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 2-2 Primer piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	5.65
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 3-3 Segundo piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	5.4
Viga Principal (25 cm x 50 cm) Eje 2-2 Tercer piso	Telera acabada y pulida. Muebles cerca a la superficie de ensayo.	0°	8.35
Losa Aligerada (0.30 m) Eje 1-1 y Eje 2-2 Segundo piso	Telera rugosa	0°	3.1
Losa Aligerada (0.20 m) Eje 2-2 y Eje 3-3 Tercer piso	Telera rugosa	180°	8.6



VISTA 3D FRONTAL DEL PABELLON_B

Plano En Planta
Zona 1000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE
DE LOS COLEGIOS DE LA CIUDAD DE CHOTA, 2023 PARA
LA DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

REGIÓN:
CAJAMARCA

PROVINCIA:
CHOTA

DISTRITO:
CHOTA

PLANO:
Descripción de los puntos de
análisis de no linealidad

COLEGIO: COMERCIO

REVISADO POR:
Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDES NÓRSE

DISEÑO:
Inch. EVER YONY CIEZA BENAVIDES

ESCALA:
1/100

FECHA:
AGOSTO 2025

CÓDIGO:

PESC-02