

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA  
SEÑORA DE FÁTIMA BASADO EN ÍNDICES Y  
ESCLEROMETRÍA, DISTRITO SAN IGNACIO,  
CAJAMARCA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**Autores:** Bach. Jesus Alberto Jaramillo Flores

Bach. Franklin Yosmer Vasquez Vasquez

**Asesores:** Mg. Edinson V. Llamo Goicochea

Dr. Nilthon Arce Fernández

Línea de Investigación: LI\_IC\_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ

Diciembre, 2024

# Jesús A. Jaramillo Flores; Franklin Y. Vásquez Vásq...

## VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA BASADO EN ÍNDICES Y ESCLEROMETRÍA,

 Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::20206.415841702

182 Páginas

Fecha de entrega

13 dic 2024, 12:07 p.m. GMT-5

35,306 Palabras

Fecha de descarga

13 dic 2024, 12:12 p.m. GMT-5

178,307 Caracteres

Nombre de archivo

Informe Jesús Jaramillo Flores, Franklin Vásquez Vásquez - JESUS ALBERTO JARAMILLO FLORES.pdf

Tamaño de archivo

8.1 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

  
Dr. Alexander Huamán Mera  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

# 8% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

## Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**  
92 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

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.

**FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Jaén, el día 20 de diciembre del año 2024, siendo las 09:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Secretario : Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva  
Vocal : M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

- ( ) Trabajo de Investigación  
( **X** ) **Tesis**  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

*"VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO DE SAN IGNACIO - CAJAMARCA"*, presentado por los bachilleres Jesus Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vasquez Vasquez, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( **X** ) **Aprobar**      ( ) Desaprobar      ( **X** ) **Unanimidad**      ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |        |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )    |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )    |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( 14 ) |
| d) Regular     | 13         | ( )    |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | ( )    |

Siendo las 10:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Fernando Demetrio Llatas Villanueva  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban  
Vocal

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Jesus Alberto Jaramillo Flores, identificado con DNI N° 73697190 y Frank Vásquez Vásquez, identificado con DNI N° 72173678, estudiantes de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que Soy Autor de la Tesis denominado:

**“VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO – CAJAMARCA”**

1. El mismo que presento para optar:  Grado Académico de Bachiller  Título Profesional
2. El Informe Final de Tesis “VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA” no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Informe Final de Tesis “VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA” presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Informe Final de Tesis “VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA” no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Informe Final de Tesis “VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA”, así como por los derechos sobre la obra 'invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a

asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Informe Final de Tesis “VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA”

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el Informe Final de Tesis “VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA” haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Asesoría de Tesis:

Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea, con D.N.I. **N° 42907079**

Mg. Nilthon Arce Fernández D.N.I. **N° 45071336**

Jaén, 30 de Enero de 2025



---

Bach. Jaramillo Flores Jesus Alberto  
DNI: 73697190



---

Bach. Frank Vásquez Vásquez  
DNI: 72173678

## I. ÍNDICE

### ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	12
1.1.	Situación Problemática .....	12
1.2.	<b>Justificación</b> .....	14
1.3.	<b>Hipótesis de investigación</b> .....	15
1.4.	<b>Objetivos</b> .....	15
1.4.1.	<b>Objetivos generales</b> .....	15
1.4.2.	<b>Objetivos específicos</b> .....	16
1.5.	<b>Antecedentes de la investigación</b> .....	16
1.5.1.	<b>Internacionales</b> .....	16
1.5.2.	<b>Nacionales</b> .....	17
1.5.3.	<b>Regionales y/o Local</b> .....	18
1.6.	<b>Bases teóricas</b> .....	18
1.6.1.	<b>Vulnerabilidad sísmica</b> .....	18
1.6.2.	<b>Descripción del método de Benedetti Petrinni</b> .....	18
1.6.3.	<b>Evaluación de la vulnerabilidad sísmica</b> .....	27
1.6.4.	Norma Técnica Peruana (NTP) 339.181:2018 CONCRETO. Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). Esta es segunda edición, que sustituye a la NTP 339.181:2013.....	29
1.6.5.	Explicación del procedimiento de esclerometría para medir la resistencia del concreto. ....	29
1.6.6.	<b>La Norma Peruana- (E.030)</b> .....	30
1.6.7.	<b>Norma Peruana sobre “Concreto Armado” (E.060)</b> .....	30
2.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
2.1.	Ubicación del proyecto .....	31
2.2.	Población y muestra.....	32
2.2.1.	<b>Población</b> .....	32

<b>2.2.3. Muestreo</b> .....	32
2.3. Materiales .....	33
2.4. Métodos y Procedimientos .....	33
<b>2.4.1. Método</b> .....	33
<b>2.4.2. Técnicas</b> .....	34
<b>2.4.3. Tipo de investigación</b> .....	36
3. RESULTADOS.....	54
<b>3.1. Resultados Según el objetivo 1: Medir la vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450 I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca - índice - Benedetti – Petrini.</b> .....	54
<b>3.2. Resultado objetivo 2: Determinar la resistencia a la comprensión y homogeneidad del concreto estructural de la I.E. 16450, mediante esclerometría</b> .....	67
<b>3.3. Resultado del objetivo 3: Determinar los factores que están asociados a los niveles de vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450.</b> .....	70
<b>3.3.1. Modelado estructural, Modulo 01 (Bloque A)</b> .....	70
3.3.2. Modelado de estructuras, Módulo 02 (Bloque B).....	75
3.4. Resultado objetivo 4: Evaluar las condiciones Físico- estructural de la I.E. 16450..	78
3.4.1. Fuerzas laterales equivalentes - Modulo 01-Bloque A .....	78
<b>3.4.2. Distribución de las fuerzas laterales y cortantes equivalentes por planta- Modulo 01-Bloque A</b> .....	81
3.4.3. Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades en cada nivel.....	82
3.4.4. Análisis del modelado de las columnas – Bloque A .....	87
3.4.5. Modelado de las vigas del Bloque A-Modulo 1.....	92
3.4.6. Distorsión de columnas del Módulo 01-Bloque A.....	94
3.4.7. Fuerzas laterales equivalentes .....	95
4. DISCUSIÓN.....	117
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	123
7. ANEXOS.....	128

## II. ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Escala Numérica de Vulnerabilidad según los criterios de Benedetti y Petrini.....	19
<b>Tabla 2:</b> Clasificación de niveles. ....	19
<b>Tabla 3:</b> Valores sugeridos de esfuerzo cortante en función del material de construcción. ...	23
<b>Tabla 4:</b> Parámetros y Valores de Peso.....	28
<b>Tabla 5:</b> Escala de valoración de la vulnerabilidad Sísmica.....	28
<b>Tabla 6:</b> Matriz de operativa - variables .....	35
<b>Tabla 7:</b> Evaluación por secciones del parámetro 1, incluyendo su clasificación y estructura. .....	54
<b>Tabla 8:</b> Evaluación del parámetro 2: M-01 y M-02.....	55
<b>Tabla 9:</b> Áreas resistentes en X-Modulo 1.....	56
<b>Tabla 10:</b> Áreas que resistentes en y-Modulo 1.....	56
<b>Tabla 11:</b> Áreas de resistencias en X-Modulo 2. ....	56
<b>Tabla 12:</b> Áreas de resistentes en y-Modulo 2.....	57
<b>Tabla 13:</b> Evaluación del parámetro 3, resistencia estándar. ....	58
<b>Tabla 14:</b> Evaluación del parámetro 4, que abarca la ubicación del edificio y su fundación. ....	59
<b>Tabla 15:</b> Evaluación del parámetro 5. ....	60
<b>Tabla 16:</b> Configuración en planta, parámetro 6.....	61
<b>Tabla 17:</b> Evaluación del parámetro 7, que se refiere a la configuración en elevación. ....	61
<b>Tabla 18:</b> Parámetro 8 para los módulos M-01 y M-02.....	62
<b>Tabla 19:</b> Evaluación del parámetro 9 .....	62
<b>Tabla 20:</b> Calificación del parámetro 10.....	63
<b>Tabla 21:</b> Estado de conservación.....	64
<b>Tabla 22:</b> Evaluación del índice de vulnerabilidad según el método Benedetti - Petrini para la I.E. del módulo 1, Bloque A.....	66
<b>Tabla 23:</b> Grado de módulos M-01 y M-02. ....	66
<b>Tabla 24:</b> Data de la recolección de las resistencias en Columnas, ensayo de esclerometría. ....	67
<b>Tabla 25:</b> Data de la recolección de las resistencias en vigas, ensayo de esclerometría.....	69
<b>Tabla 26:</b> Data de la recolección de promedios de resistencias según ensayo de esclerometría .....	69
<b>Tabla 27:</b> Suma total - carga permanente y una parte de la sobrecarga de uso.....	80
<b>Tabla 28:</b> Cortante sísmico en relación con la altura del edificio. ....	81

<b>Tabla 29:</b> Fuerzas laterales - cortantes equivalentes .....	81
<b>Tabla 30:</b> Centro de masas - centro de rigidez y excentricidades.....	82
<b>Tabla 31:</b> Valores máximos - Derivas (Modulo 01-Bloque A).....	94
<b>Tabla 32:</b> Desplome total máximo de los soportes (D / H).....	94
<b>Tabla 33:</b> Carga permanente total más sobrecarga aplicada - Bloque Módulo 2-B.....	96
<b>Tabla 34:</b> Módulo 2-B: desplome sísmico en la base de la estructura a lo largo de la altura del edificio.....	97
<b>Tabla 35:</b> Distribución cortantes transversales y equivalentes. ....	98
<b>Tabla 36:</b> Centro de Masa, Rigidez y Excentricidad - Módulo 2 del Bloque B. ....	98
<b>Tabla 37:</b> Comprobaciones de la deformación unitaria en la columna- Modulo 02-Bloque B .....	110
<b>Tabla 38:</b> Valores máximos - Derivas (Modulo 02-Bloque B).....	115
<b>Tabla 39:</b> Desplome máximo total de los pilares (D / H). ....	116

### III. ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Organización de los sistemas M01 y M02. ....	20
<b>Figura 2:</b> Calidad del sistema estructural. ....	21
<b>Figura 3:</b> Determinación del valor normalizado .....	23
<b>Figura 4:</b> Modelo de disposición.....	24
<b>Figura 5:</b> Estructura de configuración en altura.....	25
<b>Figura 6:</b> Configuración del parámetro 8.....	26
<b>Figura 7:</b> Ubicación de la I.E .....	31
<b>Figura 8:</b> Ubicación geográfica.....	31
<b>Figura 9:</b> Centro Educativo. I.E 16450. ....	32
<b>Figura 10:</b> Coordinación con las autoridades de I.E 1645, San Ignacio - Cajamarca.....	37
<b>Figura 11:</b> Identificación del estado situacional y condicional de la edificación .....	38
<b>Figura 12:</b> Primer nivel bloque A- Primer nivel .....	39
<b>Figura 13:</b> Segundo nivel Bloque A.....	39
<b>Figura 14:</b> Primer nivel Bloque B-Modulo 1 .....	40
<b>Figura 15:</b> Segundo nivel Bloque B-Modulo 2.....	41
<b>Figura 16:</b> Identificación del estado situacional y condicional de la edificación .....	43
<b>Figura 17:</b> El rebote, resistencia según Angulo de impacto o golpe.....	53
<b>Figura 18:</b> Ubicación del Centro educativo I.E. 16450-M-01 .....	54
<b>Figura 19:</b> Columnas en los ejes (X; Y). Plano en planta M-01. ....	55
<b>Figura 20:</b> Columnas en los ejes (X; Y). Plano en planta M-02. ....	55
<b>Figura 21:</b> Diafragmas horizontales de los M-01 y M-02, sin desnivel.....	59
<b>Figura 22:</b> Componente no estructural (Escalera) del módulo 01-Bloque A.....	63
<b>Figura 23:</b> Grietas en paredes y eflorescencia del M-01-Bloque A.....	64
<b>Figura 24:</b> Fisuras en las columnas del pórtico, eje 6-C y eje 4-C del nivel 2 Modulo 01 .....	65
<b>Figura 25:</b> Bloque A. Edificio de 3 niveles (2 techos aligerados)- Áreas achuradas de influencias de las vigas principales .....	67
<b>Figura 26:</b> Bloque B. Edificio de 3 niveles (2 techos aligerados). Áreas achuradas de influencias de las vigas principales. ....	68
<b>Figura 27:</b> Trabajo en campo, resistencias en columnas mediante ensayo de esclerometría..	68
<b>Figura 28:</b> Trabajo en campo, resistencias en columnas mediante ensayo de esclerometría..	69
<b>Figura 29:</b> Identificación de elementos estructurales y limpieza del tarrajeo para la aplicación de los ensayos de esclerometría. ....	70

<b>Figura 30:</b> Proyección en planta de la estructura - Módulo 01, Bloque A.....	72
<b>Figura 31:</b> Espectro -Modulo 01-Bloque A .....	72
<b>Figura 32:</b> Espectros en direcciones X o Y - Módulo 01, Bloque A .....	74
<b>Figura 33:</b> Diseño del proyecto.....	76
<b>Figura 34:</b> Espectro de aceleraciones elásticas. ....	76
<b>Figura 35:</b> Espectro de diseño en las direcciones X, Y.....	78
<b>Figura 36:</b> Gráfico que muestra el centro de masas y el centro de rigidez en cada planta. ....	83
<b>Figura 37:</b> Vista frontal del isométrico – Modulo 01- Bloque A.....	84
<b>Figura 38:</b> Vista posterior del isométrico – Modulo 01- Bloque A .....	85
<b>Figura 39:</b> Deformada asumiendo cargas muertas y cargas y sobre cargas de uso. ....	86
<b>Figura 40:</b> Deformada asumiendo cargas muertas y cargas, sobre cargas de uso y sismo en Y. .....	86
<b>Figura 41:</b> Deformada asumiendo cargas muertas y cargas, sobre cargas de uso y sismo en Y. .....	87
<b>Figura 42:</b> Esfuerzos a flexo-compresión de la columna 9-Modulo 01-Bloque A.....	88
<b>Figura 43:</b> Resumen de comprobaciones de la columna- Bloque A-Modulo 1 .....	90
<b>Figura 44:</b> Comprobaciones de las tensiones y deformaciones en columna- Bloque A-Modulo 1 .....	90
<b>Figura 45:</b> Comportamiento a flexo compresión en columna- Bloque A-Modulo 1 .....	91
<b>Figura 46:</b> Comportamiento estructural de la viga- Primer nivel -Modulo 01-Bloque A .....	92
<b>Figura 47:</b> Comportamiento estructural de la viga- Segundo nivel -Modulo 01-Bloque A...	93
<b>Figura 48:</b> Representación gráfica del centro de masas y rigidez por planta en el Bloque B, Módulo 02. ....	99
<b>Figura 49:</b> Isométrico de la vista frontal del Módulo 02, Bloque B. ....	100
<b>Figura 50:</b> Isométrico de la vista posterior del Módulo 02-Bloque B .....	100
<b>Figura 51:</b> Isométrico de la deformada por cargas muertas y de servicio y el sismo en "X"- Módulo 02-Bloque B.....	101
<b>Figura 52:</b> Isométrico de la deformada por cargas muertas y de servicio y el sismo en "Y"- Módulo 02-Bloque B.....	101
<b>Figura 53:</b> Resumen de comprobaciones de la columna- -Módulo 02-Bloque B.....	102
<b>Figura 54:</b> Comprobaciones de las tensiones y deformaciones en columna- -Módulo 02-Bloque B. ....	102
<b>Figura 55:</b> Comportamiento a flexo-compresión en columna- Bloque A-Modulo 1.....	103
<b>Figura 56:</b> Esfuerzos a flexo-compresión de la columna 4-Modulo 02-Bloque B.....	105

<b>Figura 57:</b> Equilibrio de la sección - esfuerzos de agotamiento. ....	109
<b>Figura 58:</b> Comportamiento estructural de la viga- Primer nivel -Modulo 02-Bloque B ....	112
<b>Figura 59:</b> Comportamiento estructural de la viga- Segundo nivel -Modulo 02-Bloque B .	113

#### IV. ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Data del ensayo de esclerometría, según norma del Perú NTP 339.181 .....	128
<b>Anexo 2:</b> Tabla de comprobaciones en los entrepisos o derivas: Modulo 1-Bloque A.....	157
<b>Anexo 3:</b> Tabla de comprobaciones en los entrepisos o derivas: Modulo 2-Bloque B.....	159
<b>Anexo 4:</b> Certificado de calibración del equipo de esclerometría CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Metrología & calibración MC010 - D – 2023 .....	161
<b>Anexo 5:</b> Certificado de calidad del equipo de esclerometría CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 012-CF-2024 Área de Metrología.....	162
<b>Anexo 6:</b> Panel fotográfico del diagnóstico de la edificación de la I.E N°16450 .....	163
<b>Anexo 7:</b> certificación y/o capacitación del modelador del software utilizado.....	164
<b>Anexo 8:</b> Fichas de observación empleadas durante el trabajo de campo.....	166

## V. RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la I.E. 16450 Nuestra Señora de Fátima, ubicada en el distrito de San Ignacio, Cajamarca. Para ello, se aplicaron índices de vulnerabilidad y ensayos de esclerometría, empleando una metodología basada en dos enfoques: los índices de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini y el modelado estructural de columnas, losas aligeradas y vigas, conforme a las normas NTE 060 y NTE 030.

En el módulo M-01, el esfuerzo normal de cálculo alcanzó los 12.928 t, superando ligeramente el axil de agotamiento de 12.310 t, lo que indica que la estructura opera casi al límite de su capacidad. Las áreas efectivas de refuerzo, de 7.38 cm<sup>2</sup>, resultaron insuficientes frente a los 11.53 cm<sup>2</sup> requeridos para controlar los esfuerzos cortantes. Además, los momentos flectores positivos (15.15 t·m) y negativos (16.57 t·m) excedieron los límites sísmicos establecidos, evidenciando la necesidad de reforzar la estructura según los requisitos de la NTE 060.

En el módulo M-02, se registraron esfuerzos normales de 25.117 t y momentos de cálculo que superaron los límites de agotamiento, indicando una inestabilidad estructural crítica. Aunque los pilares cumplieron con el límite de deriva de 0.005 en la dirección Y bajo condiciones persistentes, en condiciones sísmicas presentaron incumplimientos.

Las derivas y desplazamientos de ambos módulos superaron los límites establecidos por la NTE 030. En el módulo M-02, el desplazamiento máximo fue de 1/353 en la dirección X y 1/88 en la dirección Y, sobrepasando los valores límite de 0.005 y 0.007 respectivamente. Esto confirma que la estructura no es apta para resistir fuerzas sísmicas.

En conclusión la investigación evidencia la urgente necesidad de reforzar y rediseñar los módulos M-01 y M-02 para cumplir con las normativas peruanas y garantizar la resistencia estructural frente a eventos sísmicos, protegiendo la seguridad y prolongando la vida útil de la edificación.

**Palabras Claves: Vulnerabilidad sísmica; Esfuerzos-Momentos; Derivas.**

## VI. ABSTRACT

The research aimed to determine the seismic vulnerability level of I.E. 16450 Nuestra Señora De Fátima by applying indices and sclerometry in the San Ignacio-Cajamarca district. The methodology consisted of two aspects: the vulnerability indices of Benedetti Petrini and evaluation through structural modeling of the analysis of columns, lightened slabs, and beams, following the regulations NTE 060 and NTE 030.

Both modules, M-01 and M-02, presented a moderate risk and a "Medium" vulnerability, indicating the need for constant monitoring and possible reinforcements to ensure their integrity. A significant misalignment was detected between the center of mass (c.d.m.) and the center of rigidity (c.d.r.) in both modules, which could induce harmful torsions. This misalignment exceeded the 5% allowed by Peruvian regulations, suggesting the need for redistribution of rigidity and mass.

In module M-01, the normal design stress was 12.928 t, slightly exceeding the exhaustion axial of 12.310 t, indicating that the structure operated almost at the limit of its capacity. Furthermore, the effective areas of 7.38 cm<sup>2</sup> were below the 11.53 cm<sup>2</sup> required to control shear stresses, and the positive and negative bending moments of 15.15 t·m and 16.57 t·m exceeded the seismic limits, highlighting the need for adjustments and reinforcements according to NTE 060. In module M-02, the normal stress of 25.117 t and the calculated moments exceeded the exhaustion limits, indicating structural instability. Although, under persistent conditions, the columns met the limit of 0.005 in the Y direction, they exhibited significant noncompliance in seismic conditions.

The drifts and displacements in the modules exceeded the limits set by the Technical Building Standard 030 (NTE 030), showing that they are not suitable to withstand seismic forces. The Peruvian regulations establish a maximum drift of 0.005, but in module M-02, this value was exceeded. The maximum total displacement of M-02, evaluated under seismic conditions, was 1/353 in the X direction and 1/88 in the Y direction, surpassing the limits of 0.005 and 0.007, respectively.

In conclusion, the research highlighted the urgent need to reinforce and redesign modules M-01 and M-02 to comply with Peruvian regulations and ensure the structures' resistance to seismic events, guaranteeing the safety and durability of the buildings.

Keywords: Seismic vulnerability; Stresses-Moments; Drifts.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1.Situación Problemática

La vulnerabilidad sísmica en edificaciones representa un desafío crítico en el contexto de gestión del riesgo de desastres, especialmente en regiones propensas a eventos sísmicos. Diversos estudios han evidenciado que muchas edificaciones, tanto educativas como residenciales, presentan deficiencias estructurales significativas debido a factores como diseños no actualizados, materiales de baja resistencia y la ausencia de reforma.

Desde tiempos antiguos, las construcciones de edificios de gran envergadura han sido relevantes para la humanidad, principalmente aquellas construcciones de Instituciones destinadas para el sector público, ejemplo de ello son las Municipalidades, Centros de Salud, hospitales e Instituciones Educativas. Siendo estas últimas de gran importancia, pues el sector educación esta priorizado por los gobiernos centrales. Sin embargo, las condiciones de construcción no siempre son las adecuadas, a eso se suma el tiempo (antigüedad) en que fueron construidas, por tanto, están más expuestas y vulnerables ante las condiciones de la naturaleza o fenómenos naturales (sismos, terremotos, etc.).

Los sismos son sacudidas de la tierra provocadas por la liberación de energía almacenada. Aunque la mayoría son de magnitud moderada, algunos pueden ser mucho más intensos (Miranda, 2021). Estos fenómenos generan preocupación debido a sus efectos devastadores, que han llevado al colapso de diversas estructuras, como viviendas, edificios y puentes (Quiroz, 2020). A pesar de las regulaciones de construcción diseñadas para resistir sismos y las mejoras en estas regulaciones, los desastres siguen ocurriendo, resultando en pérdidas y tragedias en todo el mundo.

En 2011, un sismo de magnitud 8.8 se registró en Chile, a 400 km de la capital., destruyó alrededor de 500,000 viviendas y causó 520 muertes (Chura, 2020). Ese mismo año, Japón sufrió un sismo de 9.1 grados que dejó 22,000 fallecidos y 400,000 personas en situación de indigencia (Noll, 2023). Más recientemente, el 6 de febrero de 2023, un terremoto de 7.8 grados impactó Turquía y Siria, resultando en 50,000 muertes, miles de heridos y la demolición de miles de edificios, convirtiéndose el sismo más devastador del año (Ramsés, 2023).

Estos fenómenos naturales son el resultado del movimiento de subducción de las placas tectónicas, donde una placa oceánica, como la de Nazca, se introduce bajo una placa continental, como la Sudamericana. Un ejemplo de esto es la cordillera de los Andes, que se

extiende desde Venezuela hasta el sur de Chile. Perú, junto con países como Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia, Costa Rica y Nicaragua, está situado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona con intensa actividad de subducción. Esto genera una alta frecuencia de sismos y volcanes, ya que entre el 80% y el 90% de los terremotos se registran en estas áreas, lo que convierte a Perú en un país muy vulnerable a estos eventos.

El 23 de junio de 2001, se registró un sismo de magnitud 7.9 afectó el sur de Perú, dañando gravemente la infraestructura en Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho, y causando pérdidas humanas (Instituto Geofísico del Perú, 2001). En ciudades como Cajamarca, Bambamarca y Lima, se han identificado niveles preocupantes de vulnerabilidad media y alta en estructuras construidas antes de la implementación de normativas sismorresistentes modernas. Estas deficiencias se acentúan en viviendas autoconstruidas, pabellones educativos y hospitales, donde el riesgo de daños severos durante un sismo es elevado. Además, problemas como irregularidades estructurales, calidad deficiente de materiales y cimentaciones inadecuadas agravan la situación (Chura, 2020).

Frente al riesgo sísmico, es crucial que las edificaciones se diseñen conforme a las normativas de construcción y resistencia sísmica, evaluadas de manera rigurosa para prevenir daños durante terremotos severos y evitar colapsos estructurales. Esto debe seguir los principios del diseño sismorresistente y priorizar la protección de la vida, según lo establece la norma E.30. Los estudios sobre vulnerabilidad sísmica han llevado al desarrollo de metodologías precisas, como el Método Americano – FEMA 273 – Hazus y el Análisis Pushover – FEMA 356, así como métodos descriptivos y prácticos propuestos por Benedetti Petrini y el AIS (Chura, 2020).

Es esencial evaluar la vulnerabilidad sísmica de la I.E N°16450 para proteger a estudiantes, docentes y personal administrativo. También se debe revisar el estado de las instalaciones para realizar las modificaciones o reparaciones necesarias, asegurándose de cumplir con la normativa peruana sobre diseño sismo resistente. Además, es importante desarrollar un plan de emergencia para sismos y mantenerse actualizado sobre la vulnerabilidad de las instalaciones y su antigüedad podría requerir refuerzos estructurales o incluso su demolición.

La institución educativa pública "16450, atiende a aproximadamente 1,115 personas, incluyendo estudiantes, docentes y personal administrativo. Existen preocupaciones sobre la seguridad de sus aulas y oficinas administrativas, lo que hace necesaria una evaluación de vulnerabilidad sísmica para identificar puntos críticos que puedan requerir refuerzo o

demolición. Esta evaluación se basará en diferentes normativas vigentes, con el objetivo de proteger la vida de más de 500 personas y considerar posibles mejoras estructurales

Por tanto se puede deducir lo siguiente Desde tiempos antiguos, las edificaciones públicas, como instituciones educativas, han sido fundamentales para el desarrollo social. Sin embargo, en países sísmicos como Perú, muchas presentan deficiencias estructurales debido a su antigüedad, métodos constructivos desactualizados y falta de mantenimiento. Según el Censo de Infraestructura Educativa (CIE) de 2013, la mayoría de estas instituciones requiere intervenciones urgentes para cumplir con las normas de sismo resistencia y garantizar la seguridad de sus ocupantes.

La vulnerabilidad estructural de la I.E. N°16450 expone a más de 1,100 personas a riesgos significativos en caso de sismos severos. El incumplimiento de la normativa NTE 030, junto con problemas como desalineaciones estructurales y deterioro de elementos clave, compromete su estabilidad. Esto demanda evaluaciones rigurosas, refuerzos estructurales o incluso demoliciones para garantizar la seguridad y funcionalidad como refugio ante emergencias. Sin estas intervenciones, se perpetúa la inseguridad en comunidades expuestas a desastres naturales.

## **1.2. Justificación**

Este estudio tiene una justificación técnica significativa, ya que permite evaluar la vulnerabilidad estructural utilizando los índices del método Benedetti-Petrini y comparándolos con el modelado de los dos pabellones. Se ha empleado esclerometría, un método respaldado por la NTP-339.181, para medir rebotes del concreto endurecido.

El método de Benedetti-Petrini fue elegido para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica debido a su enfoque adaptativo y práctico, que permite una evaluación cualitativa basada en parámetros observacionales aplicables a edificaciones informales y autoconstruidas, predominantes en contextos como el peruano (Cajan & Falla, 2020). Este método se basa en 11 parámetros que reflejan las condiciones estructurales y constructivas de los edificios, facilitando la identificación de vulnerabilidades específicas y la priorización de intervenciones (Malhaber, 2020). Además, su uso ha sido validado en diversas investigaciones, lo que respalda su eficacia y confiabilidad en la estimación del riesgo sísmico en áreas con alta sismicidad y construcciones deficientes (Cochon, 2020). En comparación con otros métodos más teóricos o

complejos, Benedetti-Petrini ofrece resultados más accesibles y aplicables para la gestión del riesgo sísmico en comunidades vulnerables.

Dada la considerable capacidad de una institución educativa que atiende a estudiantes de niveles primarios y secundarios, es esencial realizar una evaluación objetiva de su vulnerabilidad. Aunque se ha trabajado comúnmente con índices de vulnerabilidad, este estudio ofrece un análisis más detallado del comportamiento estructural basado en datos de esclerometría. Los resultados obtenidos mediante software han permitido un análisis exhaustivo, facilitando la identificación de problemas.

Brindar un alcance de las estructuras y como pueden comportarse según sus condiciones actuales ante un evento sísmico tienen una importancia relevante, brindar seguridad a los habitantes, también tiene un impacto económicamente y socialmente. Es por ello que la prevención de pérdidas humanas es parte de la filosofía de las construcciones.

Por lo tanto, podemos también justificar más a fondo la selección de la metodología en comparación con otras alternativas, a partir de la introducción de la esclerometría en la fragilidad. La esclerometría es un método no destructivo empleado para medir la resistencia del hormigón en construcciones, lo que la hace una herramienta útil en investigaciones de vulnerabilidad a terremotos. Esta metodología, que determina la dureza de una superficie a través del rebote de un martillo de esclerómetro, facilita la obtención de datos acerca de la calidad del hormigón sin la necesidad de perforar ni provocar daños en la estructura (Becerra, 2021).

### **1.3. Hipótesis de investigación**

La I.E. 16450, demuestra un nivel de vulnerabilidad sísmica media en el distrito de San Ignacio, Cajamarca.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivos generales**

- ✓ Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la I.E. 16450 Nuestra Señora De Fátima aplicando índices y esclerometría, distrito San Ignacio-Cajamarca.

## **1.4.2. Objetivos específicos**

- ✓ Medir la vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450.
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión y homogeneidad del concreto estructural de la I.E. 16450, mediante esclerometría.
- ✓ Determinar los factores que están asociados a los niveles de vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450.
- ✓ Evaluar las condiciones Físico- estructural de la I.E. 16450.

## **1.5. Antecedentes de la investigación**

### **1.5.1. Internacionales**

Bungacho et al. (2022) abordan el reforzamiento de una vivienda autoconstruida de tres plantas en Quito, Ecuador, con alta vulnerabilidad sísmica según las normas NEC15 y ASCE 41-17. Se analizaron dos opciones de reforzamiento: enchapado de paredes y encamisado de columnas. La primera demostró mejores resultados al mejorar el comportamiento lateral y dinámico sin superar el esfuerzo admisible del suelo, mientras que la segunda requiere reforzar la cimentación y genera mayores costos y reducción de espacios arquitectónicos.

Sánchez et al. (2024) llevaron a cabo la investigación que aborda la vulnerabilidad sísmica en Toluca, México, integrando aspectos físicos y socioeconómicos. El método evalúa 7,807 manzanas urbanas considerando resonancias sísmicas, tipo y antigüedad de construcciones, junto con índices de marginación. Los resultados indican que el 46.6% presenta niveles de vulnerabilidad altos y muy altos, destacando la utilidad de esta zonificación como herramienta para reducir riesgos y planificar acciones preventivas.

(Fank, 2020) llevo a cabo los asentamientos informales enfrentan diversas formas de vulnerabilidad derivadas de problemáticas en distintos niveles. Este trabajo propone una metodología para medir la vulnerabilidad urbana en estos asentamientos en Tierra del Fuego, con énfasis en el derecho a la ciudad. Se desarrolla un Índice de Vulnerabilidad Urbana, basado en dimensiones e indicadores específicos del contexto, definidos junto a actores estatales, académicos y civiles. Aplicado a un caso en Río Grande, el índice identifica grados y características de vulnerabilidad, orientando la priorización de intervenciones.

(Gonzalo, 2021.) evalúa la vulnerabilidad sísmica y el modelamiento estructural de una vivienda representativa de "Oyambarillo", Parroquia Tababela, Ecuador, mediante revisión bibliográfica, inspección de campo y análisis en SAP2000. Se aplicó la metodología FEMA-154 y NEC 2015, complementada con ensayos no destructivos. Los resultados evidenciaron

deficiencias estructurales significativas, recomendándose reforzar las viviendas y mejorar la planificación urbana en áreas de alta vulnerabilidad sísmica. Se concluye que el uso de herramientas como SAP2000 y la aplicación de metodologías simplificadas son esenciales para evaluar y mitigar el riesgo sísmico.

### **1.5.2. Nacionales**

Chino (2021) llevó a cabo una evaluación estructural utilizando esclerometría para viviendas autoconstruidas en Tacna. A través del uso de un esclerómetro, determinó que los distritos de Ciudad Nueva y el distrito 42 de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa presentaban niveles de vulnerabilidad alta e intermedia. Asimismo, en la zona de Augusto B. Leguía, los índices de vulnerabilidad también fueron clasificados como altos e intermedios, mientras que en el área de Tablón se registró un peligro. Concluyó que el peligro de estas estructuras es significativo.

Chura (2020) llevó a cabo un estudio para evaluar la I.E. Isabel Chimpu Oclo, ubicada en Lima. Se evaluó resistencia en las columnas del bloque A y B del pabellón 11, realizó ensayos de esclerometría, obteniendo resultados entre 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>. El modelado mostró distorsiones en el entrepiso, indicando que la estructura no era homogénea.

(Chambi, 2023), evaluó la vulnerabilidad sísmica del Hospital Regional de Moquegua utilizando los métodos ATC 21 y Benedetti-Petrini. Se determinó que los sectores tienen vulnerabilidad baja, con riesgo de daños leves en sismos moderados, pero posibilidad de daños severos en eventos intensos, especialmente en el sector C debido a irregularidades estructurales. Se recomienda reforzar con arrostros metálicos y ajustar elementos no estructurales en las fachadas del sector A para mitigar riesgos.

(Janampa & Rojas, 2020), evaluó la vulnerabilidad sísmica de seis pabellones de la Institución Educativa 1248 "5 de abril", en Huaycán - Ate, enfocándose en los pabellones A y B, construidos antes de la actualización de la Norma E.030. Con el método FEMA 154 adaptado, se identificó vulnerabilidad sísmica con puntuaciones  $S=1.4$  y  $0.9$ , lo que requirió un análisis detallado. Se realizaron estudios topográficos, de suelos y pruebas de resistencia del concreto, complementados con análisis dinámico en Etabs, para proponer un reforzamiento estructural acorde al comportamiento sísmico

### **1.5.3. Regionales y/o Local**

(Condor, 2024 ), determinó la vulnerabilidad sísmica en viviendas de Bambamarca aplicando el método de Benedetti-Petrini, evaluando aspectos estructurales, constructivos y geométricos. Los resultados mostraron vulnerabilidad alta en aspectos estructurales debido al sistema resistente y la resistencia convencional; y vulnerabilidad media en aspectos constructivos y geométricos, relacionada con la calidad del sistema resistente, cimentación, diafragmas, configuración en planta y elevación, entre otros.

(Becerra, 2021) determina el grado de vulnerabilidad sísmica de la I.E. N° 055 María Isabel Rodríguez Urrunaga en Cajamarca, empleando el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. Este método evalúa las características estructurales más relevantes en el comportamiento sísmico mediante la clasificación de once parámetros. Los resultados indican que el 83% de los pabellones presenta una vulnerabilidad baja, lo que implica daños leves en caso de sismo. Sin embargo, el 17% muestra vulnerabilidad media, requiriendo medidas para reducir posibles daños moderados.

(Vargas, 2024) evaluó la vulnerabilidad sísmica de 33 viviendas tipo "C" en el Sector N°17, Barrio Lucmacucho, Cajamarca, mediante el método de índices de Benedetti y Petrini. Se clasificaron las viviendas en tres tipologías: adobe, albañilería confinada y concreto armado. Los resultados indicaron vulnerabilidad media para adobe y albañilería confinada, y baja para concreto armado, con un 46% de las viviendas en nivel medio, 30% en alto y 24% en bajo.

## **1.6. Bases teóricas**

### **1.6.1. Vulnerabilidad sísmica**

Según la OPS (1993), citada por Paredes (2018), la vulnerabilidad sísmica se define como el nivel de daño que un elemento estructural puede experimentar en un terremoto de gran magnitud. La magnitud del daño depende de la resistencia sísmica de la estructura y la intensidad del sismo, haciendo que ambos factores sean clave para calcular la vulnerabilidad sísmica.

### **1.6.2. Descripción del método de Benedetti Petrinni.**

Se emplearon once parámetros según lo establecido en el formulario de Benedetti-Petrini, cada uno con un conjunto específico de directrices y clasificados como A, B o C. A cada parámetro se le asignó un valor de vulnerabilidad único. Durante las inspecciones de campo, se registró

una de las tres calificaciones (A, B o C) conforme a un patrón de directrices. Posteriormente, se aplicaron factores de peso para calcular una suma ponderada, utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

$I_v$  es el índice de vulnerabilidad según Benedetti Petrinni

$K_i$  Formato de índice de Benedetti Petrinni.

$W_i$  es coeficiente de peso según Benedetti Petrinni.

Se trabajo con la siguiente tabla según escala de Benedetti Petrinni

**Tabla 1:** *Escala Numérica de Vulnerabilidad según los criterios de Benedetti y Petrinni.*

i	Parámetro	Ki A	Ki B	Ki C	Wi
1	Organización de sistema				
2	Calidad de sistema				
3	Resistencia				
4	Ubicación y tipo				
5	Diafragmas				
6	Diseño				
7	Diseño en elevación				
8	Separación de muros				
9	Forma de techo				
10	Elementos no estructurales				
11	Condición de estado en conservación				

*Nota.* Fuente: (Benedetti Petrinni).

Se mide en una escala de 0 a 100, y los valores se obtienen mediante interpolación lineal. Los resultados se interpretan a través de los siguientes intervalos:

**Tabla 2:** *Clasificación de niveles.*

<i>Escala de evaluación</i>	
Intervalo	Vulnerabilidad
$I-v \geq 40$	Alta
$20 \leq I-v < 40$	Media
$0 < I-v < 20$	Baja

*Nota.* Fuente: (Pecori & Cruz, 2018).

## 1. Organización del sistema resistente:

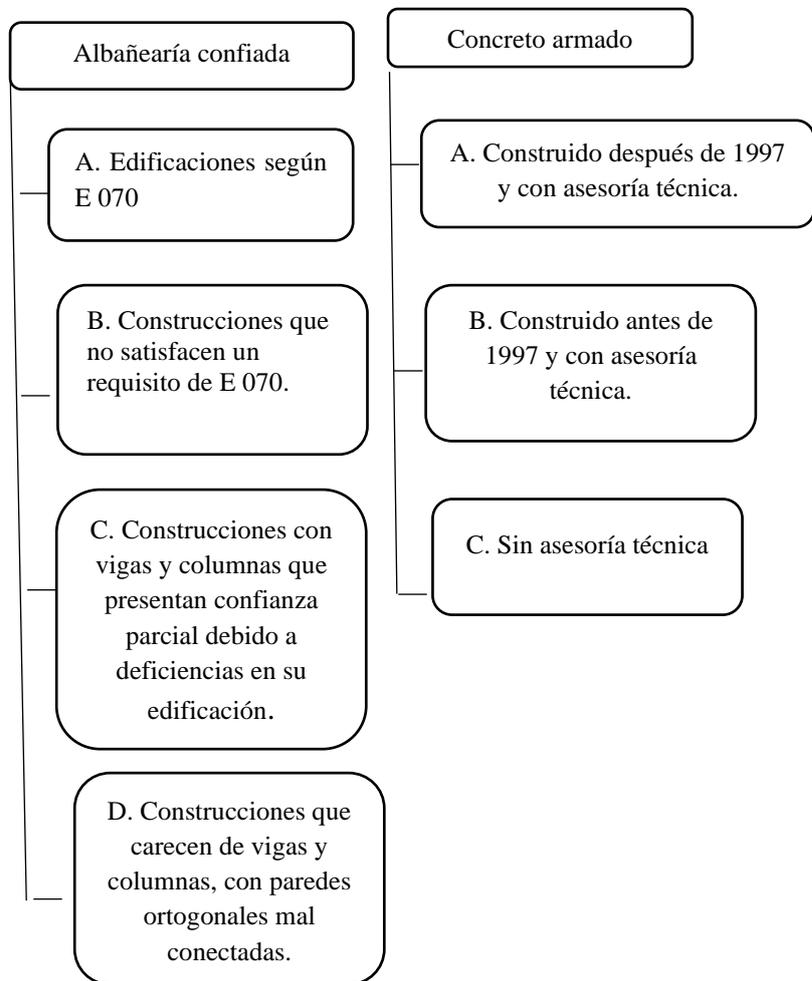
se realizó:

A: Edificio después de 1990, con asesoría técnica y conforme a normativas sismorresistentes.

B: Edificio construido antes de 1990, con asesoría técnica, pero sin conexiones de amarre.

C: Edificio que no cumple con las características de las categorías A o B.

**Figura 1:** Organización de los sistemas M01 y M02.



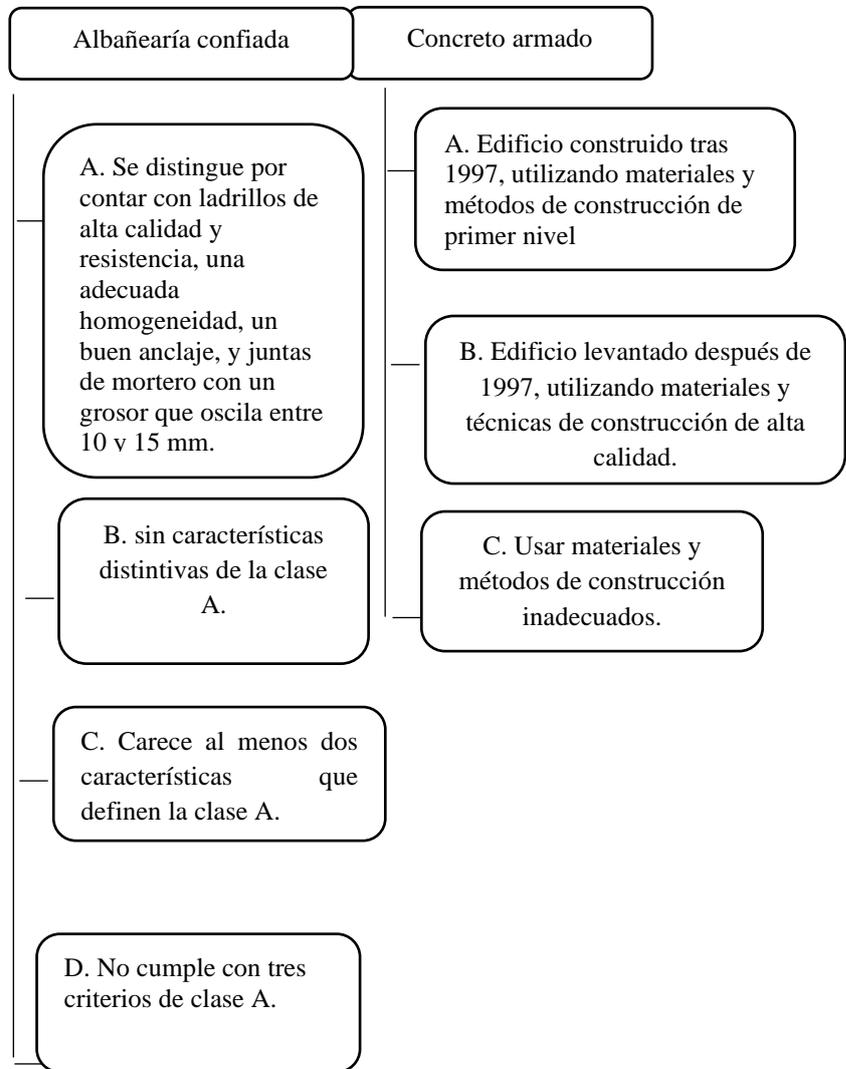
Nota. Fuente: (Pecori & Cruz, 2018)

## 2. Calidad del sistema estructural:

Se asignan valores basados en:

- A. El edificio presenta ladrillo de buena calidad, homogéneo, de igual dimensión, con asesoría técnica de construcción mayor al año 1990. Todos los insumos son de calidad y presenta verticalidad entre las unidades.
- B. El edificio no presenta algunas características del enciso A y es construida en año menor a 1990 con asesoría técnica.
- C. El edificio no presenta ninguna característica del enciso A y sin asesoría técnica

**Figura 2:** *Calidad del sistema estructural.*



Nota. Fuente: (Pecori & Cruz, 2018).

### 3. Resistencia convencional:

Se llevó a cabo el cálculo del coeficiente sísmico "C":

$$c = \frac{a_0 \cdot t_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 * a_0 \cdot t_k \cdot (1 + \gamma)}}$$

Donde:

$N$ : Pisos

$t_k$ : Cortante del muro

$A$ : min  $A_x$ ;  $A_y$

$B$ : máx  $A_x$ ;  $A_y$

$$a_0 = \frac{A}{A_T}$$

$$\gamma = \frac{B}{A}$$

$$q = \frac{(A+B) \cdot h}{A_t} \cdot P_m + P_s$$

$A_T$ : *Area total cubierta en planta ( $m^2$ )* Se añade un 20% adicional al área construida, teniendo en cuenta los aleros

$A_x$ : *Área total resistente de los muros en dirección  $x$  ( $m^2$ )*

$A_y$ : *Área tota resistente de los muros en dirección  $y$  ( $m^2$ )*

Los muros que no están alineados ortogonalmente y forman un ángulo  $b$  distinto de 0, se utilizan los siguientes métodos:

$$A_{x,y} = \text{área en eje } x,y * (\cos b)^2$$

$h$ : *promedio- entrepisos (m)*

$P_m$ : *peso- específico del edificio ( $T/m^3$ )*

$P_s$ : *peso- unidad de área de diafragma ( $T/m^2$ )*

$$W = N * (A_x + A_y) * H * P_m + N * C_x * H * P_{co} + M * P_s * A_t + A_c * P_c$$

Donde:

$P_{co}$ : Peso específico - concreto

$M$ : Diafragmas

$A_c$ : Área total -construida en planta.

$P_c$ : Peso por unidad - cubierta.

**Tabla 3:** Valores sugeridos de esfuerzo cortante en función del material de construcción.

Esfuerzo cortante	Valores
$P_m$ (ladrillo solido)	1.8 t/m <sup>3</sup>
$P_s$ (aligerados)	0.3 t/m <sup>2</sup>
$P_c$ (coberturas - teja y zinc)	0.16 t/m <sup>2</sup> y 0.03 t/m <sup>2</sup> .

Nota. Fuente: elaboración propia

Por último, se establece el valor normalizado utilizando la siguiente fórmula:

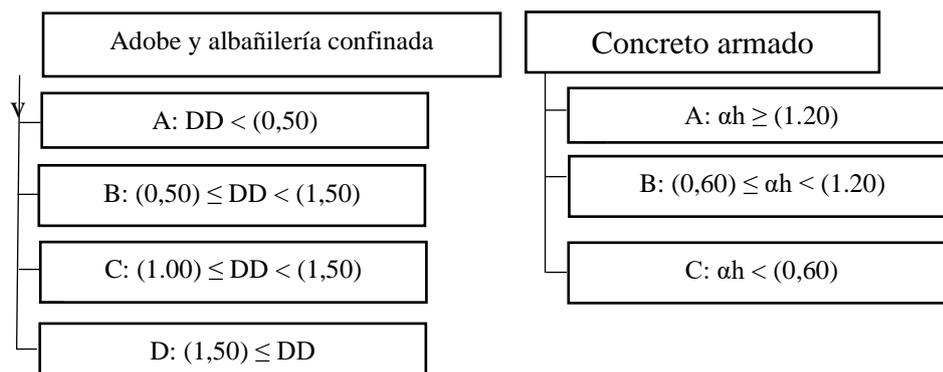
$$a = \frac{C}{C'}$$

A: Estructura - valor  $\alpha \geq 1.2$

B: Estructura - valor  $0.6 \leq \alpha < 1.20$

C: Estructura - valor  $\alpha \leq 0.6$

**Figura 3:** Determinación del valor normalizado



Nota. Fuente: (Pecori & Cruz, 2018).

#### 4. Posición del edificio y de la cimentación:

A: Construido sobre un suelo intermedio o flexible de acuerdo con la NTE.030

B: Construir sobre suelo intermedio o flexible con sales y humedad, con una pendiente del 10 % al 20 %, según la NTE.030.

C: Construcción cimentada sin un proyecto aprobado ni asesoría técnica, con una pendiente superior al 30% o en áreas rocosas.

### 5. Diafragmas horizontales:

A: Edificación que cumple con:

- Ausencia de desniveles conforme a los planos.
- Deformabilidad no visible.
- Conexión efectiva entre muros y diafragma.

B: Construcción que carece de una de las condiciones especificadas en el inciso A.

C: Construcción que no cumple con dos de las condiciones especificadas en el inciso A.

### 6. Configuración en planta:

Hizo referencia del pabellón, definido de la siguiente manera:

$$\beta_1 = \frac{a}{L} \text{ Y } \beta_2 = \frac{b}{L}$$

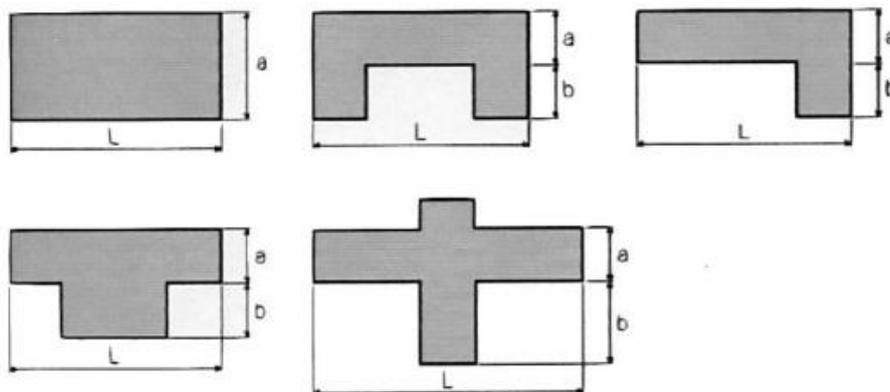
Donde:

a: Indica la dimensión más pequeña.

b: Indica dimensión de elementos que sobresalen.

L: Indica la dimensión más grande del edificio.

**Figura 4:** Modelo de disposición



Nota. Fuente: (Pecori & Cruz, 2018).

Se establecieron los valores máximos del parámetro para estructuras. Se aplicaron penalizaciones a las secciones que eran excesivamente alargadas o que presentaban protuberancias extensas.

A: Edificio  $\beta_1 \geq (0.8)$  o  $\beta_2 \leq (0.1)$

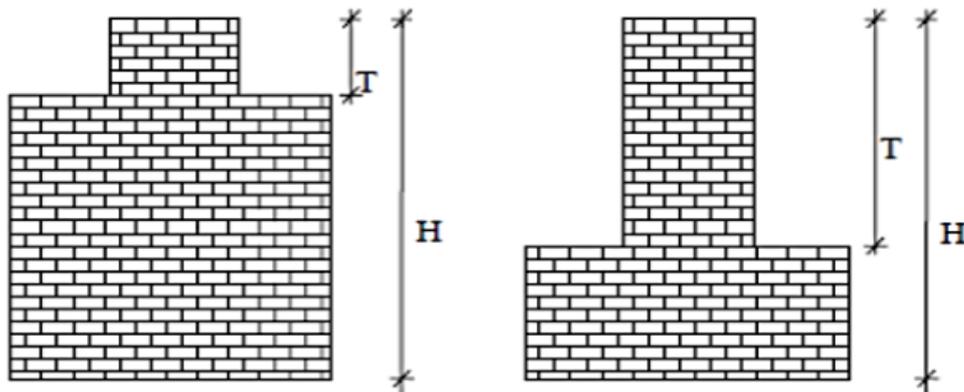
B: Edificio  $(0.8) > \beta_1 \geq (0.4)$  o  $(0.1) < \beta_2 \leq (0.25)$

C: Edificio  $(0.4) > \beta_1$  o  $(0.25) < \beta_2$

### 7. Configuración en elevación:

Se analizan estructuras, utilizando las dimensiones H y T para evaluar el parámetro correspondiente.

**Figura 5:** Estructura de configuración en altura.



*Nota.* Fuente: (Pecori & Cruz, 2018).

Fuente: (Pilco & Portugal, 2022)

Se evaluó de acuerdo con las siguientes condiciones:

A: si  $0.66 < T/H$

B: si  $0.33 < T/H \leq 0.66$

C: si  $T/H \leq 0.33$ .

## 8. Separación máxima entre muros:

Esta relación se define mediante la proporción  $L/S$ , la cual se presenta de la siguiente manera:

$L$ : distancia máxima.

$S$ : grosor del muro.

Este parámetro s evaluación es:

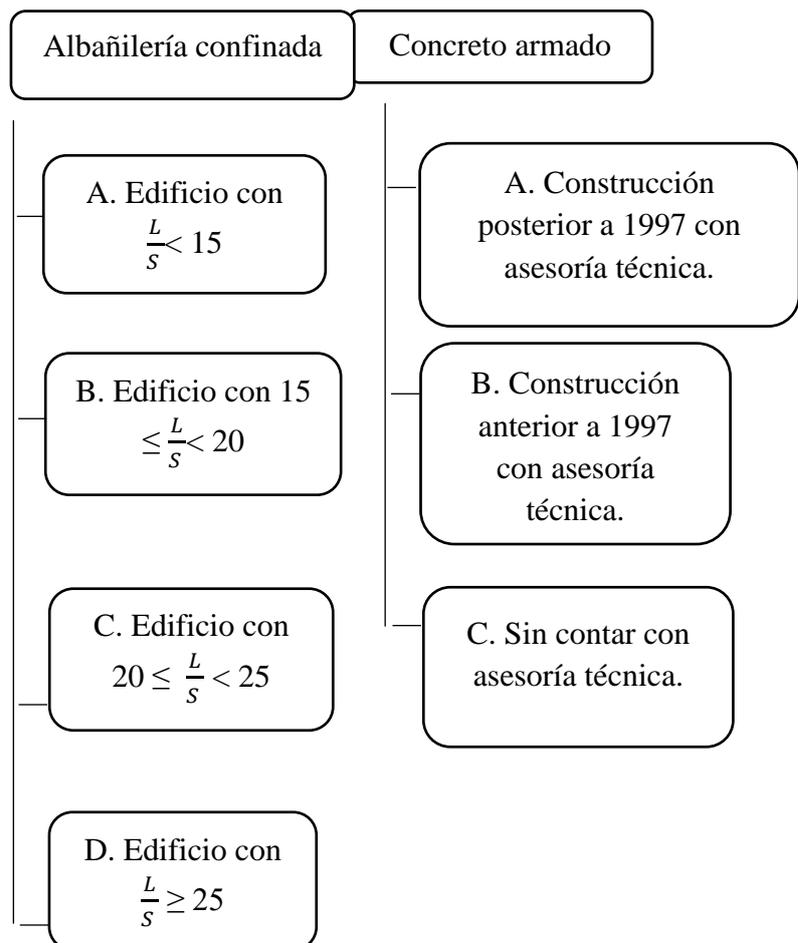
A: Edificios construidos después de 1990 con asistencia técnica y un rango de  $L/S \leq 15$ .

B: Edificios construidos antes de 1990 con asistencia técnica y un rango de  $15 < L/S \leq 20$ .

C: Edificios que no cumplen con los criterios de A o B.

La clasificación para el parámetro 8 se realizó:

**Figura 6:** Configuración del parámetro 8.



Nota. Fuente: (Pecori & Cruz, 2018).

## 9. Tipos de cubiertas:

Los factores de tipología y peso influyen en el comportamiento estructural, de la siguiente manera:

- A: Cubierta estable, correctamente fijada a las vigas, utilizando materiales livianos y con conexiones adecuadas.
- B: Cubierta estable de material liviano.
- C: Cubierta inestable y deteriorada.

## 10. Elementos no estructurales:

Consideran adicionales de la estructura, como balcones, cornisas y tanques elevados, que se proyectan hacia el exterior del edificio. Este aspecto se clasifica como un parámetro secundario:

- A: Edificio sin accesorios sobresalientes.
- B: Edificios con parapetos mal conectados a la estructura.
- C: Edificio de todos los accesorios sobresalientes, sin conexiones adecuadas

## 11. Estado de conservación:

Este parámetro y naturaleza subjetiva, evalúa visualmente la presencia de defectos estructurales internos:

- A: En buen estado, sin grietas ni obstrucciones.
- B: Ligeramente dañado, con algunas grietas presentes.
- C: En mal estado, con numerosas grietas visibles debido a sismos.

### 1.6.3. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Durante las inspecciones, se asigna a cada parámetro una calificación de A, B o C, conforme a directrices específicas. Luego, se suman los valores (Cubas Quevedo & Rangel Yajamanco, 2019). Este proceso se basa en la siguiente fórmula:

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

Donde:

$I_V$  = Índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

$K_i$  = Valor numérico del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

$W_i$  = Coeficiente de Peso del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini

Se utiliza una interpolación lineal para convertir el índice de vulnerabilidad ( $I_V$ ), que oscila entre 0 y 94,12 según la metodología de Benedetti-Petrini, en un valor normalizado en el rango de 0 a 100.

**Tabla 4:** *Parámetros y Valores de Peso.*

<b>Parámetro</b>	<b>Peso (Wi) para Concreto</b>	<b>Peso (Wi) para Albañilería</b>
Organización del sistema resistente	1.5	1.5
Condición de los elementos resistentes verticales	1.0	1.0
Condición de los elementos resistentes horizontales	1.0	1.0
Calidad de los materiales	1.0	1.0
Estado de los elementos no estructurales	0.75	0.75
Distribución de las masas	1.0	1.0
Rigidez del sistema	1.25	1.25
Conexiones entre elementos	1.25	1.25
Efectos de la interacción con el terreno	0.75	0.75
Presencia de daños previos	1.5	1.5
Uso y mantenimiento del edificio	0.5	0.5

**Tabla 5:** *Escala de valoración de la vulnerabilidad Sísmica*

<b>Escala</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
$(0) < I_v < (20)$	BAJA
$(20) \leq I_v < (840)$	MEDIA
$I_v \geq (40) \leq (100)$	ALTA

*Nota.* Esta tabla presenta índice vulnerabilidad normalizado ( $I_v$  norm), tal como se menciona en Quispe (2004), citado en Girón Delgado y Carrasco Bautista (2019).

El enfoque de Benedetti-Petrini categoriza las condiciones estructurales de los edificios en buenas, regulares o malas, basándose en la valoración de 11 parámetros concretos que representan tanto la calidad del sistema resistente como la condición de preservación de la construcción.

- ✓ Buenas condiciones: Se otorgan a estructuras que muestran características ideales en todos los parámetros evaluados, tales como una correcta organización del sistema resistente, materiales de excelente calidad, una resistencia estructural adecuada, y un estado de preservación sin daños perceptibles. Por ejemplo, es necesario que los muros estén correctamente unidos y sin fisuras notables, y los diafragmas horizontales sean eficaces y estables.
- ✓ Condiciones regulares: Se conceden a construcciones que exhiben ciertos fallos en uno o varios aspectos, como daños mínimos en los componentes estructurales o una calidad moderada del sistema resistente. Esto puede abarcar paredes con mínimas fisuras o anomalías en la estructura que no ponen en riesgo significativo la estabilidad, pero que podrían ser optimizadas para incrementar la protección contra terremotos.

- ✓ Condiciones desfavorables: Así se categorizan las estructuras que muestran serias carencias en diversos factores críticos, tales como daños considerables en las paredes, baja calidad de los materiales, o una disposición estructural incorrecta que incrementa la amenaza durante un suceso sísmico. Estas construcciones son vistas como extremadamente vulnerables y necesitan una intervención inmediata para reducir el peligro de desplome.

**1.6.4.** Norma Técnica Peruana (NTP) 339.181:2018 CONCRETO. Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). Esta es segunda edición, que sustituye a la NTP 339.181:2013.

Esta norma define la esclerometría como un método de ensayo que utiliza un esclerómetro, conocido como martillo de acero. Este método se ha vuelto uno de los más utilizados en muchos países (Sanjuán Fernández, 2013).

#### **Ensayo del martillo de rebote (Esclerómetro).**

Dado el uso generalizado del hormigón en construcción, es esencial monitorear el estado de las estructuras para desarrollar un plan de mantenimiento y reparaciones adecuado para usos futuros y posibles rehabilitaciones (Badilla Eyherregaray, 2014). Este autor también señala que "los ensayos de esclerometría se basan en la relación entre la dureza de una superficie y la energía recuperada durante el rebote tras aplicar una fuerza conocida al elemento estructural".

El martillo debe registrar un número de rebote de  $80 \pm 2$ . Para evitar errores causados por la elasticidad del material, el área de prueba debe tener un diámetro de 150 mm (6 pulgadas) y un grosor de 100 mm (4 pulgadas). Para calcular un promedio, se realizarán diez lecturas de impacto, asegurándose de que estén separadas por al menos 1 pulgada. Las lecturas que excedan las 5 unidades del promedio serán eliminadas. (Delibes Liniers, 2012).

**1.6.5.** Explicación del procedimiento de esclerometría para medir la resistencia del concreto.

- Realizaron mediante un ensayo no destructivo, llamado martillo de rebote con ayuda de este equipo se estima la resistencia aproximada de concreto, según norma del Perú NTP 339.181
- Se tomaron columnas y vigas en cuatro puntos del módulo de primaria como muestra para realizar la prueba.
- Realizaron la cuadrícula en vigas y columnas de 4\*4 y recuadros de 4 cm de lado para realizar lectura.

- Se registraron los datos de obtenidos de los ensayos en vigas y columnas, siguiendo con la tabla de registro de datos según esclerometría.
- Se saca el promedio según la lectura de rebote.
- Finalmente procedió con modelado estructural los datos obtenidos por el esclerómetro.

#### **1.6.6. La Norma Peruana- (E.030)**

Su aplicación varía para estructuras como reservorios y puentes, según su relevancia, lo que es esencial para prevenir pérdidas humanas, asegurar servicios esenciales y reducir daños materiales (Ministerio V.C.S, 2016). Principios fundamentales incluyen:

- Las edificaciones no deben colapsar o dañar gravemente a las personas durante un sismo.
- Estructura debe resistir movimientos del suelo de intensidad moderada, con daños aceptables.

#### **1.6.7. Norma Peruana sobre “Concreto Armado” (E.060)**

Los requisitos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado, pretensado y simple están definidos en la normativa. Los planos y especificaciones del proyecto deben adherirse a estas normas, y todas las fases del proyecto deben ser realizadas por profesionales o técnicos calificados. (SENCICO, 2020b).

#### **Norma peruana Albañilería (NTE.070)**

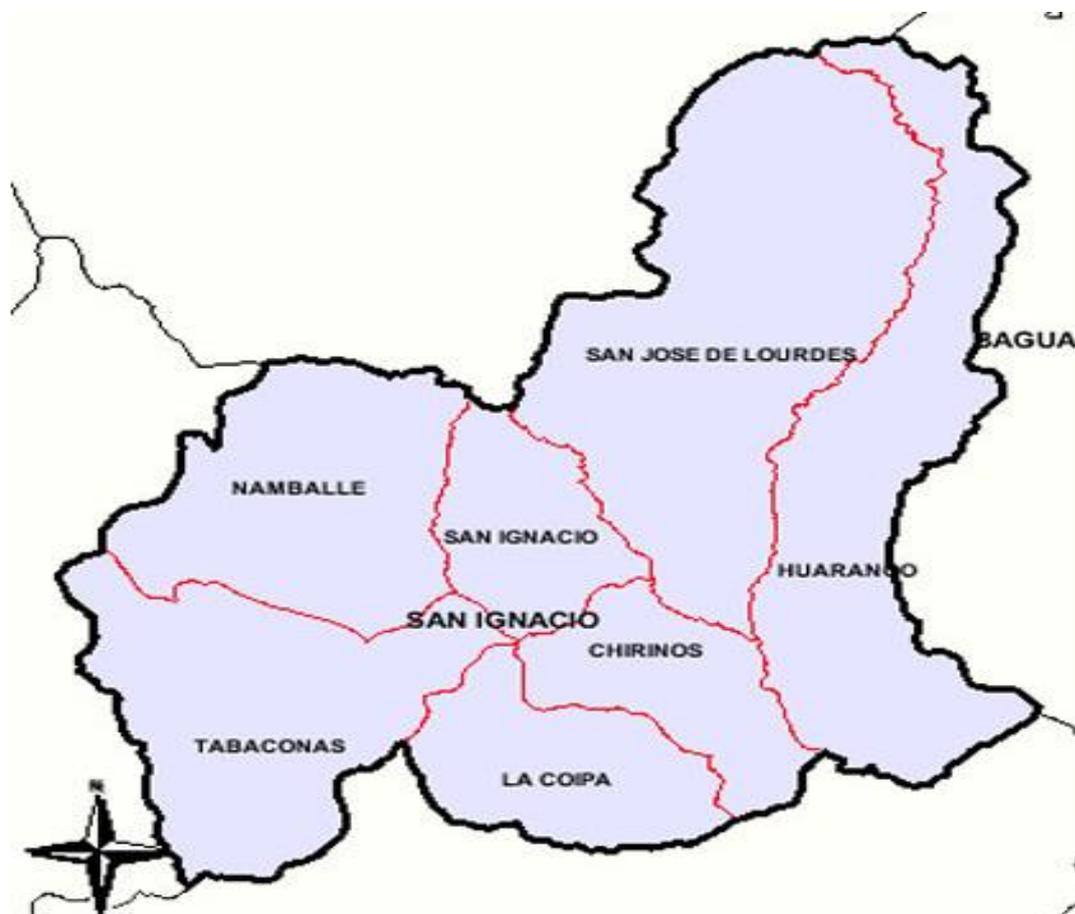
La construcción debe seguir procedimientos adecuados para asegurar la resistencia, rigidez, estabilidad y funcionalidad. (SENCICO, 2020). La norma indica que el diseño sísmico de un muro confinado debe considerar su comportamiento en todas las fases, desde la elástica hasta la inelástica, según dos niveles de peligrosidad: moderado y severo. En un sismo moderado, la estructura debe ser reparable, mientras que, en un sismo severo, se espera que no haya daños estructurales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del proyecto

La I.E N° 16450, en San Ignacio-Cajamarca.

**Figura 7:** Ubicación de la I.E



Nota. Fuente: (Valderrama, 2019)

**Figura 8:** Ubicación geográfica

Código	Ubicación	Coordenadas	Elevación
I.E 16450	Nuestra señora de Fátima-san Ignacio	Este (utm <sub>x</sub> ): 721185.2454 Norte (utm <sub>y</sub> ): 9431255.6385	1287.00 m.s.n.m

Nota. Fuente: M.P de San Ignacio, 2024.

**Figura 9:** Centro Educativo. I.E 16450.



Nota. Fuente: Municipalidad provincial de San Ignacio, 2024.

## 2.2. Población y muestra

### 2.2.1. Población.

La población incluyo con un requisito clave para formar parte de este estudio era que las edificaciones tuvieran al menos 20 años de antigüedad.

### 2.2.2. Muestra.

Se eligió la I.E N°16450, que cumplía con los criterios de antigüedad y capacidad de aforo para la investigación. La institución cuenta con tres pabellones: dos de concreto armado y ladrillo, y un tercero de un solo nivel, construido en adobe con un techo liviano.

### 2.2.3. Muestreo

Se basa en criterios subjetivos en lugar de la selección aleatoria. Este enfoque permite elegir elementos según las características del estudio y los aspectos a evaluar (Cueva, 2022). En este caso, se optó por una muestra no probabilística compuesta por aulas pedagógicas, seleccionando dos pabellones de concreto armado y ladrillo, priorizando aquellos con mayor capacidad.

## 2.3. Materiales

El levantamiento de información se realizó:

Tangibles:

- ✓ Esclerómetro.
- ✓ Escalera.
- ✓ Piedra abrasiva.
- ✓ Ficha de apuntes
- ✓ Laptop.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Formulario del índice de Benedetti Petrinni

Intangibles

- ✓ Norma ASTM C805.
- ✓ NTE 020: Cargas
- ✓ NTE 030: Resistencia
- ✓ NTE 060: Concreto armado
- ✓ NTE 070: Albañilería.
- ✓ Software de modelado estructural.

## 2.4. Métodos y Procedimientos

### 2.4.1. Método

**Método deductivo:** Se trata de un tipo de razonamiento que parte de conceptos o teorías amplias y avanza hacia conclusiones concretas que se aplican a situaciones particulares. Según Sampieri, este enfoque comienza con premisas generales, principios o leyes aceptadas previamente y, a través de un proceso lógico, se obtiene una conclusión específica que surge de dichas premisas (Hernández Sampieri, 2014).

**Método inductivo:** Este método consiste en examinar casos particulares para formular conclusiones o generalizaciones. De acuerdo con Hernández Sampieri (2014), comienza con información específica y, a partir de ella, se generan conclusiones generales, reconociendo patrones, regularidades o principios que podrían ser relevantes en contextos similares.

## 2.4.2. Técnicas

### 2.4.2.1. La observación,

se realizó mediante análisis de campo, documental y bibliográfico, revisando planos estructurales y guías de evaluación de vulnerabilidad. Este método es fundamental para recopilar datos al observar fenómenos en su entorno natural, y proporciona una base empírica para el análisis, formulación de hipótesis y validación de teorías. (Hernández Sampieri, 2014).

Se garantizó la imparcialidad en las observaciones de campo mediante una metodología rigurosa en la recolección de datos, basada en criterios precisos y estándares técnicos como el método de Benedetti-Petrini. Las inspecciones se realizaron de manera estandarizada, utilizando una lista de chequeo que abarcó aspectos estructurales, geométricos y constructivos de cada edificación. El asesor de tesis, Edinson V. Llamo Goicochea, supervisó el proceso, asegurando la exactitud de los datos recolectados. Todo el trabajo se ejecutó conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y la Norma E.030, garantizando la calidad y objetividad del estudio.

### 2.4.2.2. Modelado estructural de las edificaciones

- **Destinatario:** Administrador de la licencia '141112' de los programas de CYPE, adquirida por Edinson Viamney Llamo Goicochea. CYPE Ingenieros, S.A. Avda. Eusebio Sempere, 5 - 03003 Alicante – ESPAÑA - Tel.: (+34) 965 92 25 50
- **CYPECAD - Normas incluidas en la licencia de usuario:** adapta la normativa según el país de la licencia, con opción de incluir otras reglamentaciones adicionales.
- **CYPECAD - Cálculo con multiprocesadores:** Optimiza el tiempo de cálculo mediante un módulo que aprovecha hasta 8 procesadores.
- **CYPECAD – Exportación:** Exporta modelos estructurales en formatos BIM como IFC, compatibles con programas como Revit® y Archicad®.
- **CYPECAD - Más prestaciones de CYPECAD:** Incluye módulos para sistemas de protección y gestión completa del proyecto siguiendo normativas como el CTE
- **CYPECAD - Documentación obtenida:** Genera planos editables y exportables en formatos DXF/DWG, integrando capas y recursos adicionales.
- **CYPECAD - Análisis de resultados:** Herramientas para editar vigas y pilares con actualización automática y representación gráfica.

- **CYPECAD - Cálculo sísmico:** Realiza análisis espectral modal para evaluar comportamiento estructural en sismos.
- **CYPECAD - Elementos estructurales analizados:** Dimensiona soportes, vigas, forjados y escaleras, verificando estados límite según normas (Cype, 2024).

**- Variables.**

- ✓ Variable dependiente: Vulnerabilidad Sísmica de I.E. N°16450
- ✓ Variable independiente: Esclerometría y Método del Índice

**Tabla 6:** *Matriz de operativa - variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional		
		Indicador	Instrumento/Técnicas	
Variable dependiente	Vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima en San Ignacio, Cajamarca.	Limitada capacidad de resistencia de una o más edificaciones, así como a la tendencia de sus componentes estructurales y no estructurales a sufrir daños durante un sismo.	Norma E-030, Normas Técnicas de Edificación E.060 y E.070, tipo de edificación, y componentes estructurales y no estructurales.	Análisis documental y observación de campo.
Variable independiente	Método de Índice -Benedetti-Petrini.	Este método, desarrollado en 1982 por los investigadores italianos Benedetti y Petrini, se utiliza para evaluar índice y ha sido implementado en diversos países.	Los criterios empleados para evaluar la vulnerabilidad sísmica.	Análisis documental/ Fichas de observación
	Esclerometría	El esclerómetro, o martillo de rebote, fue creado en 1950 por Ernest Schmidt y se utiliza para evaluar la resistencia del hormigón sin causar daños.	Norma Técnica Peruana 339.181:2018 sobre concreto, junto con las Normas Técnicas de Edificación E.060 y E.070.	Ensayo de esclerometría

*Nota.* Fuente: Los Autores.

### **2.4.3. Tipo de investigación**

Dzul (2010) señala que el enfoque no experimental se centra en observar fenómenos en su entorno natural sin alterar variables, facilitando un análisis posterior. Para evaluar la vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450 en San Ignacio, Cajamarca, se utiliza un método descriptivo para recopilar información mediante un análisis detallado. El estudio transversal recolecta datos en un único momento para describir el comportamiento de las variables. Se empleó un ensayo con martillo de rebote (esclerómetro) y una guía de evaluación según el modelo de Benedetti-Petrini para calcular el índice de vulnerabilidad sísmica.

### **Instrumentos de recolección de datos**

- La lista de cotejo de Benedetti-Petrini se utiliza para evaluar el estado y las condiciones de las edificaciones en términos de su vulnerabilidad.
- La lista de cotejo también se emplea para modelar los elementos estructurales y analizar el comportamiento del edificio. Los datos recolectados a través de la metodología de esclerometría se ingresan en un software, lo que proporciona información clave para evaluar los índices.

### **Procedimientos de recolección de datos**

- ✓ **Etapa 1. Elaboración de guías de evaluación.** Se elaboró una solicitud para que el personal investigador pudiera acceder al lugar, informando a profesores y estudiantes sobre el proyecto. Se creó una ficha técnica del índice de vulnerabilidad, integrando datos del esclerómetro según los criterios de Benedetti y Petrini (NTP 339.181:2018). La observación permitió identificar las características físicas de los módulos de construcción, facilitando la asignación de un valor según los parámetros de la ficha de verificación.

**Figura 10:** *Coordinación con las autoridades de I.E 1645, San Ignacio - Cajamarca.*



*Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca.*

**A) Etapa 2. Recolección de expediente técnico.** Se solicitó una copia del expediente técnico de la estructura y sus modificaciones recientes, clasificando los documentos según las características de la construcción. Se utilizaron fichas de verificación y medidas del sitio para crear planos de planta y elevación de las viviendas representativas, considerando dimensiones de puertas y ventanas, forma del techo y grosor y altura de las paredes como aspectos clave de los módulos.

**B) Características de módulos de estudio**

- ✓ **Cemento:** Se empleó cemento Portland Tipo I para columnas, vigas, zapatas y vigas de conexión (Planos estructurales – 2020).
- ✓ **Concreto:** Medida por esclerometría, fue de 177,00 kg/cm<sup>2</sup> para el Bloque A y 168,08 kg/cm<sup>2</sup> para el Bloque B. La resistencia del acero utilizado es de grado 60, con una fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (Planos estructurales – 2020).
- ✓ **Losa aligerada:** Se utilizó ladrillo 0.30x0.30x0.15 m (Planos estructurales – 2020).
- ✓ **Cubierta:** La evacuación de lluvias se realiza mediante calamina metálica.
- ✓ **Ladrillo:** Presenta una resistencia de  $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$  y un módulo de elasticidad de  $E = 32500 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ **Concreto:** Su módulo de elasticidad es  $E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ **Cimentaciones:** Las cimentaciones corridas de concreto simple tienen una resistencia de  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ .

- ✓ **Acero:** El módulo de elasticidad del acero es  $E_c = 2100000 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ **Pesos específicos:** Peso - específico de  $\gamma_{CA} = 2400 \text{ kg/m}^3$ , y el concreto simple de  $\gamma_{Cs} = 2300 \text{ kg/m}^3$ .
- ✓ **Tamaño de agregado:** Para columnas, vigas y losas, el tamaño máximo es  $TM = 1/2"$ , mientras que para cimentaciones es  $TM = 3/4"$ .
- ✓ **Sobrecarga:** Se considera una carga viva de  $250 \text{ kg/m}^2$  para ambos niveles, conforme a la NTP E-020 sobre cargas, dado que es un centro educativo.

**Etapa 3. Toma de datos del módulo de la IE:** Se llevó a cabo una inspección inicial de las estructuras para evaluar su estado y condiciones, lo que facilitó la realización de los ensayos. Se verificó la existencia de un dictamen estructural que garantizara la seguridad del edificio. Asimismo, se identificaron los materiales y elementos para evaluarlos de acuerdo con los parámetros de Benedetti-Petrini, y se realizaron mediciones de todas las áreas del edificio.

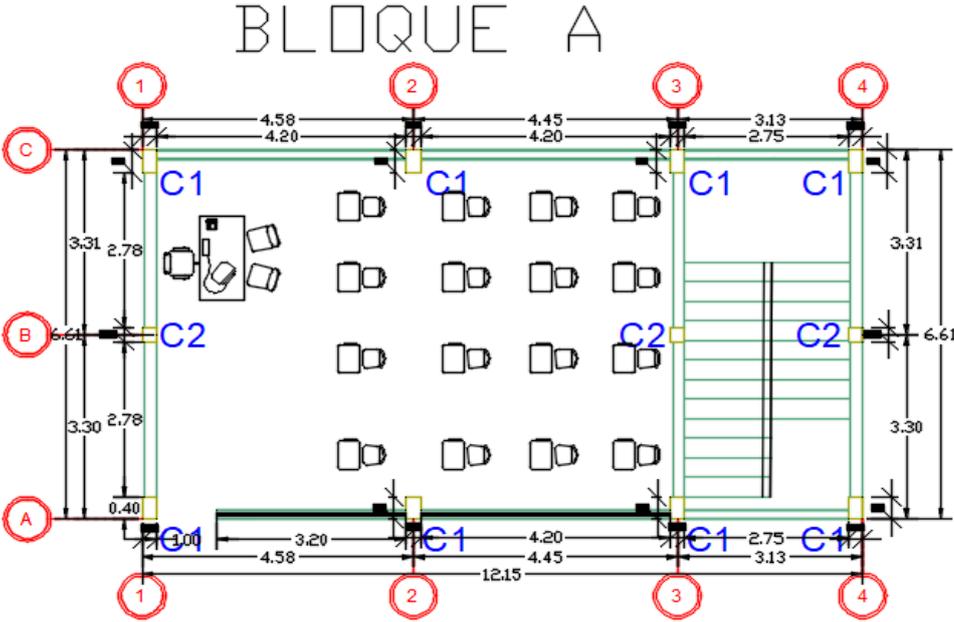
**Figura 11:** *Identificación del estado situacional y condicional de la edificación*



*Nota. Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia.*

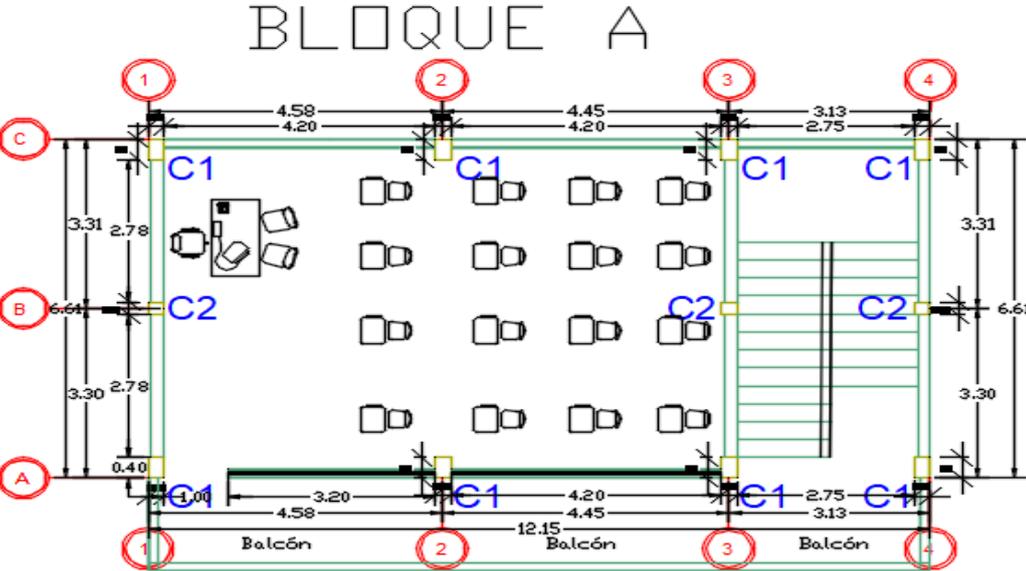
- ✓ **Etapa 4. Elaboración de planos para módulos:** Se crearon planos basados en las medidas obtenidas, realizando una comparación con el plano inicial proporcionado en el expediente técnico.

**Figura 12:** Primer nivel bloque A- Primer nivel



Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca.

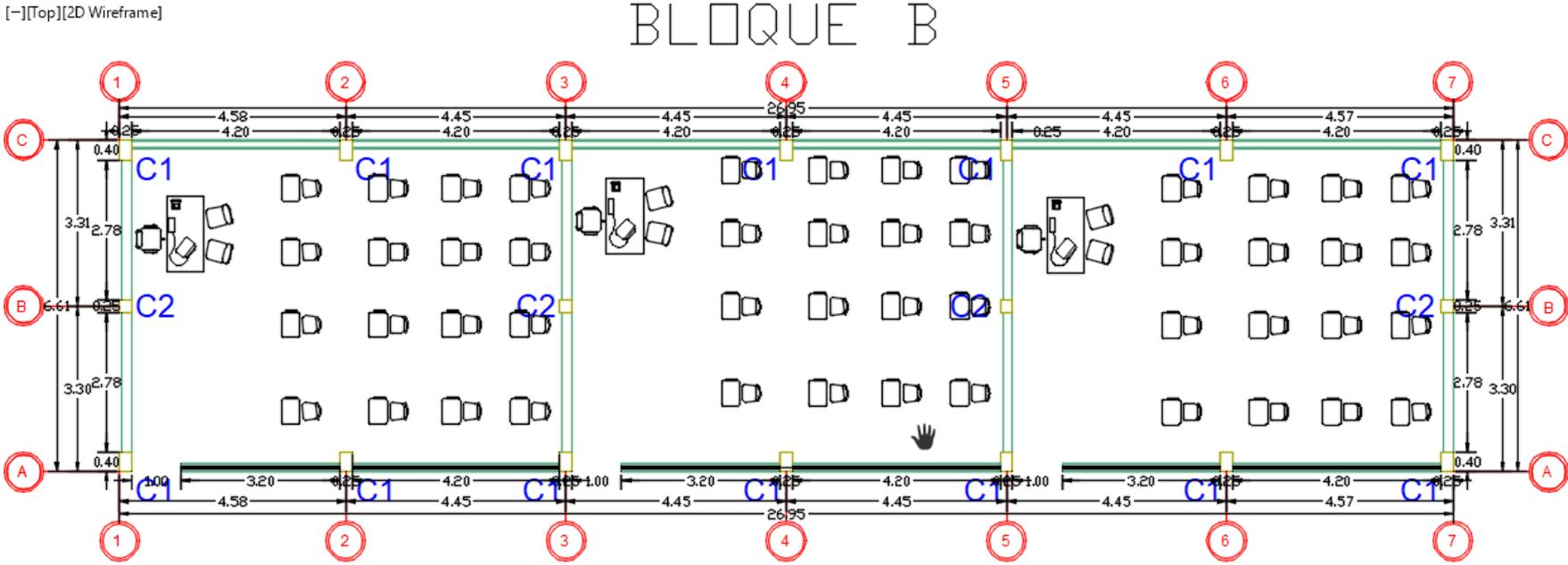
**Figura 13:** Segundo nivel Bloque A



Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca

Figura 14: Primer nivel Bloque B-Modulo 1

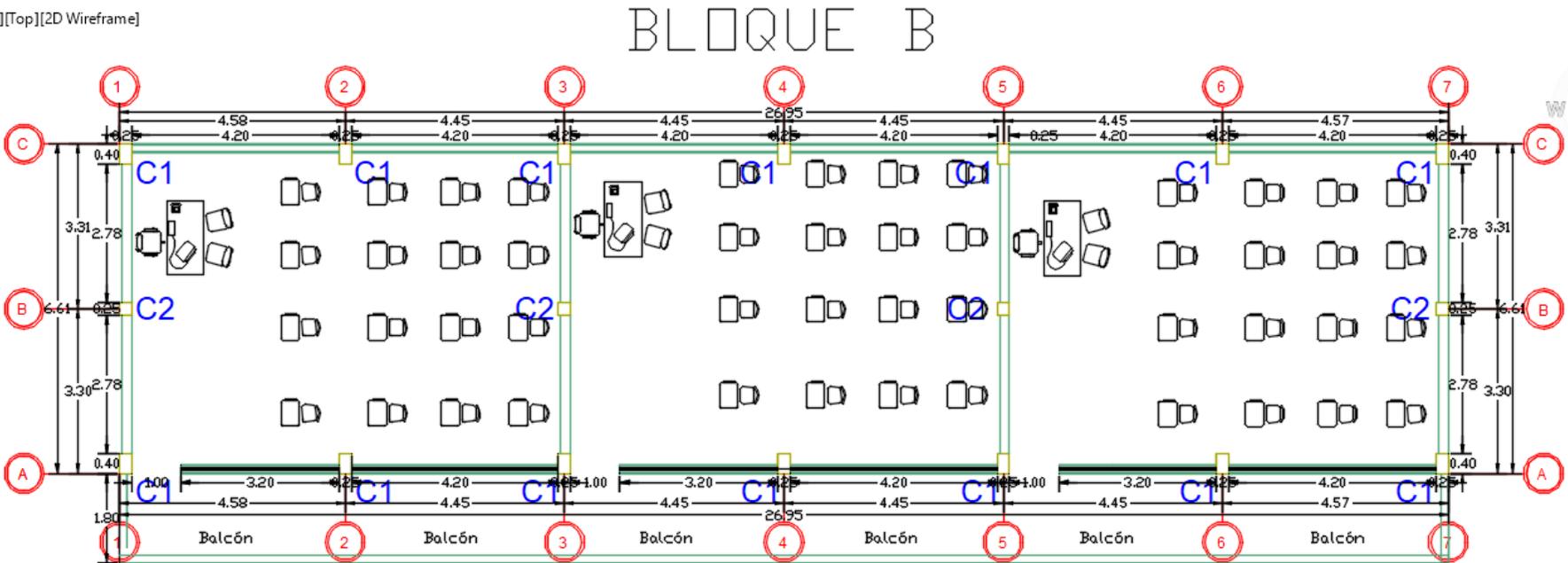
[ - ] [ Top ] [ 2D Wireframe ]



Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

Figura 15: Segundo nivel Bloque B-Modulo 2

[-][Top][2D Wireframe]



Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

### C) Metrado de cargas

#### -Componentes no estructurales

#### Primer nivel – Modulo 01(Bloque A)

#### Ejes delanteros

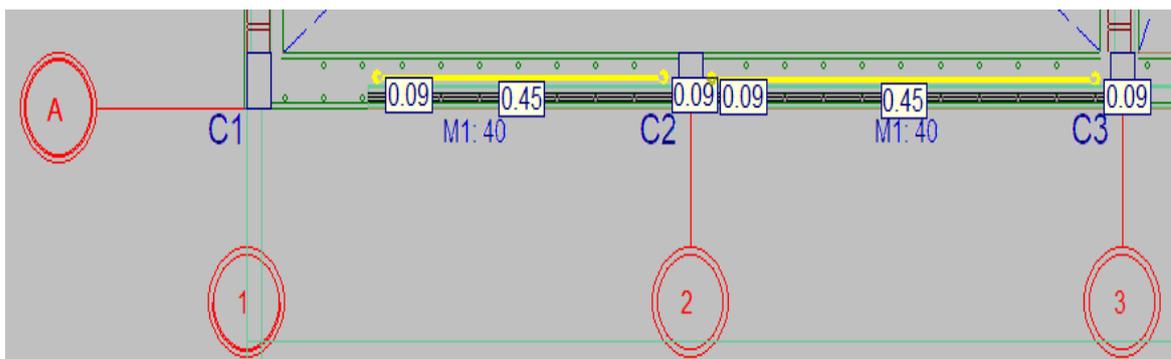
#### Eje: 1-A y 2-A; Eje: 2-A y 3-A

#### Cargas

- El peso del muro se calcula multiplicando su espesor de 0,15 m por su ancho de 1,45 m y su densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, dando como resultado 391,5 kg por metro lineal.
- El cálculo del peso de la vigueta se realiza multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da un resultado de 54 kg por metro lineal.

#### Cargas concentradas: Las dos columnas.

- El peso de la columna 1 se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 86,4 kg.
- El peso de la columna 2 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 86,4 kg.



## Ejes posteriores

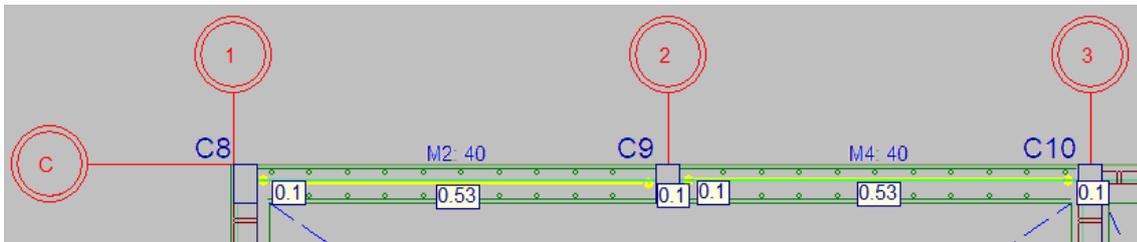
### Eje: 1-C y 2-C; Eje: 2-C y 3-C

#### Cargas

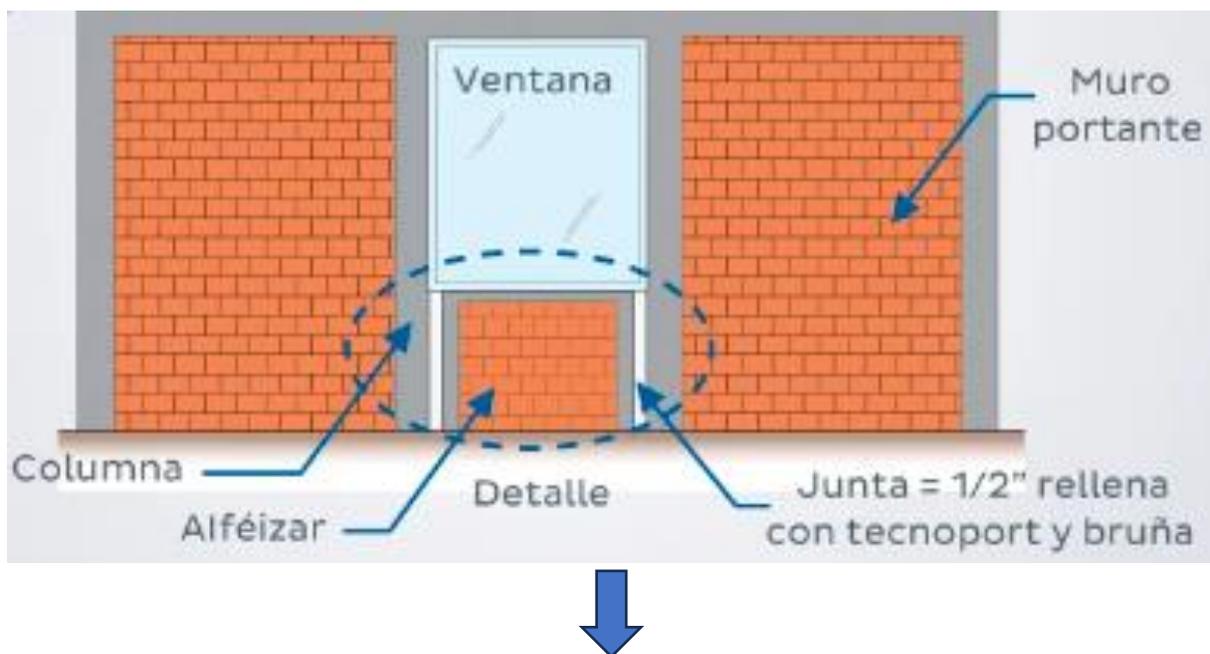
- El peso del muro se determina multiplicando su espesor de 0,15 m por su altura de 1,75 m y su densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 472,5 kg por metro lineal.
- El peso de la vigueta se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da un total de 54 kg por metro lineal.

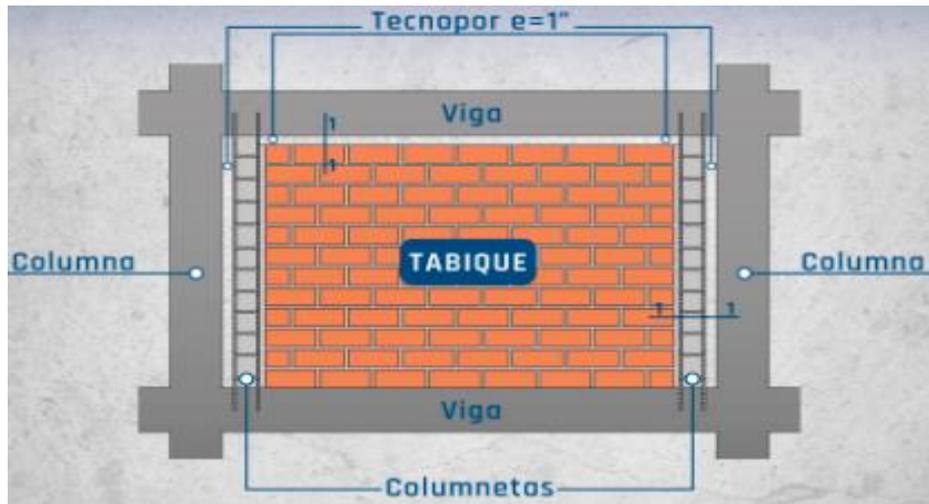
#### Cargas concentradas: Las dos columnas.

El peso de la columna se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,90 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 102,6 kg.



**Figura 16:** Identificación del estado situacional y condicional de la edificación





Nota. Fuente: Manual del maestro- Aceros Arequipa

## Segundo nivel – Modulo 01 (Bloque A)

### Ejes delanteros

#### Eje: 1-A y 2-A; Eje: 2-A y 3-A

### Cargas

- El peso del muro se calcula multiplicando un espesor de 0,15 m por un ancho de 1,45 m y una densidad de  $1800 \text{ kg/m}^3$ , lo que da como resultado 391,5 kg por metro.
- El peso de la vigueta se determina al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , resultando en 54 kg por metro.

### Cargas concentradas: Las dos columnas.

- El peso de la columna 1 se calcula al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , obteniendo un total de 86,4 kg.
- El peso de la columna 2 se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, además de una densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , resultando un total de 86,4 kg.

## Segundo nivel -Modulo 01 (Bloque A)

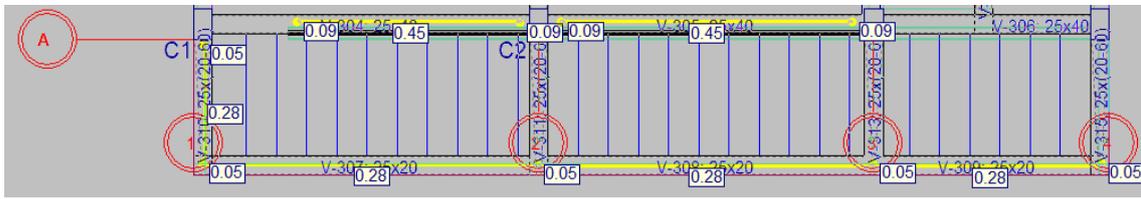
### Eje: voladizo

### Cargas

- El peso del muro se calcula multiplicando un espesor de 0,15 m por un ancho de 0,85 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 229,5 kg por metro lineal.
- El peso de la vigueta se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 54,0 kg por metro lineal.

#### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

- El peso de la columna 1 se calcula multiplicando dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo un total de 54,0 kg.
- El peso de la columna 2 se determina multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta 54,0 kg.



#### **Segundo nivel -Modulo 01 (Bloque A)**

##### **Ejes posteriores**

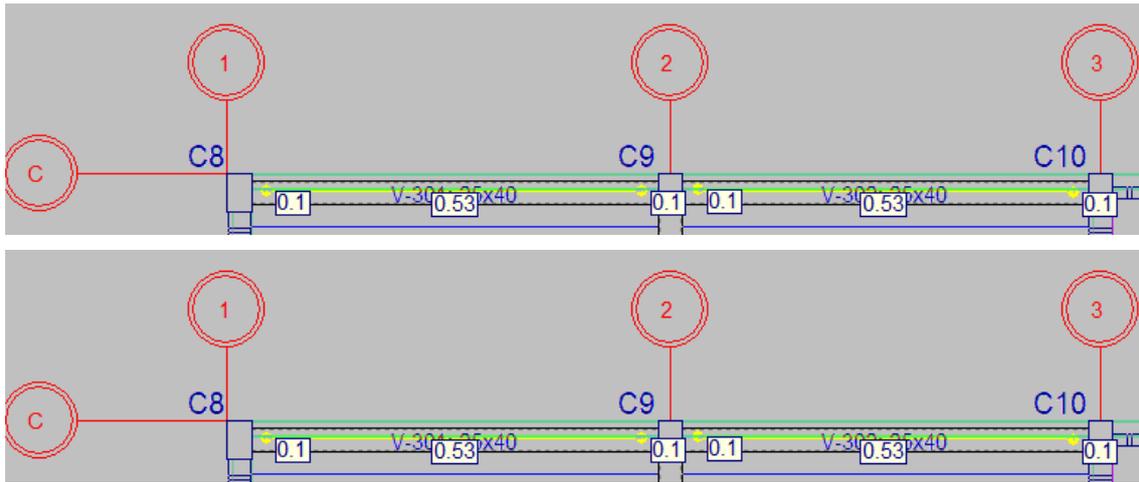
##### **Eje: 1-C y 2-C; Eje: 2-C y 3-C**

##### **Cargas**

- El peso del muro se calcula multiplicando su espesor de 0,15 m por su altura de 1,75 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 472,5 kg por metro lineal.
- El peso de la vigueta se obtiene multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 54 kg por metro.

#### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

- El peso de la columna se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,90 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo un total de 102,6 kg.



### **Tercer nivel – Modulo 01(Bloque A)**

#### **Ejes delanteros**

#### **Eje: 1-A y 2-A; Eje: 2-A y 3-A**

#### **Cargas**

- El peso del muro se determina al multiplicar un espesor de 0,15 m por una altura de 1,45 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 391,5 kg por metro.
- El peso de la vigueta se calcula al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta en 54 kg por metro lineal.

#### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

- El peso de la columna 1 se obtiene multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 86,4 kg.
- El peso de la columna 2 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, además de una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da 86,4 kg.

### **Tercer nivel -Modulo 01 (Bloque A)**

#### **Eje: voladizo**

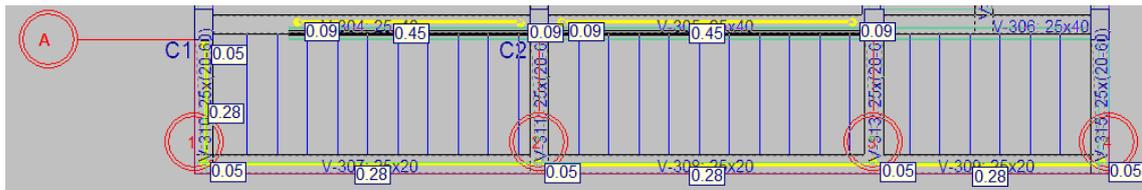
#### **Cargas**

- El peso del muro se calcula multiplicando un espesor de 0,15 m por un ancho de 0,85 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 229,5 kg por metro.

- El peso de la viga se obtiene multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 54,0 kg por metro lineal.

### Cargas concentradas: Las dos columnas.

- El peso de la columna 1 se determina multiplicando sus dimensiones 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da un total de 54,0 kg.
- El peso de la columna 2 se calcula multiplicando su dimensión 0,15 m por 0,15 m, su altura de 1,00 m una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo un total de 54,0m kg.



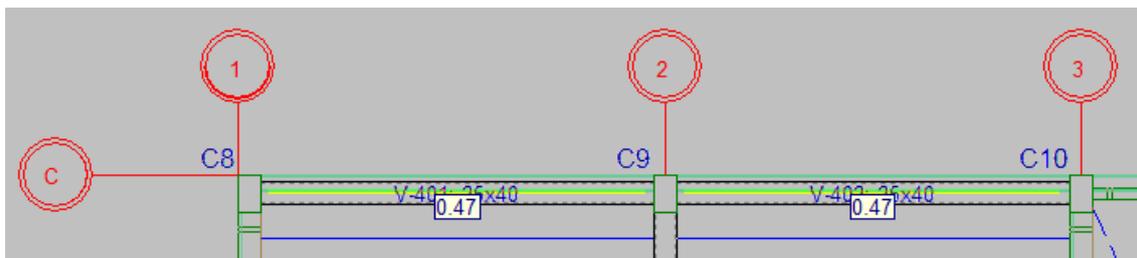
### Tercer nivel -Modulo 01 (Bloque A)

#### Ejes posteriores

#### Eje: 1-C y 2-C; Eje: 2-C y 3-C

#### Cargas

- El peso del muro se calcula multiplicando un espesor de 0,15 m por una altura de 2,60 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta en 472,5 kg por metro lineal.



## Primer nivel – Modulo 02 (Bloque B)

### Ejes delanteros

**Eje: 1-A con 2-A; Eje: 2-A con 3-A; Eje: 3-A con 4-A; Eje: 4-A con 5-A; Eje: 5-A con 6-A; Eje: 6-A con 7-A.**

### Cargas

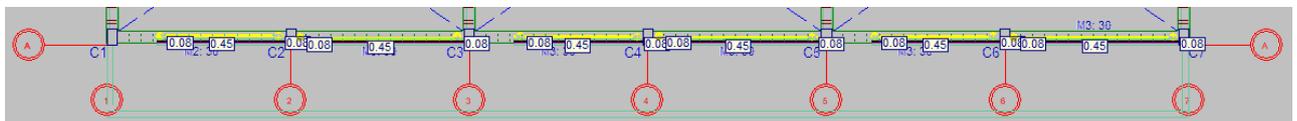
El peso del muro se determina al multiplicar un espesor de 0,15 m por una altura de 1,45 m y una densidad de  $1800 \text{ kg/m}^3$ , resultando en 391,5 kg por metro lineal.

El peso de la viga se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , lo que da como resultado 54 kg por metro.

### Cargas concentradas: Las dos columnas.

El peso de la columna 1 se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , resultando en 86,4 kg.

El peso de la columna 2 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, además de una densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , obteniendo un total de 86,4 kg.



## Primer nivel – Modulo 02 (Bloque B)

### Ejes posteriores

**Eje: 1- C y 2- C; Eje: 2- C y 3- C; Eje: 3- C y 4- C; Eje: 4- C y 5- C; Eje: 5- C y 6- C; Eje: 6- C y 7- C**

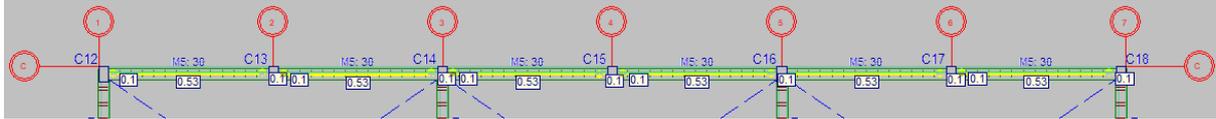
### Cargas

El peso del muro se determina multiplicando un espesor de 0,15 m por una altura de 1,75 m y una densidad de  $1800 \text{ kg/m}^3$ , lo que resulta en 472,5 kg por metro lineal.

El peso de la viga se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de  $2400 \text{ kg/m}^3$ , lo que da como resultado 54 kg por metro lineal.

### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

El peso de la columna se obtiene multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,90 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 102,6 kg.



### **Segundo nivel – Modulo 02 (Bloque B)**

#### **Ejes delanteros**

#### **Eje: 1-A y 2-A; Eje: 2-A y 3-A; Eje: 3-A y 4-A; Eje: 4-A y 5-A; Eje: 5-A y 6-A; Eje: 6-A y 7-A**

#### **Cargas**

El peso del muro se calcula multiplicando un espesor de 0,15 m por una altura de 1,45 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 391,5 kg por metro lineal.

El peso de la vigueta se determina al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 54 kg por metro lineal.

### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

El peso de la columna 1 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, dando como resultado 86,4 kg.

El peso de la columna 2 se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, además de una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 86,4 kg.

### **Segundo nivel -Modulo 02 (Bloque B)**

#### **Eje: voladizo**

#### **Cargas**

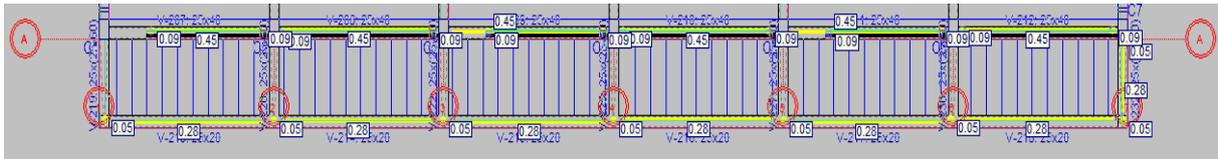
El peso del muro se determina al multiplicar un espesor de 0,15 m por un ancho de 0,85 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 229,5 kg por metro lineal.

El peso de la vigueta se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta en 54,0 kg por metro lineal.

### Cargas concentradas: Las dos columnas.

El peso de la columna 1 se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 54,0 kg.

El peso de la columna 2 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, además de una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da un total de 54,0 kg.



### Segundo nivel -Modulo 02 (Bloque B)

#### Ejes posteriores

Eje: 1- C y 2- C; Eje: 2- C y 3- C; Eje: 3- C y 4- C; Eje: 4- C y 5- C; Eje: 5- C y 6- C; Eje: 6- C y 7- C

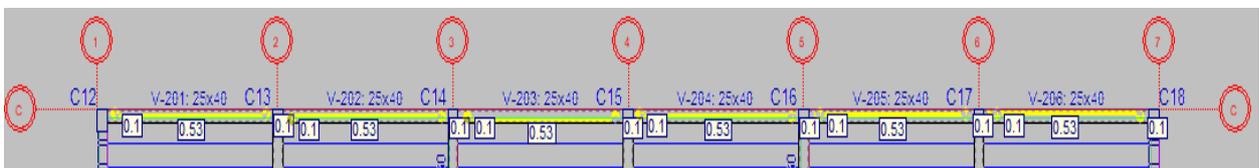
#### Cargas

El peso del muro se determina multiplicando un espesor de 0,15 m por una altura de 1,75 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 472,5 kg por metro lineal.

El peso de la viga se obtiene multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta en 54 kg por metro lineal.

### Cargas concentradas: Las dos columnas.

El peso de la columna se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,90 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 102,6 kg.



## **Tercer nivel – Modulo 02 (Bloque B)**

### **Ejes delanteros**

**Eje: 1-A y 2-A; Eje: 2-A y 3-A; Eje: 3-A y 4-A; Eje: 4-A y 5-A; Eje: 5-A y 6-A; Eje: 6-A y 7-A**

### **Cargas**

El peso del muro se calcula al multiplicar un espesor de 0,15 m por una altura de 1,45 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 391,5 kg por metro lineal.

El peso de la vigueta se determina multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta en 54 kg por metro lineal.

### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

El peso de la columna 1 se obtiene multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 86,4 kg.

El peso de la columna 2 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,60 m, además de una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que resulta en 86,4 kg.

## **Tercer nivel -Modulo 02 (Bloque B)**

### **Eje: voladizo**

### **Cargas**

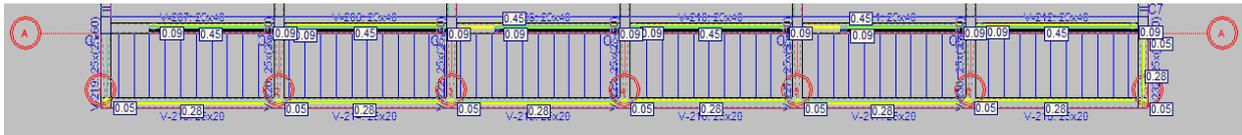
El peso del muro se determina al multiplicar un espesor de 0,15 m por un ancho de 0,85 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 229,5 kg por metro lineal.

El peso de la vigueta se calcula al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 54,0 kg por metro lineal.

### **Cargas concentradas: Las dos columnas.**

El peso de la columna 1 se obtiene al multiplicar sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, junto con una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 54,0 kg.

El peso de la columna 2 se calcula multiplicando sus dimensiones de 0,15 m por 0,15 m y su altura de 1,00 m, además de una densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>, lo que da como resultado 54,0 kg.



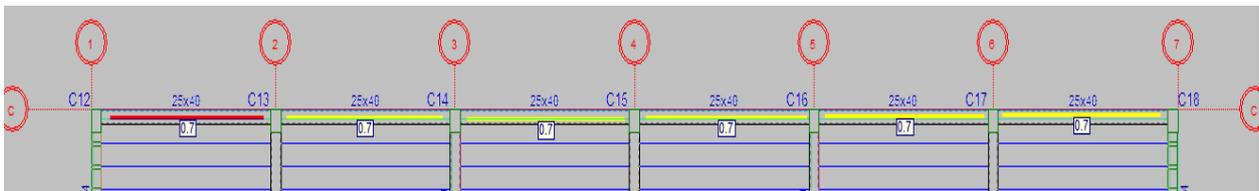
### **Tercer nivel -Modulo 02 (Bloque B)**

#### **Ejes posteriores**

**Eje: 1- C y 2- C; Eje: 2- C y 3- C; Eje: 3- C y 4- C; Eje: 4- C y 5- C; Eje: 5- C y 6- C; Eje: 6- C y 7- C**

#### **Cargas**

El peso del muro se determina multiplicando un espesor de 0,15 m por una altura de 2,60 m y una densidad de 1800 kg/m<sup>3</sup>, resultando en 702,0 kg por metro lineal.



#### ✓ **Etapa 5. Toma de datos de resistencia en vigas y columnas**

Metodología de prueba para calcular el índice de rebote del concreto endurecido (esclerometría) - (NTP) - 339.181:2018 ELEMENTO. A partir de esto, se determinó una resistencia promedio de la construcción, lo que permitió llevar a cabo el modelado estructural y evaluar su vulnerabilidad. De acuerdo con la normativa, se removió el revestimiento de las estructuras o elementos objeto de estudio.

La precisión en la lectura del esclerómetro se asegura mediante varios procedimientos y controles que minimizan la variabilidad de los datos obtenidos durante las mediciones. En primer lugar, se realiza una calibración periódica del esclerómetro utilizando un yunque de calibración, lo que permite verificar que el instrumento esté funcionando correctamente antes de cada uso. Esta calibración debe realizarse cada 2000 impactos o cuando se sospeche que el equipo no está dando lecturas precisas (Borja, 2021). Además, se establece un protocolo de preparación de la superficie, que incluye la limpieza y pulido del área a medir para eliminar cualquier contaminante que pueda afectar la dureza superficial del hormigón.

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo. **Anexo 4**

Nota 1: Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 4 partes.

Nota 2: El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

**Figura 17:** El rebote, resistencia según Angulo de impacto o golpe

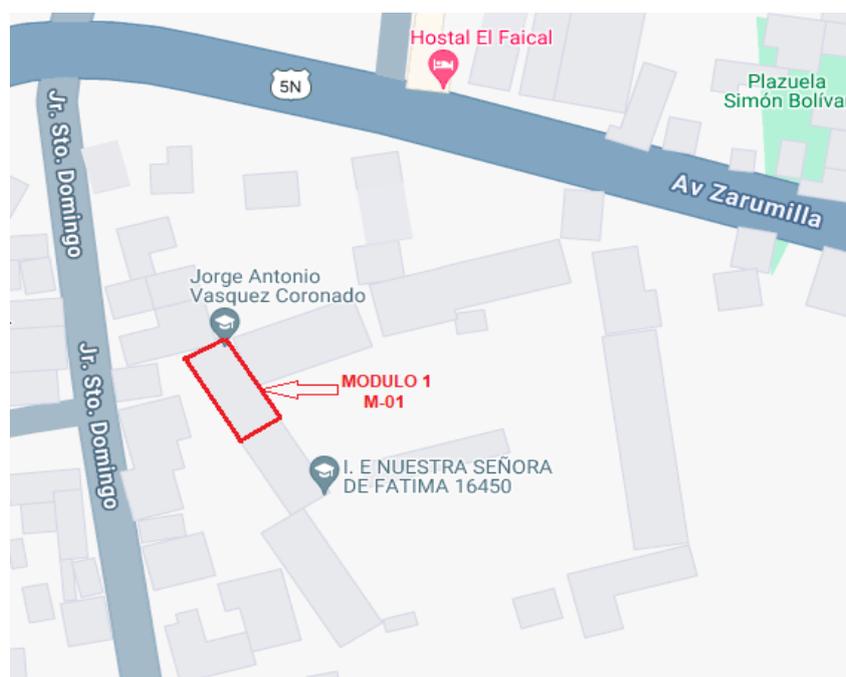
R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha - 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Por encima 600	Por encima 600	580	550	530
55	Por encima 600	Por encima 600	600	570	550

Nota. Fuente: FORNEY modelo LA-035-USA

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados Según el objetivo 1: Medir la vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450 I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca - índice - Benedetti – Petrini.

Figura 18: Ubicación del Centro educativo I.E. 16450-M-01



Nota. Fuente: Mapa adaptado desde Sigrid. cenepred.gob.pe. Elaboración propia.

#### a. Parámetro 1: Tipo y organización

Se le otorgó la calificación B debido a que es un módulo que data 2000, pero por las irregularidades construidas, muros en el último nivel se le otorga B.

Tabla 7: Evaluación por secciones del parámetro 1, incluyendo su clasificación y estructura.

CÓDIGO DEL MODULO	CALIFICACIÓN		
	A	B	C
M01		X	
M02		X	

Nota. Fuente: Lista de verificación elaborada por el equipo de investigación.

**b. Parámetro 2: Calidad del sistema resistente**

Este parámetro es idéntico al parámetro 1.

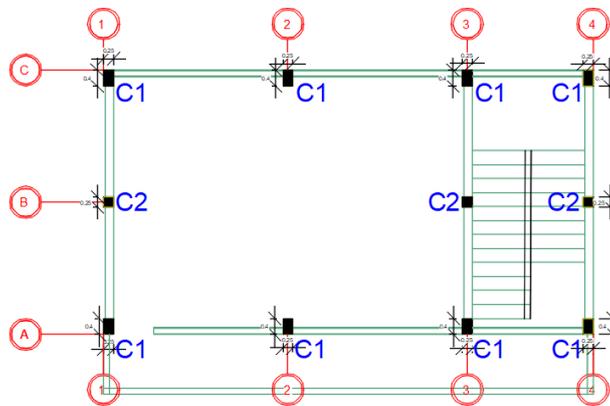
**Tabla 8:** Evaluación del parámetro 2: M-01 y M-02.

CÓDIGO DEL MODULO	CALIFICACIÓN		
	A	B	C
M-01		X	
M-02		X	

*Nota.* Fuente. Lista de verificación, desarrollada por el equipo de investigación.

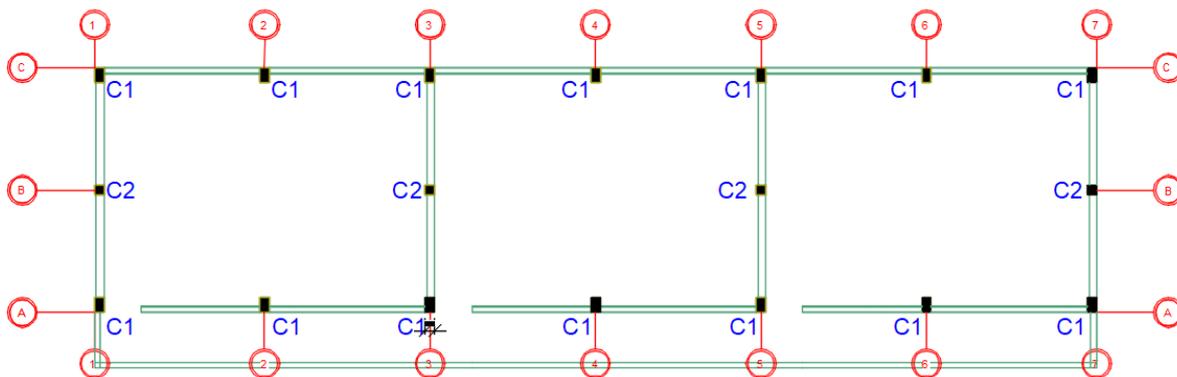
**c. Parámetro 3: Resistencia convencional.**

**Figura 19:** Columnas en los ejes (X; Y). Plano en planta M-01.



*Nota.* Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

**Figura 20:** Columnas en los ejes (X; Y). Plano en planta M-02.



*Nota.* Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

**Tabla 9:** Áreas resistentes en X-Modulo 1.

*Áreas resistentes en X*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
<b>Columnas</b>				<b>0.988</b>
C1x	8	0.25	0.4	0.800
C2x	3	0.25	0.25	0.188
<b>Muros/Eje</b>				<b>0.000</b>
A	0	0.00	0	0.000
C	0	0.00	0	0.000

*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

**Tabla 10:** Áreas que resistentes en y-Modulo 1.

*Ares en X*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
<b>Columnas</b>				<b>0.988</b>
C1y	8	0.4	0.25	0.800
C2y	3	0.25	0.25	0.188
<b>Muros/Eje</b>				<b>4.003</b>
1	2	2.78	0.24	1.334
3	2	2.78	0.24	1.334
4	2	2.78	0.24	1.334

*Nota.* Fuente: Lista de cotejo.

**Tabla 11:** Áreas de resistencias en X-Modulo 2.

*Áreas X*

ELEMENTOS	N	L	e	L*e
<b>Columnas</b>				<b>1.650</b>
C1x	14	0.25	0.4	1.400
C2x	4	0.25	0.25	0.250
<b>Muros/Eje</b>				<b>0.000</b>
A	0	0	0	0.000
B	0	0	0	0.000
C	0	0	0	0.000

*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

**Tabla 12:** Áreas de resistentes en y-Modulo 2.

## Áreas Y

<b>ELEMENTOS</b>	<b>N</b>	<b>L</b>	<b>e</b>	<b>L*e</b>
<b>Columnas</b>				<b>1.650</b>
C1y	14	0.4	0.25	1.400
C2y	4	0.25	0.25	0.250
<b>Muros/Eje</b>				<b>5.338</b>
<b>1</b>	2	2.78	0.24	<b>1.334</b>
<b>3</b>	2	2.78	0.24	<b>1.334</b>
<b>5</b>	2	2.78	0.24	<b>1.334</b>
<b>7</b>	2	2.78	0.24	<b>1.334</b>

Nota. Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

<b>Parámetros</b>	<b>Modulo 1-Bloque A</b>		<b>Modulo 2-Bloque B</b>	
A.t (Área total construida en Planta)	80,28	m <sup>2</sup>	178,06	m <sup>2</sup>
N (Pisos)	2		2	
A.x (Muros en x)	0,00	m <sup>2</sup>	0,00	
A.y (Muros en y)	4,00	m <sup>2</sup>	5,34	
C.x (Concreto en X)	0,99	m <sup>2</sup>	1,65	m <sup>2</sup>
C.y (Concreto en Y)	0,99	m <sup>2</sup>	1,65	m <sup>2</sup>
H (altura promedio)	6,5	m	6,5	m
M (Diafragmas horizontales)	2		2	
A.c (área cubierta)-Metálica	90,58	m <sup>2</sup>	218,49	m <sup>2</sup>
P.c (Unidad de cubierta)	0.03	tn/m <sup>2</sup>	0,03	tn/m <sup>2</sup>
$\tau_c$ Resistencia al deslizamiento del concreto.	70	tn/m <sup>2</sup>	70	tn/m <sup>2</sup>
(S) Suelo	1,20		1,20	
(U) Uso	1,50		1,50	
(Z) Zona Sísmica- San Ignacio	0,25		0,25	
(C) Coeficiente Sísmico	2,5		2,5	
(R) Coeficiente de reducción sísmica	7		7	

Nota. Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

<b>Modulo 1</b>	<b>Modulo 2</b>
$V_r =$ Resistencia cortante menos favorable	$V_r =$ Resistencia cortante
$V_r = \min (A_x; A_y) * \tau$	$V_r = \min (A_x; A_y) * \tau$
$V_r = 69,125$	$V_r = 115,50$
$W =$ Cálculo del peso de la edificación.	$W =$ Cálculo del peso de la edificación que es resistido por la estructura.
$W =$	$W =$
$N*(A_x+A_y)*h*P_m+N*C_x*H*P_{co}+M*P_s*At+Ac*P_c$	$N*(A_x+A_y)*h*P_m+N*C_x*H*P_{co}+M*P_s*At+Ac*P_c$
$W = 175,37$	$W = 236,35$
Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:	Cálculo del coeficiente sísmico resistente CSR:
$CSR = V_r/W$	$CSR = V_r/W$
$CSR = 0,394$	$CSR = 0,489$
Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:	Cálculo del coeficiente sísmico exigido CSE:
$CSE = ZUCS/R$	$CSE = ZUCS/R$
$CSE = 0.161$	$CSE = 0.161$
Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño ( $\alpha_h$ )	Relación entre la fuerza resistente y la fuerza de diseño ( $\alpha_h$ )
$\alpha_h = CSR/CSE$	$\alpha_h = CSR/CSE$
$\alpha_h = 2,453$	$\alpha_h = 3,041$
Por lo tanto, para el M - 01 le corresponde la calificación A, porque el valor de $\alpha_h$ : 2,453 es mayor que 1.20.	Por lo tanto, para el M - 02 le corresponde la calificación A, porque el valor de $\alpha_h$ : 3,041 es mayor que 1.20.

*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

**Tabla 13:** Evaluación del parámetro 3, resistencia estándar.

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01	X		
	M02	X		

*Nota.* Fuente: Lista de cotejo.

#### d. Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

Para evaluar los parámetros, se consideró la inclinación del centro educativo, donde ambos módulos presentan una pendiente suave. La fundación se encuentra a diferentes alturas, con una variación de 0,50 m, sobre un terreno intermedio libre de sales.

**Tabla 14:** Evaluación del parámetro 4, que abarca la ubicación del edificio y su fundación.

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01		X	
	M02		X	

*Nota.* Fuente: Lista de verificación, creada por el equipo de investigación.

#### e. Parámetro 5: Diafragmas horizontales.

En ambos módulos, no se identifican deformaciones en el diafragma ni pendientes irregulares. Sin embargo, se observan deformaciones onduladas en los bordes y una irregularidad en la altura de las losas, como se ilustra en la Figura 24. Por este motivo, se le asigna una calificación B. En la Figura 24.

**Figura 21:** Diafragmas horizontales de los M-01 y M-02, sin desnivel



*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

**Tabla 15:** Evaluación del parámetro 5.

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
	M01		X	
<b>I.E. 16450</b>	M02		X	

*Nota.* Fuente: Lista de verificación elaborada por el equipo de investigación.

#### **f. Parámetro 6: Configuración en planta**

M01

Parámetro	Dimensiones
a	6,61 m
L	12,15 m
b	0.00 m
$\beta_1 =$	0.54 m
$\beta_2 =$	0.00 m

Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

Por consiguiente, se le asigna la calificación B al M - 01.

- M-02

Parámetro	Dimensiones
a	6,61 m
L	26,95 m
b	0.00 m
$\beta_1 =$	0,24 m
$\beta_2 =$	0.00 m

Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

Así, se le asigna la calificación C al M - 02.

**Tabla 16:** Configuración en planta, parámetro 6

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01		X	
	M02			X

Nota. Fuente: Lista de cotejo.

### g. Parámetro 7. Configuración en Elevación

Parámetro depende de RL, es la relación:  $R_L = \frac{H-T}{H}$

Para los módulos M – 01, son de 3 niveles, de 02 pisos y azotea, por lo tanto:

$$R_L = \frac{6.5 - 0}{6.5} = 1$$

Por lo tanto, dado que el M - 01 tiene una relación de rigidez (RL) de 1, se le asigna la "A".

Para los módulos M – 02, son de 3 niveles, por lo tanto:

$$R_L = \frac{6.5 - 0}{6.5} = 1$$

Por lo tanto, el M - 02 presenta una relación de rigidez (RL) de 1, lo que le otorga la calificación "A".

**Tabla 17:** Evaluación del parámetro 7, que se refiere a la configuración en elevación.

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01	X		
	M02	X		

Nota. Fuente: Lista de verificación creada por el equipo de investigación.

### h. Parámetro 8: Separación máxima entre muros y columnas.

La calificación de este parámetro será: La distancia entre columnas se evaluará teniendo en cuenta la disponibilidad de asesoría técnica y el año de construcción.

**Tabla 18:** *Parámetro 8 para los módulos M-01 y M-02.*

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01	X		
	M02	X		

*Nota.* Fuente: Lista de verificación elaborada por el equipo de investigación.

**i. Parámetro 9: Clase de cubierta**

La techumbre de ambos módulos consiste en una losa aligerada con un vaciado monolítico. Además, presenta un diseño de cubierta plana. Por esta razón, las edificaciones obtienen una calificación B.

**Tabla 19:** *Evaluación del parámetro 9*

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01		X	
	M02		X	

*Nota.* Fuente: Lista de verificación creada por el equipo de investigación.

**j. Parámetro 10: Componentes no estructurales.**

Se asignará la calificación B al M -01 debido a la presencia de elementos estructurales conectados al sistema de resistencia.

**Figura 22:** Componente no estructural (Escalera) del módulo 01-Bloque A



*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

M – 02 se le asignará la calificación C, por no tener elemento estructural conectados al sistema resistente.

**Tabla 20:** Calificación del parámetro 10.

CÓDIGO	MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01			X
	M02		X	

*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

#### **k. Parámetro 11: Estado de conservación.**

Los módulos M-01 y M-02 son los más vulnerables a las filtraciones de agua y fisuras, por lo que este parámetro es principalmente cualitativo. El M-02 recibió una calificación C, dado que se encuentra en buenas condiciones y no presenta deficiencias hasta el momento.

**Tabla 21:** Estado de conservación

CÓDIGO	N° DE MODULO	CALIFICACIÓN		
		A	B	C
I.E. 16450	M01		X	
	M02			X

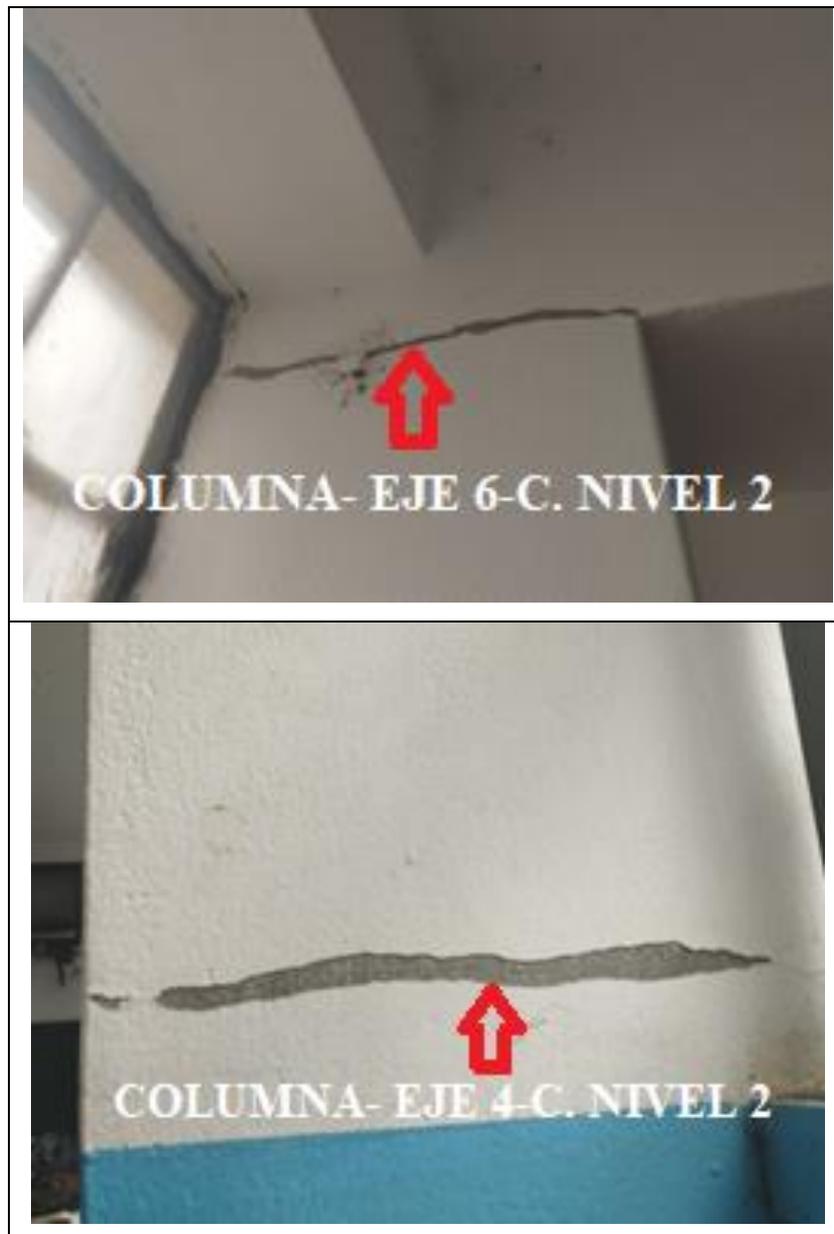
Nota. Fuente: Lista de verificación elaborada por el equipo de investigación.

**Figura 23:** Grietas en paredes y eflorescencia del M-01-Bloque A.



Nota. Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

**Figura 24:** Fisuras en las columnas del pórtico, eje 6-C y eje 4-C del nivel 2 Modulo 01



*Nota.* Fuente: Lista de cotejo, elaboración propia del equipo investigador.

**Tabla 22:** Evaluación del índice de vulnerabilidad según el método Benedetti - Petrini para la I.E. del módulo 1, Bloque A.

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	Wi	KWi	
						Modulo -01	Modulo -02
1	Organización de sistema	0	1	2	4	1	1
2	Calidad de sistema	0	1	2	1	1	1
3	Resistencia	-1	0	1	1	-1	-1
4	Ubicación y tipo	0	1	2	1	1	1
5	Diafragmas	0	1	2	1	1	1
6	Diseño	0	1	2	1	1	2
7	Diseño en elevación	0	1	2	2	0	0
8	Separación de muros	0	1	2	1	0	0
9	Forma de techo	0	1	2	1	1	1
10	Elementos no estructurales	0	1	2	1	2	1
11	Organización de sistema	0	1	2	1	1	2
						8,00	9,00

Nota. Fuente: Elaboración propia

Escala de valoración de la vulnerabilidad:

- **Baja:**  $(0) < I_v \text{ norm.} < (20)$
- **Media:**  $(20) \leq I_v \text{ norm.} < (40)$
- **Alta:**  $I_v \text{ norm.} \geq (40)$ .

**Tabla 23:** Grado de módulos M-01 y M-02.

CÓDIGO	MÓDULO	Iv	Ivn	NIVEL DE VULNERABILIDAD
	M01:	26.47	28.12	MEDIA
	M02:	29.41	31.24	MEDIA

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Ambos módulos presentan un riesgo moderado, clasificándose con un nivel de vulnerabilidad "Media". Esto sugiere que podrían experimentar problemas bajo ciertas condiciones, las cuales deben ser monitoreadas y, si es necesario, reforzadas.

### 3.2.Resultado objetivo 2: Determinar la resistencia a la compresión y homogeneidad del concreto estructural de la I.E. 16450, mediante esclerometría

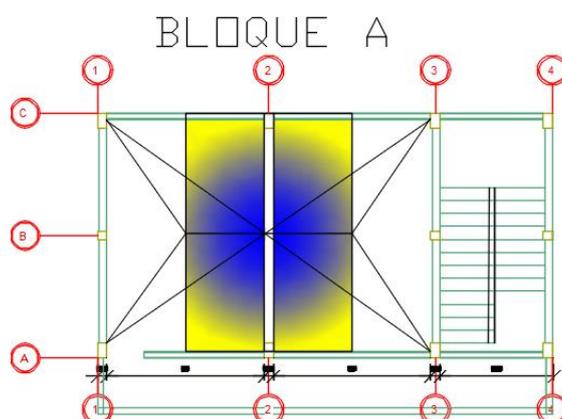
**Tabla 24:** Data de la recolección de las resistencias en Columnas, ensayo de esclerometría.

#### Modulo A y B.

PARÁMETRO	BLOQUE A-M-01				BLOQUE B-M-02						
	PRIMER NIVEL										
	1-C.	2-C.	3-C.	4-C	1-C.	2-C.	3-C.	4-C	5-C	6-C	7-C
Promedio	29	28	31	29	28	28	29	28	28	28	28
Estándar	2,33	2,68	3,19	3,22	2,16	2,37	2,41	1,78	1,93	1,96	2,37
Resistencia a la compresión	190	180	220	190	180	180	190	180	180	180	180
	1A.	2A.	3A.	4A	1A.	2A.	3A.	4A	5A	6A	7A
Promedio	29	29	31	31	28	29	29	29	29	28	31
Estándar	2,33	2,68	3,19	3,22	2,16	2,37	2,41	1,78	1,93	1,96	3,22
Resistencia a la compresión	190	190	220	220	180	190	190	190	190	180	220
Promedio de Bloque	200,00 kg/ cm <sup>2</sup>				186,42 kg/ cm <sup>2</sup>						
	SEGUNDO NIVEL										
	1C	2C	3C	4C	1C.	2C.	3C.	4C	5C	6C	7C
Promedio	29	28	29	28	29	29	27	28	28	28	29
Estándar	1,71	1,53	1,46	1,43	1,20	1,26	1,31	1,26	1,59	1,31	1,26
Resistencia a la compresión	190	180	190	180	190	190	165	180	180	180	190
	1-A	2-A	3-A	4-A	1-A.	2-A.	3-A.	4-A	5-A	6-A	7-A
Promedio	28	29	28	29	29	29	28	28	29	28	29
Estándar	1,53	1,84	1,34	1,55	1,36	1,26	1,55	1,44	1,85	1,47	1,84
Resistencia a la compresión	180	190	180	190	190	190	180	180	190	180	190
Promedio de Bloque	185,00 kg/ cm <sup>2</sup>				183,92 kg/ cm <sup>2</sup>						
PROMEDIO TOTAL	192,5 kg/ cm <sup>2</sup>				185,17 kg/ cm <sup>2</sup>						

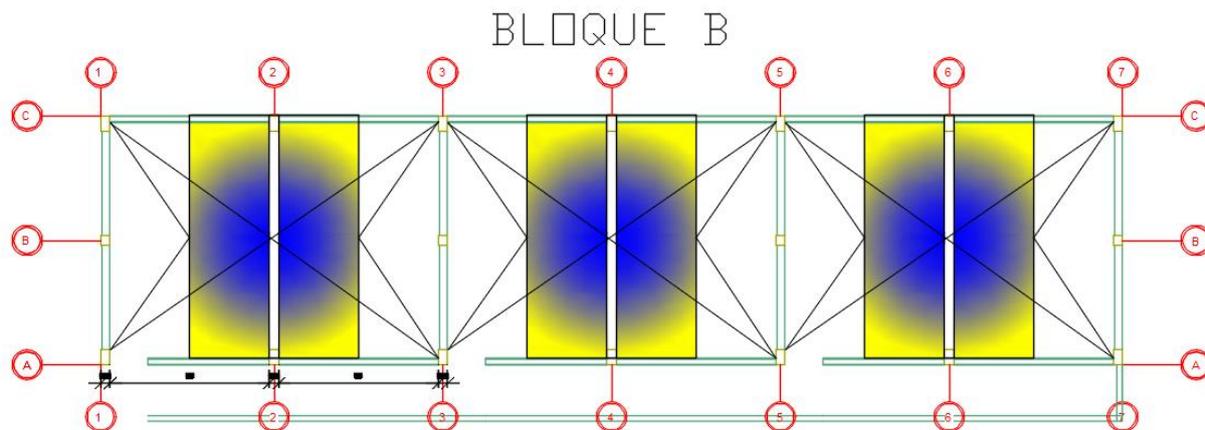
Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

**Figura 25:** Bloque A. Edificio de 3 niveles (2 techos aligerados)- Áreas achuradas de influencias de las vigas principales



Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca.

**Figura 26:** *Bloque B. Edificio de 3 niveles (2 techos aligerados). Áreas achuradas de influencias de las vigas principales.*



*Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca.*

**Figura 27:** *Trabajo en campo, resistencias en columnas mediante ensayo de esclerometría*



*Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca.*

**Tabla 25:** Data de la recolección de las resistencias en vigas, ensayo de esclerometría.

➤ Vigas Modulo A y B.

	BLOQUE A-M-01		BLOQUE B-M-02	
	PRIMER NIVEL			
	EJE 2	EJE 2	EJE 4	EJE 6
Promedio	26	26	26	24
Estándar	2,52	2,50	1,67	1,67
Resistencia a la compresión	158	158	158	130
	SEGUNDO NIVEL			
	EJE 2	EJE 2	EJE 4	EJE 6
Promedio	27	28	25	25
Estándar	2,37	2,20	2,56	1,86
Resistencia a la compresión	165	180	140	140
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>161,5 kg/ cm<sup>2</sup></b>		<b>151,0 kg/ cm<sup>2</sup></b>	

Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

**Figura 28:** Trabajo en campo, resistencias en columnas mediante ensayo de esclerometría.



Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio, Cajamarca.

**Tabla 26:** Data de la recolección de promedios de resistencias según ensayo de esclerometría

	BLOQUE A-Modulo 1	BLOQUE B-Modulo 2
<b>RESISTENCIA PARA EL MODELADO</b>	<b>177,00 kg/ cm<sup>2</sup></b>	<b>168,08 kg/ cm<sup>2</sup></b>

Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca.

**Figura 29:** Identificación de elementos estructurales y limpieza del tarrajeo para la aplicación de los ensayos de esclerometría.



*Nota. Fuente: Autores. I.E. 16450, San Ignacio-Cajamarca*

### **3.3.Resultado del objetivo 3: Determinar los factores que están asociados a los niveles de vulnerabilidad sísmica en la I.E. 16450.**

#### **3.3.1. Modelado estructural, Modulo 01 (Bloque A)**

**Norma aplicada:** Norma Técnica E.030

Norma Técnica E.030 para el diseño resistente a sismos.

**Método de cálculo:** Método de la fuerza lateral equivalente (de acuerdo con la Norma Técnica E.030).

##### **3.3.1.1. Datos generales de sismo-- Modulo 01-Bloque A**

###### **Descripción del sitio.**

Área sísmica (según la Norma Técnica E. 030).

Clasificación del perfil de suelo (según la Norma Técnica E.030): S2.

**Sistema constructivo.**

<b>R<sub>oX</sub>:</b>	<b>R<sub>oX</sub> : 7.00</b>
<b>R<sub>oY</sub>:</b>	<b>R<sub>oY</sub> : 7.00</b>
<b>I<sub>a</sub>:</b>	<b>I<sub>a</sub> : 1.00</b>
<b>I<sub>a</sub>:</b>	<b>I<sub>a</sub> : 1.00</b>
<b>I<sub>p</sub>:</b>	<b>I<sub>p</sub> : 1.00</b>
<b>I<sub>p</sub>:</b>	<b>I<sub>p</sub> : 1.00</b>

**Cálculo del período fundamental de la estructura: De acuerdo con la norma.**

Tipología estructural en dirección X: I

Tipología estructural en dirección Y: I

**h:** **h : 6.50 m**

**Importancia de la obra (Norma Técnica E.030):** A: Edificaciones esenciales

**Parámetros de cálculo**

Fracción de sobrecarga de uso : 0.50

Fracción de sobrecarga de nieve : 0.50

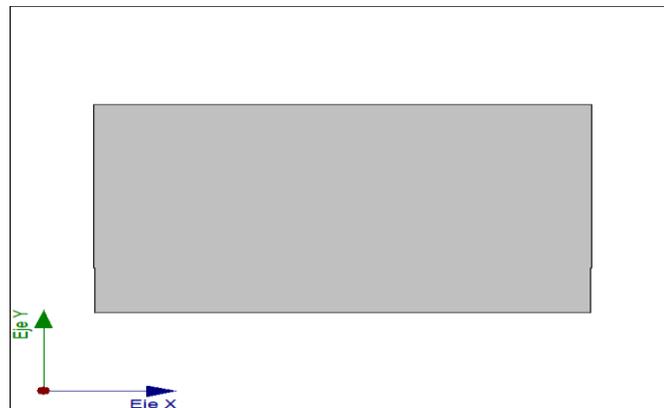
No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

**Direcciones de análisis**

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

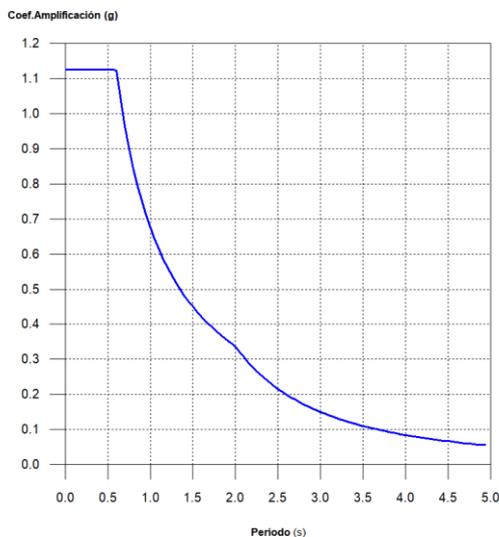
**Figura 30:** *Proyección en planta de la estructura - Módulo 01, Bloque A.*



Nota. Fuente: Elaboración - propia

### 3.3.1.2. Espectro de cálculo

**Figura 31:** *Espectro -Modulo 01-Bloque A*



**Coef. Amplificación:**

Son:

Factor de incremento sísmico.

El valor máximo de 1.125 g.

Nota. Fuente: elaboración - propia

### Parámetros del Módulo 01, Bloque A.

**Z:** Factor (N.T E.030)

(N.T E.030): Zona 2

**Z : 0.25**

**U:** Factor (N.T E.030)

**U : 1.50**

(N.T E.030) A: Edificaciones esenciales

S: Factor del suelo (N. T E.030)

S : 1.20

Tipo de perfil de suelo (N. T E.030): S2

T<sub>p</sub>:

T<sub>p</sub> : 0.60 s

T<sub>l</sub>:

T<sub>l</sub> : 2.00 s

Tipo de perfil de suelo (N.T E.030): S2

### 3.3.1.3. Espectro de diseño de aceleraciones del Módulo 01-Bloque A

Se calcula disminuyendo el espectro elástico utilizando el coeficiente (R) aplicable a cada dirección de análisis.

R<sub>x</sub>:

R<sub>x</sub> : 7.00

R<sub>oX</sub>:

R<sub>oX</sub> : 7.00

R<sub>y</sub>:

R<sub>y</sub> : 7.00

R<sub>oY</sub>:

R<sub>oY</sub> : 7.00

I<sub>a</sub>:

I<sub>a</sub> : 1.00

I<sub>a</sub>:

I<sub>a</sub> : 1.00

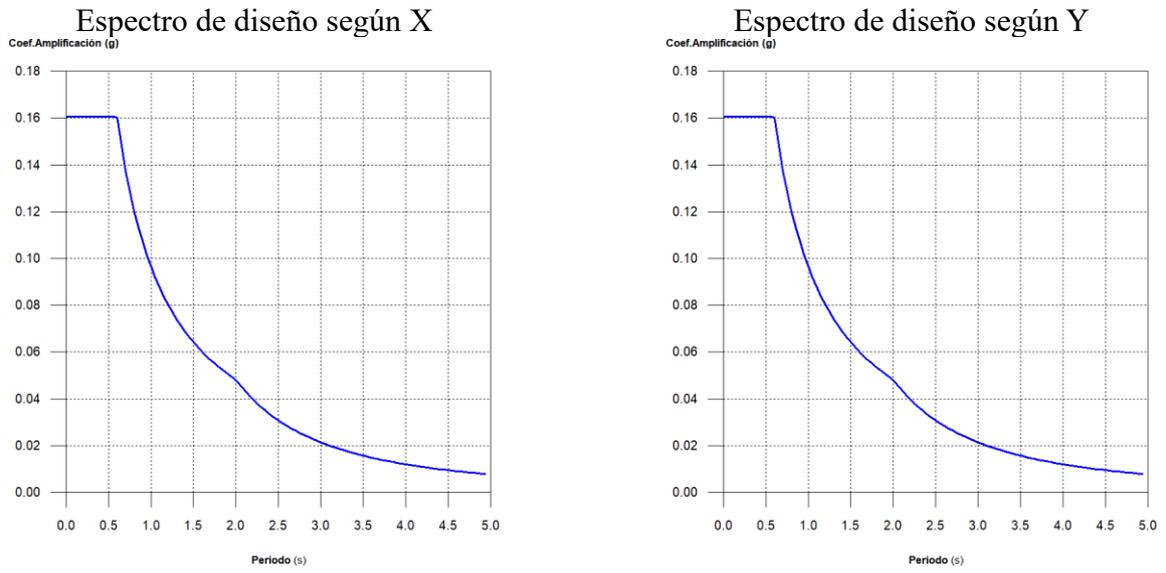
I<sub>p</sub>:

I<sub>p</sub> : 1.00

I<sub>p</sub>:

I<sub>p</sub> : 1.00

**Figura 32:** Espectros en direcciones X o Y - Módulo 01, Bloque A



*Nota.* Fuente: desarrollo propio.

### 3.3.2. Modelado de estructuras, Módulo 02 (Bloque B)

Norma empleada: E.030

E.030 - Diseño Sismorresistente

**Método de cálculo:** Método de fuerza lateral equivalente (E.030)

Datos generales - sismo

Caracterización - sitio

Zona sísmica (E.030): Clasificación 2

Clasificación del perfil - suelo (E.030): S2

#### Sistema estructural - Módulo 02, Bloque B

**R<sub>oX</sub>:** **R<sub>oX</sub> : 7.00**

**R<sub>oY</sub>:** **R<sub>oY</sub> : 7.00**

**I<sub>a</sub>:** **I<sub>a</sub> : 1.00**

**I<sub>a</sub>:** **I<sub>a</sub> : 1.00**

**I<sub>p</sub>:** **I<sub>p</sub> : 1.00**

**I<sub>p</sub>:** **I<sub>p</sub> : 1.00**

**Estimación del período - estructura: De acuerdo con la norma.**

Tipología estructural (X) E.030: I.

Tipología estructural (Y) E.030: I.

**h:** **h : 6.00 m**

**Relevancia - obra E.030 - Tabla 5):** A: Estructuras esenciales.

#### Parámetros de evaluación.

Porcentaje - sobrecarga por uso. : 0.50

Porcentaje - sobrecarga por nieve. : 0.50

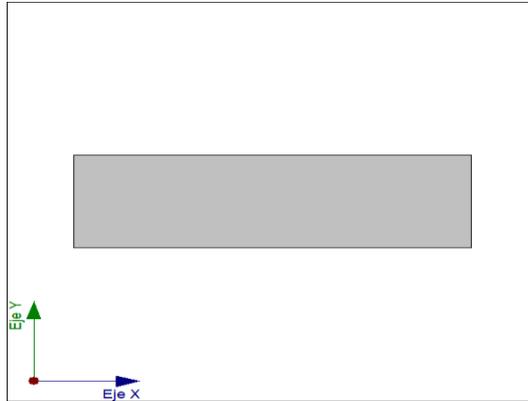
No se lleva a cabo segundo orden.

Criterio de refuerzo por ductilidad: Elementos sismo-resistentes según la NTE.060.

### Direcciones de evaluación.

Acción sísmica - X y Y.

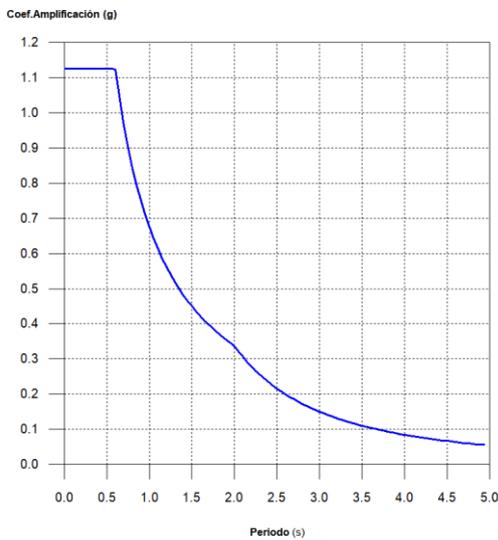
**Figura 33:** *Diseño del proyecto*



*Nota.* Fuente: Desarrollo propio (software de estructuras).

### 3.3.2.1. Espectro de diseño.

**Figura 34:** *Espectro de aceleraciones elásticas.*



**Coef. Amplificación:**

Donde:

Es el factor de amplificación sísmica. El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.125 g (Norma Técnica E.030).

### Parámetros requeridos para definir el espectro - Módulo 2, Bloque B..

<b>Z:</b>	<b>Z :</b> 0.25
<b>U:</b>	<b>U :</b> 1.50
<b>S:</b>	<b>S :</b> 1.20
<b>T<sub>p</sub>:</b>	<b>T<sub>p</sub> :</b> 0.60 s
<b>T<sub>1</sub>:</b>	<b>T<sub>1</sub> :</b> 2.00 s

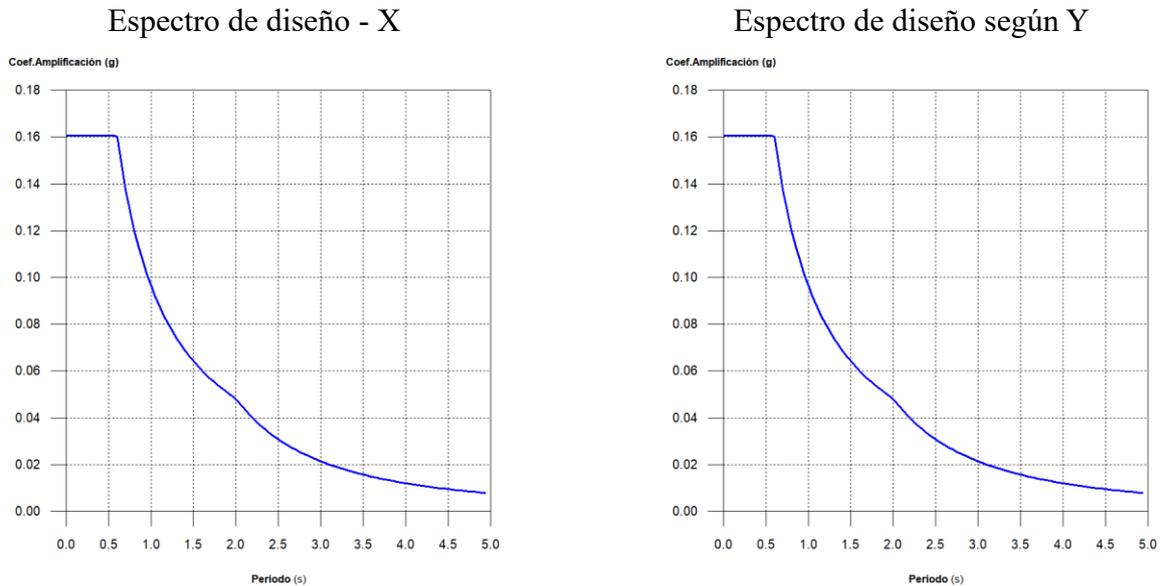
*Nota.* Fuente: Desarrollo propio (modelado con software de estructuras).

### Espectro de diseño de aceleraciones - Bloque B-Modulo 02

El espectro de diseño sísmico se obtiene al disminuir el espectro elástico utilizando el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

<b>R<sub>x</sub>:</b>	<b>R<sub>x</sub> :</b> 7.00
<b>R<sub>oX</sub>:</b>	<b>R<sub>oX</sub> :</b> 7.00
<b>R<sub>y</sub>:</b>	<b>R<sub>y</sub> :</b> 7.00
<b>R<sub>oY</sub>:</b>	<b>R<sub>oY</sub> :</b> 7.00
<b>I<sub>a</sub>:</b>	<b>I<sub>a</sub> :</b> 1.00
<b>I<sub>a</sub>:</b>	<b>I<sub>a</sub> :</b> 1.00
<b>I<sub>p</sub>:</b>	<b>I<sub>p</sub> :</b> 1.00
<b>I<sub>p</sub>:</b>	<b>I<sub>p</sub> :</b> 1.00

**Figura 35:** Espectro de diseño en las direcciones X, Y



*Nota.* Fuente: Desarrollo propio (modelado con software de estructuras).

### 3.4.Resultado objetivo 4: Evaluar las condiciones Físico- estructural de la I.E. 16450.

#### 3.4.1. Fuerzas laterales equivalentes - Modulo 01-Bloque A

##### Cálculo del período fundamental de la estructura.

El período fundamental estimado de la estructura se determina para cada una de las direcciones evaluadas:

$$T_{a,X} : \underline{\underline{0.19 \text{ s}}}$$

$$h : \underline{\underline{6.50 \text{ m}}}$$

$$T_{a,Y} : \underline{\underline{0.19 \text{ s}}}$$

$$h : \text{Altura de la construcción} \quad \underline{\underline{6.50 \text{ m}}}$$

## Cortante basal de diseño para el Módulo 01-Bloque A.

$$V_{s,x}: \quad V_{s,x} : \underline{35.0920} \text{ t}$$

$$S_{d,x}(T_a): \quad S_{d,x}(T_a) : \underline{0.161} \text{ g}$$

$$T_{a,x} \quad T_{a,x} : \underline{0.19} \text{ s}$$

Tipología estructural (X) según la Norma Técnica  
E.030: I.

$$h: \quad h : \underline{6.50} \text{ m}$$

$$V_{s,y}: \quad V_{s,y} : \underline{35.0920} \text{ t}$$

$$S_{d,y}(T_a): \quad S_{d,y}(T_a) : \underline{0.161} \text{ g}$$

$$T_{a,y}: \quad T_{a,y} : \underline{0.19} \text{ s}$$

Tipología estructural (Y) (Norma Técnica E.030): I

$$h: \quad h : \underline{6.50} \text{ m}$$

$$P: \quad P : \underline{218.3501} \text{ t}$$

**p<sub>i</sub>:**

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso.

**Tabla 27:** Suma total - carga permanente y una parte de la sobrecarga de uso.

Planta	$p_i$ (t)
ALIGERADO 2	63.6923
ALIGERADO 1	91.0833
N. DESCANSO. ESCALERA	24.9252
N. SOBRECIMIENTO	38.6492
<b><math>P = \sum p_i</math></b>	<b>218.3501</b>

Nota: Fuente: Creación original.

### 3.4.1.1. Distribución vertical del cortante basal-- Modulo 01-Bloque A

#### Coefficiente de distribución vertical.

$C_i$ : Factor de distribución- vertical de la planta "i".

$p_i$ : Peso sísmico- total de la planta "i".

$h_i$ : Altura de la planta "i"- medida desde el nivel del suelo.

$n$ : Número de plantas- sobre el nivel del suelo.

$k$ : Exponente asociado - periodo fundamental.

$k_x$ :

$k_x : 1.00$

$T_{a,x}$ :

$T_{a,x} : 0.19 \text{ s}$

$k_y$ :

$k_y : 1.00$

$T_{a,y}$ :

$T_{a,y} : 0.19 \text{ s}$

**Tabla 28:** Cortante sísmico en relación con la altura del edificio.

Planta	$p_i$ (t)	$h_i$ (m)	$C_{i,X}$	$C_{i,Y}$
ALIGERADO 2	63.6923	6.50	<b>0.521</b>	<b>0.521</b>
ALIGERADO 1	91.0833	3.50	<b>0.401</b>	<b>0.401</b>
N. DESCANSO ESCALERA	24.9252	2.20	<b>0.069</b>	<b>0.069</b>
N. SOBRECIMIENTO	38.6492	0.20	<b>0.010</b>	<b>0.010</b>

Nota. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Distribución de las fuerzas laterales y cortantes equivalentes por planta- Modulo 01-Bloque A

$Q_{i,x}$ :

$Q_{i,y}$ :

$V_{s,x}$ :

$V_{s,x} : 35.0920 \text{ t}$

$V_{s,y}$ :

$V_{s,y} : 35.0920 \text{ t}$

$V_{i,x}$ :

$V_{i,y}$ :

**Tabla 29:** Fuerzas laterales - cortantes equivalentes

Planta	$C_{iX}$	$C_{iY}$	$Q_{iX}$ (t)	$V_{iX}$ (t)	$Q_{iY}$ (t)	$V_{iY}$ (t)
ALIGERADO 2	0.521	0.521	18.266	18.266	18.266	18.266
ALIGERADO 1	0.401	0.401	14.065	32.332	14.065	32.332
N. DESCANSO ESCALERA	0.069	0.069	2.419	34.751	2.419	34.751
N. SOBRECIMIENTO	0.010	0.010	0.341	35.092	0.341	35.092

Nota. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3. Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades en cada nivel.

**Tabla 30:** Centro de masas - centro de rigidez y excentricidades.

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>d, X</sub> (m)	e <sub>d, Y</sub> (m)	b <sub>X</sub> (m)	b <sub>Y</sub> (m)
ALIGERADO 2	(5.69, 2.31)	(6.67, 3.88)	-0.97	-1.57	e <sub>d, X1</sub> = -0.37 e <sub>d, X2</sub> = -1.58	e <sub>d, Y1</sub> = -1.15 e <sub>d, Y2</sub> = -1.99	12.15	8.41
ALIGERADO 1	(5.78, 2.33)	(6.67, 2.39)	-0.88	-0.06	e <sub>d, X1</sub> = -0.27 e <sub>d, X2</sub> = -1.49	e <sub>d, Y1</sub> = 0.36 e <sub>d, Y2</sub> = -0.48	12.15	8.41
N. DESCANSO ESCALERA	(8.65, 4.17)	(6.78, 2.54)	1.87	1.63	e <sub>d, X1</sub> = 2.48 e <sub>d, X2</sub> = 1.26	e <sub>d, Y1</sub> = 1.96 e <sub>d, Y2</sub> = 1.30	12.15	6.61
N. SOBRECIMIENTO	(6.25, 3.42)	(6.69, 3.30)	-0.44	0.12	e <sub>d, X1</sub> = 0.17 e <sub>d, X2</sub> = -1.05	e <sub>d, Y1</sub> = 0.45 e <sub>d, Y2</sub> = -0.21	12.15	6.61

*Nota.* Fuente: elaboración propia

**c.d.r.:** Coordenadas del centro de rigidez - planta (X, Y)

**e<sub>x</sub>:** Excentricidad del centro de masas- centro de rigidez (X)

**e<sub>y</sub>:** Excentricidad del centro de masas -centro de rigidez (Y)

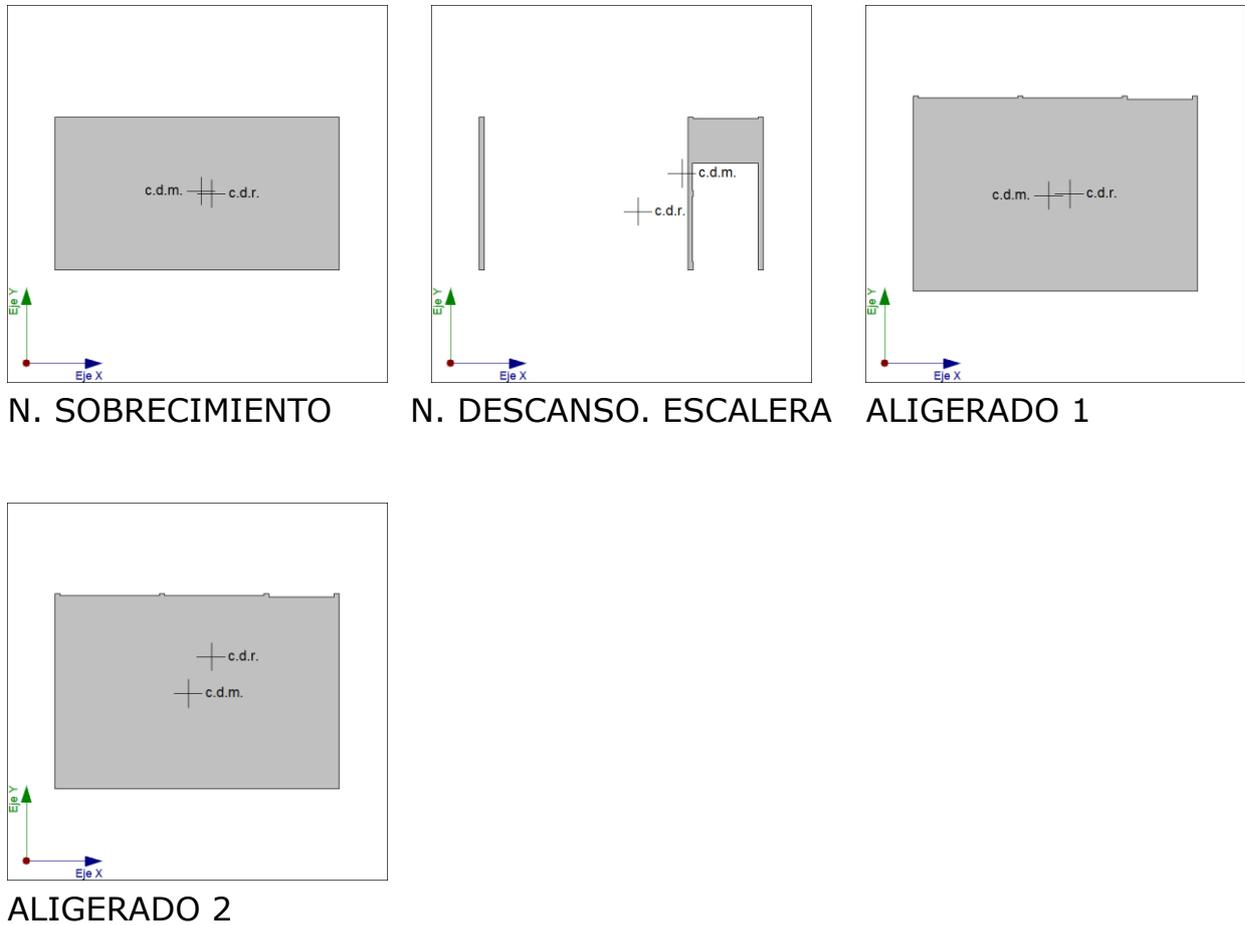
**e<sub>d, x</sub>:** Excentricidad de diseño "X" - acción sísmica actuando en la dirección Y

**b<sub>x</sub>:** Dimensión de la planta - medida en la dirección perpendicular a la acción sísmica Y

**e<sub>d, y</sub>:** Excentricidad de diseño "Y" - acción sísmica actuando en la dirección X

**b<sub>y</sub>:** Dimensión de la planta - medida en la dirección perpendicular a la acción sísmica X

**Figura 36:** Gráfico que muestra el centro de masas y el centro de rigidez en cada planta.

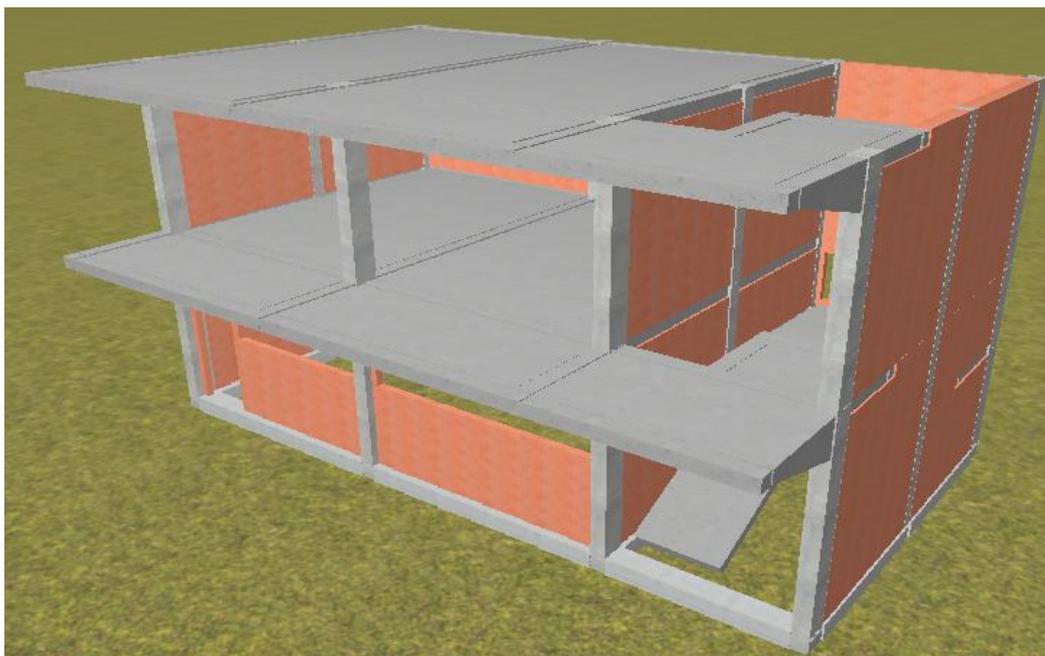


*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

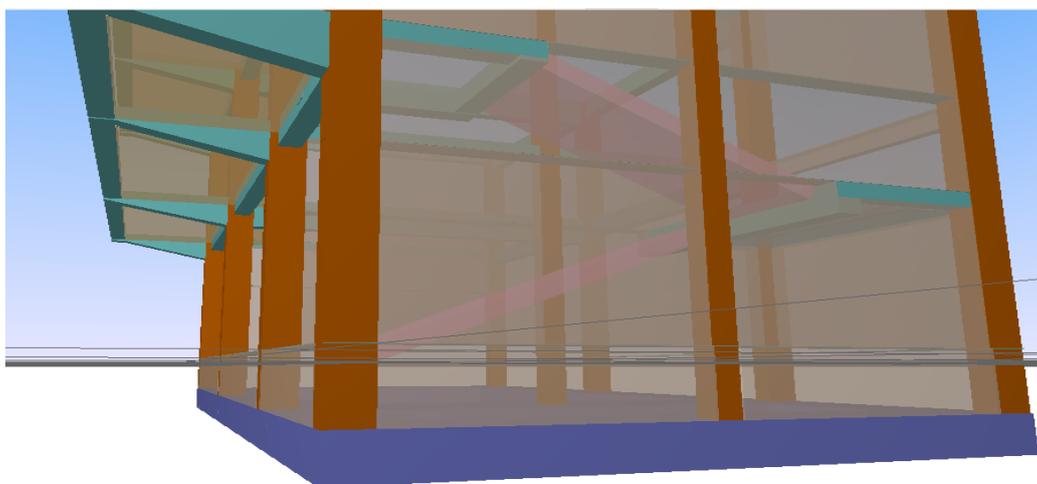
**Interpretación: Desalineación:** Una diferencia significativa entre el centro de gravedad del momento (c.d.m.) y el centro de gravedad de la rigidez (c.d.r.) puede ocasionar torsiones, aumentando la demanda de esfuerzo y deformación en la estructura. Según la normativa, esta discrepancia no debe superar el 5% de la dimensión del elemento estructural.

**Implicaciones:** El texto señala que, si se supera un límite específico en una estructura, puede haber riesgo de torsión, lo que podría demandar refuerzos o cambios en la distribución de masa y rigidez. Un desalineamiento entre el centro de gravedad y el centro de rigidez indica un potencial problema de torsión. Por lo tanto, es crucial llevar a cabo una evaluación cuantitativa para asegurar que se cumplan los estándares de seguridad, y, de ser necesario, ajustar el diseño para garantizar la resistencia ante sismos.

**Figura 37:** Vista frontal del isométrico – Modulo 01- Bloque A

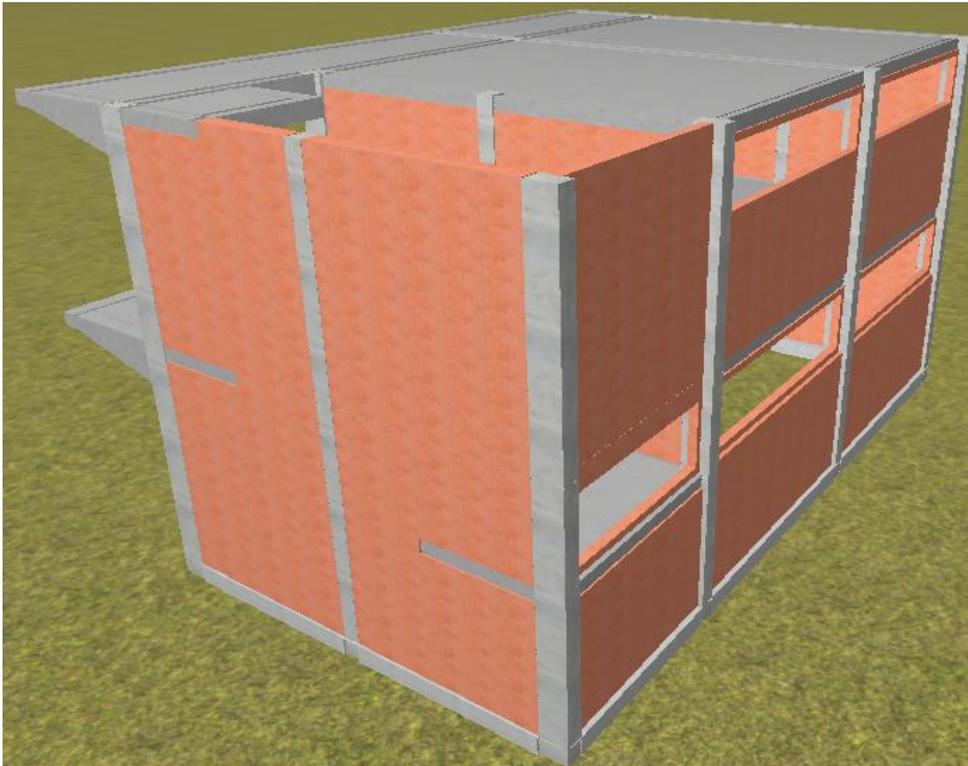


*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

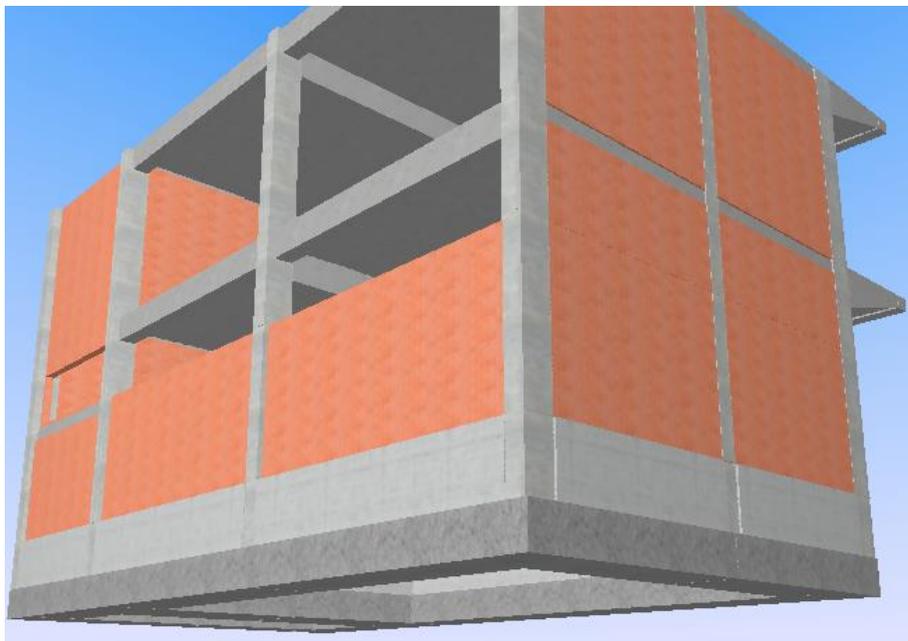


*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 38:** Vista posterior del isométrico – Modulo 01- Bloque A

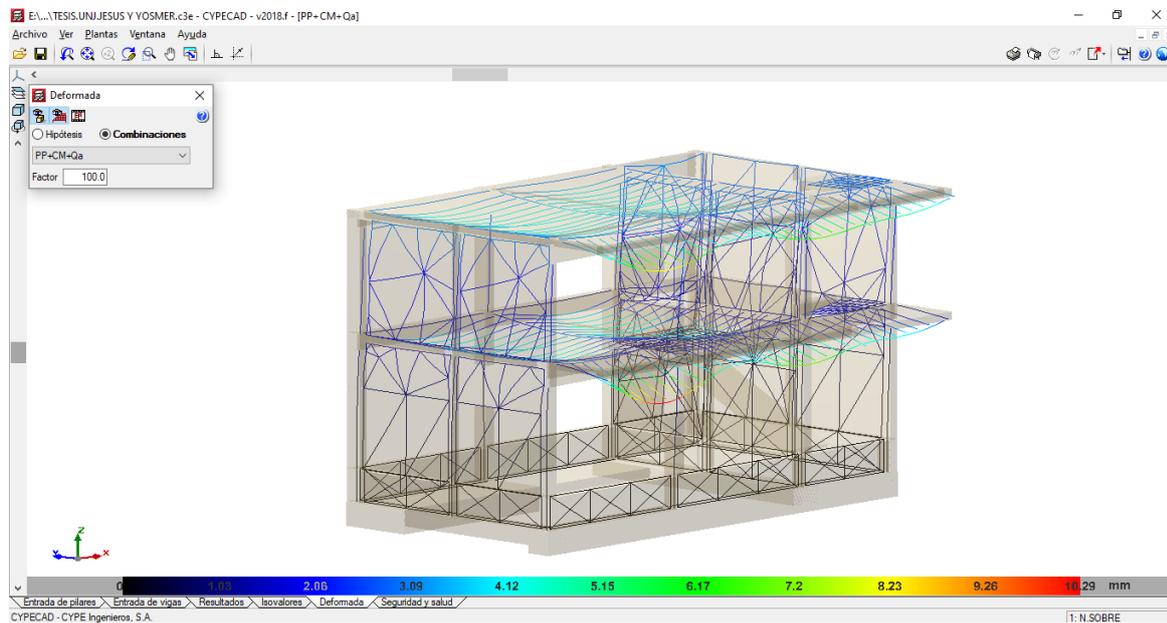


*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)



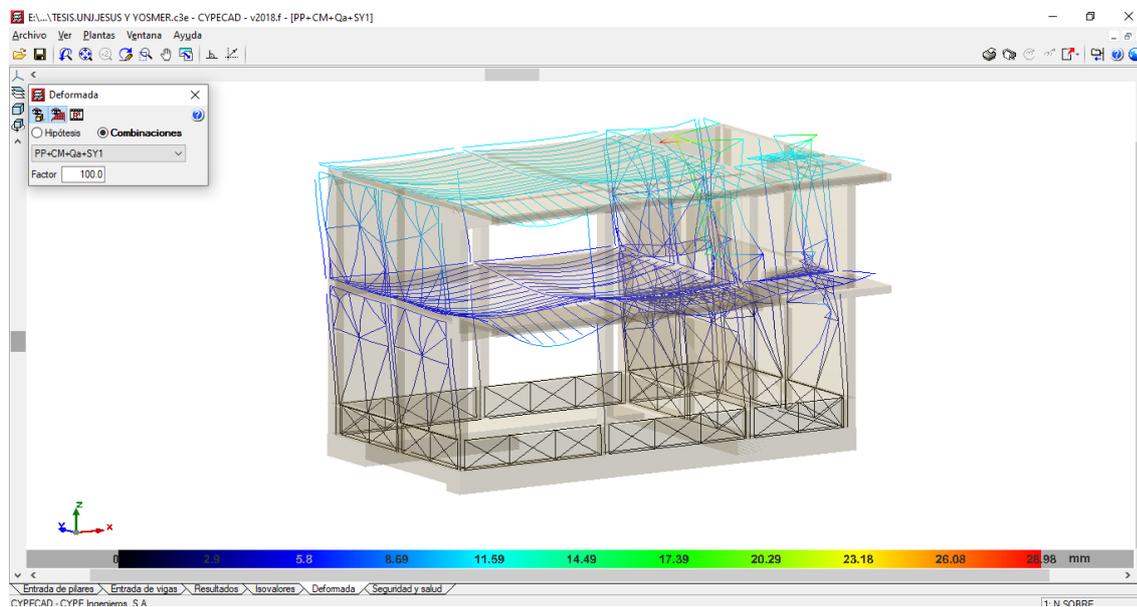
*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 39:** Deformada asumiendo cargas muertas y cargas y sobre cargas de uso.



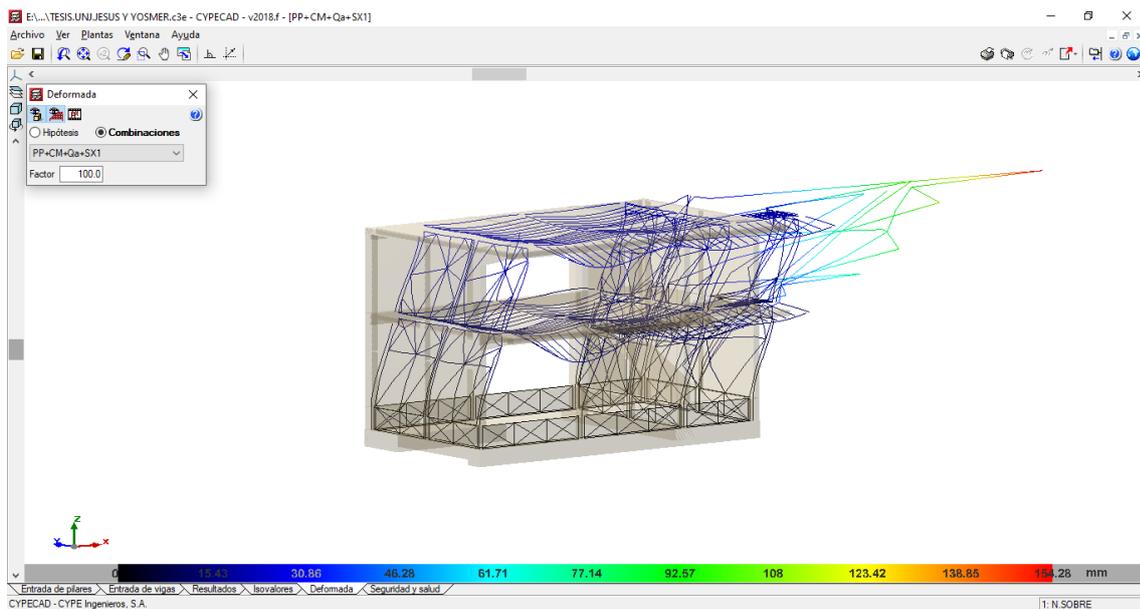
*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 40:** Deformada asumiendo cargas muertas y cargas, sobre cargas de uso y sismo en Y.



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 41:** Deformada asumiendo cargas muertas y cargas, sobre cargas de uso y sismo en Y.



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

### 3.4.4. Análisis del modelado de las columnas – Bloque A

#### Comprobaciones: Columna Eje: 2-C

Mostrar sólo las comprobaciones que no se cumplen

Estado	Comprobación
✓ Cumple	Disposiciones relativas a las amaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)
✓ Cumple	Amadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículo 10.9.1)
✓ Cumple	Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)
✓ Cumple	Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)
✓ Cumple	Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)
✗ Error	Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)
✓ Cumple	Criterios de diseño por sismo (NTE E.060:2009, Artículo 21)
✓ Cumple	Resistencia mínima a flexión de columnas. (NTE-E.060)
✗ Error	Requisitos de resistencia al cortante en columnas. (NTE-E.060)

**Comprobación:** (NTE E.060:2009, Art. 10): Este término describe el momento en que una estructura pierde su capacidad para soportar las cargas normales, especialmente durante eventos sísmicos. La norma proporciona directrices específicas para evaluar cómo se comporta la estructura bajo estas combinaciones de cargas, garantizando así su seguridad y eficacia.

Los esfuerzos de cálculo más críticos ocurren en el "Pie" al aplicar la combinación de hipótesis "1.25·PP + 1.25·CM + 1.25·Qa + SX1".

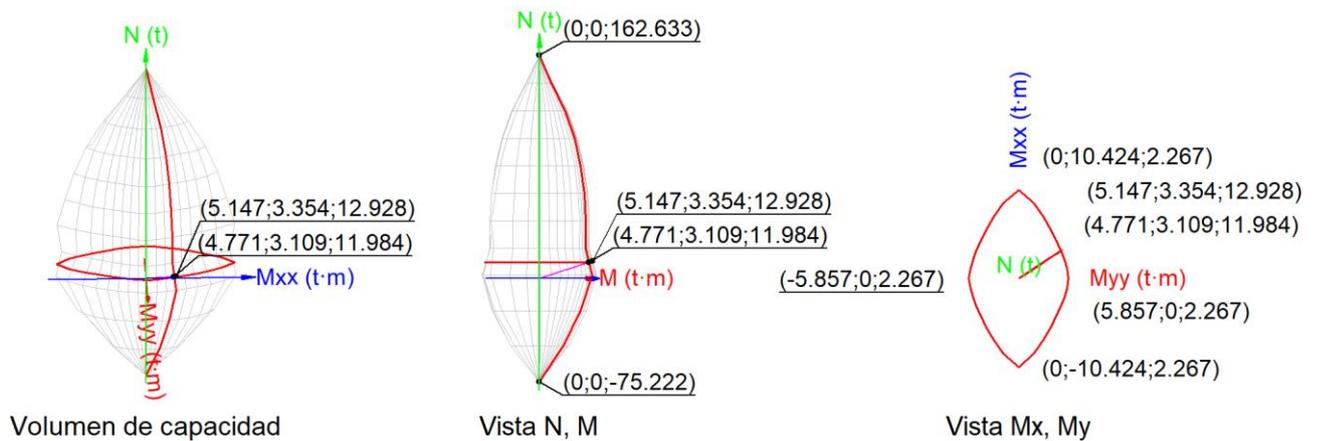
Se debe satisfacer:

$h : 1.050 \quad \times$

$h : 1.079 \quad \times$

$12.928 \text{ t} \leq 128.447 \text{ t} \quad \checkmark$

**Figura 42:** Esfuerzos a flexo-compresión de la columna 9-Modulo 01-Bloque A



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

### Verificación de la resistencia de la sección (h1).

$P_u$  y  $M_u$  representan los esfuerzos de cálculo de primer orden.

$P_u$ :

$P_u : 12.928 \text{ t}$

$M_u$ :

$M_{u,x} : 3.354 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{u,y} : 4.949 \text{ t}\cdot\text{m}$

$f \cdot P_n$ ,  $f \cdot M_n$  Son los esfuerzos que provocan el agotamiento de la sección, manteniendo las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo más desfavorables.

$f \cdot P_n$ :

$f \cdot P_n : 12.310 \text{ t}$

$f \cdot M_n$ :

$f \cdot M_{n,x} : 3.193 \text{ t}\cdot\text{m}$

$f \cdot M_{n,y} : 4.712 \text{ t}\cdot\text{m}$

### Verificación del estado límite de inestabilidad ( $h_2$ )

$P_u$ ,  $M_c$  son los esfuerzos de cálculo desfavorables que se obtienen al aumentar los esfuerzos de primer orden para considerar los efectos de segundo orden debido a la esbeltez de la estructura.

$P_u$ : Axil de cálculo desfavorable.

$P_u : 12.928 \text{ t}$

$M_c$ : Momento flector de cálculo desfavorable.

$M_{c,x} : 3.354 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{c,y} : 5.147 \text{ t}\cdot\text{m}$

$f \cdot P_n$ ,  $f \cdot M_n$  Son los esfuerzos que causan el agotamiento de la sección, manteniendo las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo desfavorables.

$f \cdot P_n$ : Axil de agotamiento.

$f \cdot P_n : 11.984 \text{ t}$

$f \cdot M_n$ : Momentos de agotamiento.

$f \cdot M_{n,x} : 3.109 \text{ t}\cdot\text{m}$

$f \cdot M_{n,y} : 4.771 \text{ t}\cdot\text{m}$

### Comprobación: (NTE-E.060).

Verificación no se puede llevar a cabo porque los esfuerzos aplicados generan la *No cumple* falla de la sección.

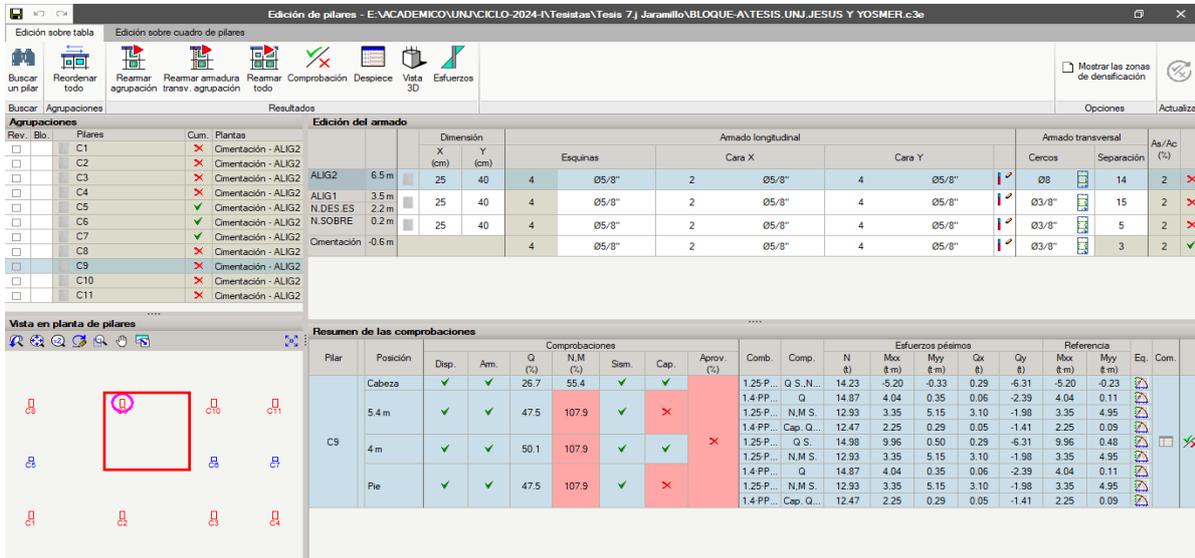
**Interpretación:** De acuerdo con la normativa peruana, los esfuerzos aplicados no deben sobrepasar los límites de agotamiento para asegurar la integridad estructural.

**Resistencia de la Sección:** ( $P_u = 12.928 \text{ t}$ ) levemente el axil de agotamiento ( $f \cdot P_n = 12.310 \text{ t}$ ), y cálculo se acercan peligrosamente a los momentos agotamiento. Esto indica que la estructura está operando casi al límite de su capacidad, lo cual no es aceptable sin un margen de seguridad.

**Estado Límite de Inestabilidad:** El esfuerzo de cálculo incrementado ( $P_u = 12.928 \text{ t}$ ) sobrepasa el axil de agotamiento ( $f \cdot P_n = 11.984 \text{ t}$ ), y los momentos incrementados están muy próximos o ligeramente por encima de los valores de agotamiento, lo que conlleva un riesgo de inestabilidad.

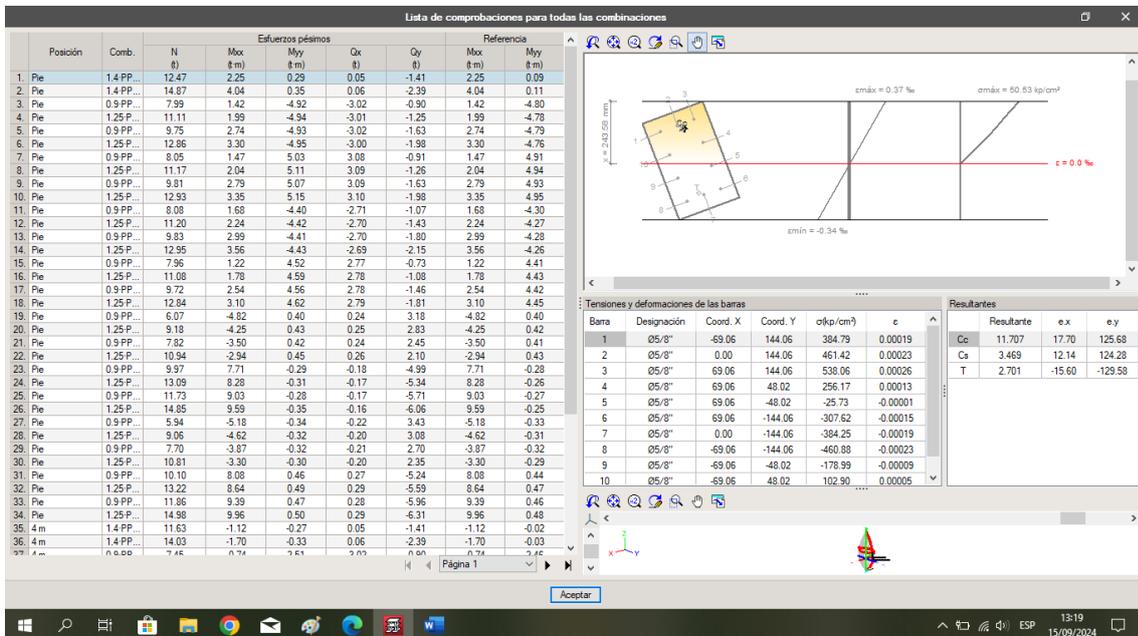
**Conclusión:** La estructura no cumple márgenes de seguridad establecidos por la norma peruana, lo que exige un reforzamiento o rediseño para asegurar su integridad y resistencia frente a posibles sobrecargas.

**Figura 43:** Resumen de comprobaciones de la columna- Bloque A-Modulo 1



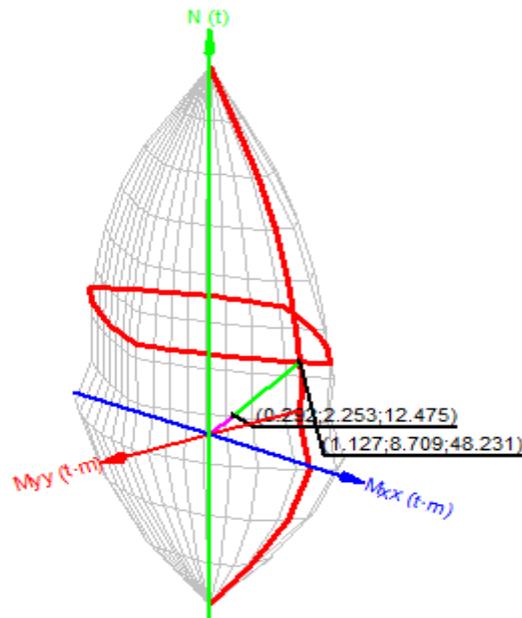
Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 44:** Comprobaciones de las tensiones y deformaciones en columna- Bloque A-Modulo 1



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 45:** Comportamiento a flexo compresión en columna- Bloque A-Modulo 1



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

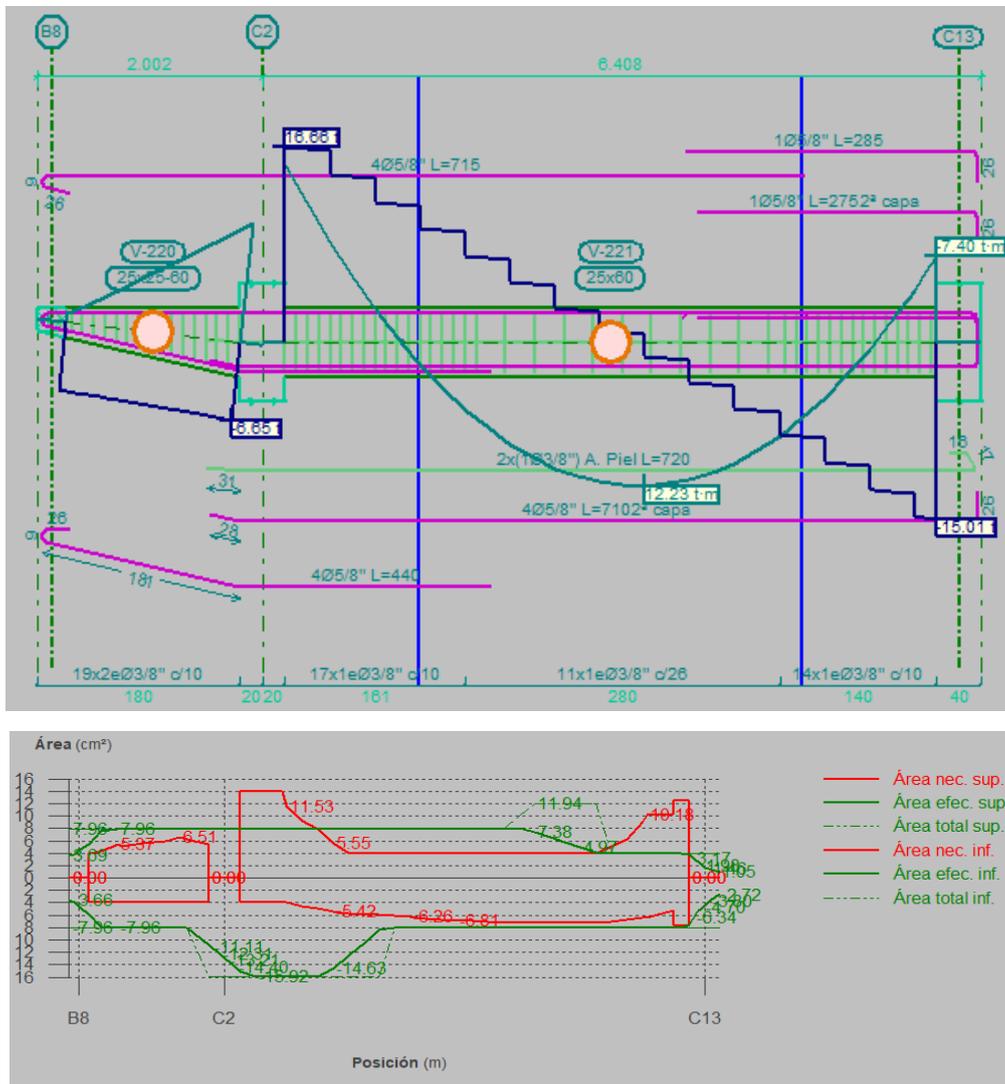
### Interpretación:

1. Ejes de Referencia: M-01
2. Eje  $N(t)$ : Indica la dirección vertical (eje Z) y la carga normal.
3. Ejes  $M(x, y)$ : Representan los momentos de flexión en las direcciones X (azul) e Y (rojo).
4. Curvas en 3D: M-01
5. Las curvas rojas reflejan el comportamiento del elemento bajo flexión, mostrando la relación entre los momentos de flexión ( $M_{xy}$  y  $M_{yy}$ ) y la respuesta a las cargas.
6. Puntos de Carga y Momentos: M-01
7. Los puntos  $(0.242, 2.253, 12.475)$  y  $(1.127, 8.709, 48.231)$  son ubicaciones donde se registran fuerzas y momentos.
8. Comportamiento bajo Carga: M-01

El análisis muestra que las fuerzas y momentos aplicados pueden influir en la deformación del elemento, y si estos momentos superan los límites permisibles, pueden provocar fallos estructurales.

### 3.4.5. Modelado de las vigas del Bloque A-Modulo 1.

**Figura 46:** Comportamiento estructural de la viga- Primer nivel -Modulo 01-Bloque A

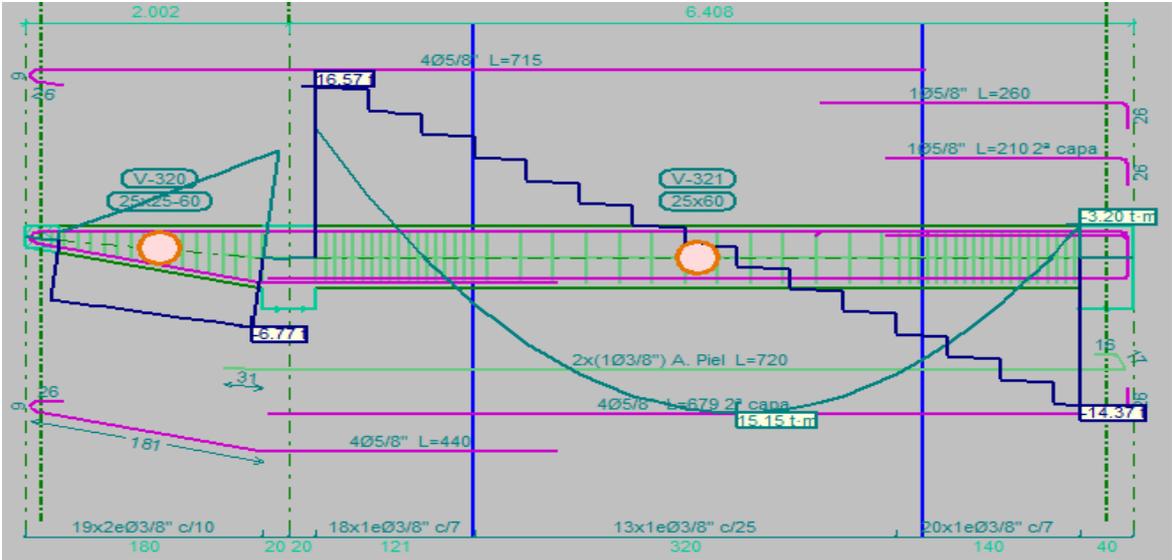


Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Interpretación:** En el M-01, los momentos flectores son de **12.33 t.m** (positivos) y **16.66 t** (negativos), los esfuerzos cortantes se indican en las posiciones V-220 y V-221 (25x60), estos esfuerzos y momentos en la combinación sísmica, sobrepasan el diseño de construcción. En el M-01, se detectó que en varias ubicaciones las áreas efectivas eran significativamente inferiores a las requeridas, y el refuerzo no cumplía con los estándares de diseño y seguridad. La Figura 40 muestra que las cuantías obtenidas fueron de 7.38 cm<sup>2</sup>, mientras que se necesitaban al menos 11.53 cm<sup>2</sup> para gestionar adecuadamente. Asimismo, verificaciones indicaron que las cuantías

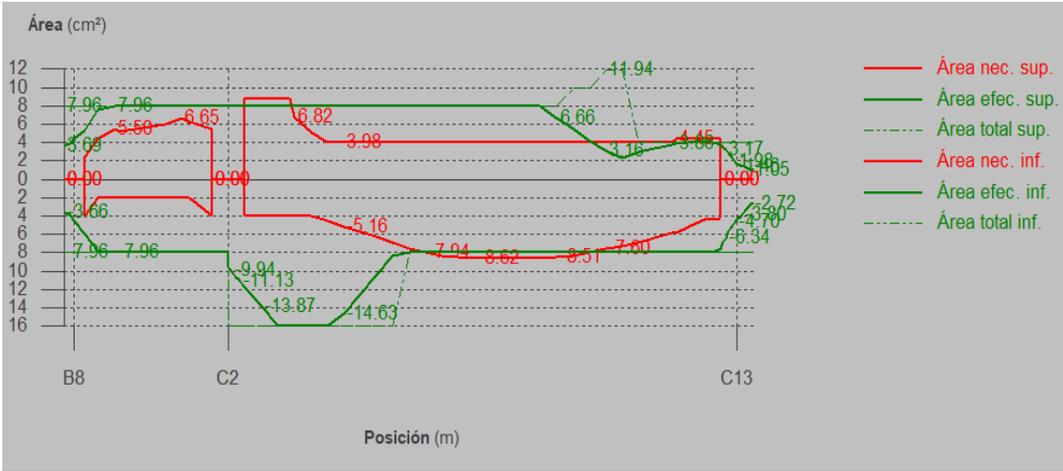
de momentos y esfuerzos positivos eran de 8.62 cm<sup>2</sup>, por debajo de los 8.0 cm<sup>2</sup> exigidos para la viga del Eje 2-A-C analizada.

**Figura 47:** Comportamiento estructural de la viga- Segundo nivel -Modulo 01-Bloque A



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Interpretación:** En el M-01, en el segundo nivel, los momentos flectores son de 15.15 t.m (máximo positivo) y 16.57 t (máximo negativo). Estos valores generan un sobreesfuerzo en la viga durante la combinación sísmica, superando los esfuerzos de diseño. Los esfuerzos cortantes se registran en las posiciones V-220 y V-221 (25x60).



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

Según la Figura 41, el volumen resultante es de 6,82 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, las pruebas revelaron que se requieren volúmenes superiores a 11,94 cm<sup>2</sup> para controlar adecuadamente las tensiones cortantes y los momentos flectores negativos. Asimismo, la prueba de momentos y fuerzas positivas no es satisfactoria debido a que la corriente en la viga analizada ubicada en el eje 2-A-C es de 8,62 cm<sup>2</sup> y debe exceder los 10,0 cm<sup>2</sup>.

### 3.4.6. Distorsión de columnas del Módulo 01-Bloque A

**Tabla 31:** Valores máximos - Derivas (Modulo 01-Bloque A)

Desplome local máximo de los pilares (d / h)- Derivas (Modulo 01-Bloque A)				
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas	
	Dirección -X	Dirección -Y	Dirección -X	Dirección -Y
N. ALIGERADO 02	----	1 / 1579<0,005(Si)	1 / 59>0,007(No)	1 / 289>0,007(No)
N. ALIGERADO 01	1 / 2500<0,007(Si cumple)	1 / 834<0,005(Si)	1 / 77>0,007(N)	1 / 239>0,005(No)
N. DESCANSO. ESCALERA	1 / 2500<0,007(Si cumple)	1 / 2223<0,005(Si)	1 / 164<0,007(Si)	1 / 385<0,005(Si)
N. SOBRECIMIENTO	----	----	1 / 8000<0,007(Si)	1 / 4000<0,005(Si)

*Nota. Fuente: Creación personal (modelado utilizando software de estructuras)*

**Interpretación:** En el M-01, las derivas de los pilares N. ALIGERADO 01 y N. ALIGERADO 02 superan el límite normativo de 0,007, registrando valores de 1 / 77 y 1 / 289, lo que podría poner en riesgo la integridad estructural durante cargas sísmicas. La norma estipula que la deriva máxima permisible bajo condiciones de carga normal no debe exceder 0,005 (equivalente a 5 mm de desplazamiento por metro de altura) para garantizar un adecuado comportamiento estructural y el confort de los ocupantes. En situaciones sísmicas, ambos pilares no cumplen con los criterios establecidos, lo que revela una vulnerabilidad estructural significativa frente a fuerzas laterales, siendo esto crítico ya que los sismos pueden afectar la estabilidad y seguridad de la edificación.

**Tabla 32:** Desplome total máximo de los soportes (D / H)

Desplome total máximo de los pilares (D / H)			
Persistentes - Transitorias		Situaciones sísmicas	
Dirección -X	Dirección -Y	Dirección -X	Dirección -Y
----	1 / 2345<0,005(Si)	1 / 88>0,007(No)	1 / 353>0,005(No)

*Nota. Fuente: Desarrollo personal (modelado a través de software estructural)*

**Interpretación:** Evaluación del M-01 respecto al desplome total máximo de los pilares o columnas se llevó a cabo en condiciones tanto persistentes como sísmicas, examinando las direcciones X e Y en relación con los límites definidos por la normativa peruana.

Situaciones Sísmicas: - Dirección Resultado:  $1 / 353 > 0,005$ . Interpretación: También supera el límite de 0,005, sugiriendo una incapacidad del pilar para resistir fuerzas laterales durante un sismo. - Dirección Y: Resultado:  $1 / 88 > 0,007$ . Interpretación: Similar a la situación persistente, este desplazamiento excesivo pone en riesgo la integridad estructural del pilar. Comparación con la Norma Peruana: La norma establece que la deriva máxima permisible en condiciones de carga normal no debe exceder 0,005. Los resultados muestran que: En situaciones persistentes, el pilar no cumple en dirección Y. En situaciones sísmicas, ambos ejes no cumplen, evidenciando vulnerabilidades estructurales.

Conclusión: Los pilares analizados presentan un comportamiento inadecuado tanto bajo cargas normales como sísmicas, especialmente en dirección Y. Esto resalta la necesidad de realizar un análisis más detallado y considerar refuerzos o modificaciones en el diseño para asegurar la seguridad estructural y el cumplimiento de la norma peruana.

### 3.4.7. Fuerzas laterales equivalentes

Estimación del período- fundamental de estructura.

El período fundamental - estructura se calcula para cada dirección de análisis.

$$T_{a,x}: \quad T_{a,x} : 0.17 \text{ s}$$

$$h: \quad h : 6.00 \text{ m}$$

$$T_{a,y}: \quad T_{a,y} : 0.17 \text{ s}$$

$$h: \quad h : 6.00 \text{ m}$$

### Cortante basal de diseño - Módulo 02, Bloque B.

Determinar fuerzas de corte sísmicas en la base de la estructura para cada dirección de análisis:

$$V_{s,x}: \quad V_{s,x} : 66.8239 \text{ t}$$

$$S_{d,x}(T_a): \quad S_{d,x}(T_a) : 0.161 \text{ g}$$

$$T_{a,x}: \quad T_{a,x} : \underline{0.17} \text{ s}$$

$$h: \quad h : \underline{6.00} \text{ m}$$

$$V_{s,y}: \quad V_{s,y} : \underline{66.8239} \text{ t}$$

$$S_{d,y}(T_a): \quad S_{d,y}(T_a) : \underline{0.161} \text{ g}$$

$$T_{a,y}: \quad T_{a,y} : \underline{0.17} \text{ s}$$

$$h: \quad h : \underline{6.00} \text{ m}$$

$$P: \text{ Peso sísmico- total de estructura.} \quad P : \underline{415.7929} \text{ t}$$

El peso sísmico total de la estructura es la suma del peso sísmico de todos los pisos.

$p_i$ : Peso sísmico- total de planta "i"

**Tabla 33:** Carga permanente total más sobrecarga aplicada - Bloque Módulo 2-B

Planta	$p_i$ (t)
ALIGERADO 2	169.5048
ALIGERADO 1	178.2866
SOBRECIMIENTO	68.0016
<b><math>P = \sum p_i</math></b>	<b>415.7929</b>

Nota. Fuente: (modelado de software estructural)

## Distribución de fuerza de reducción vertical B

### coeficiente de distribución vertical

El coeficiente de distribución vertical de cada piso multiplica la fuerza cortante sísmica de la base de la estructura por la fuerza lateral equivalente.

$C_i$ : Factor de distribución -vertical unidad "i"

$p_i$ : Peso sísmico -total de planta "i"

$h_i$ : Altura del piso "interior"- medida el nivel del suelo

$n$ : Número de plantas -sobre rasante

$k$ : Índice relacionado - ciclos fundamentales

$k_x$ :	$k_x : 1.00$
$T_{a,x}$ :	$T_{a,x} : 0.17 \text{ s}$
$k_y$ :	$k_y : 1.00$
$T_{a,y}$ :	$T_{a,y} : 0.17 \text{ s}$

**Tabla 34:** Módulo 2-B: desplome sísmico en la base de la estructura a lo largo de la altura del edificio

Planta	$p_i$ (t)	$h_i$ (m)	$C_{i,x}$	$C_{i,y}$
ALIGERADO 2	169.5048	6.00	<b>0.648</b>	<b>0.648</b>
ALIGERADO 1	178.2866	3.00	<b>0.341</b>	<b>0.341</b>
SOBRECIMIENTO	68.0016	0.25	<b>0.011</b>	<b>0.011</b>

Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

### 3.4.7.1. Distribución de fuerzas cortantes transversales y equivalentes por capa - Bloque B, Módulo 02

$Q_{i,X}$ : Fuerza lateral - equivalente de diseño de fábrica "i" (X)

$Q_{i,Y}$ : Fuerza lateral -equivalente de diseño de fabrica "i" (Y)

$$V_{s,x}: \quad V_s, \quad 66.823$$

$$x: \quad 9 \quad t$$

$$V_{s,y}: \quad V_s, \quad 66.823$$

$$y: \quad 9 \quad t$$

$V_{i,X}$ : Cortante de diseño -equivalente en la planta "i" (X).

$V_{i,Y}$ : Cortante de diseño - equivalente en la planta "i" (Y).

**Tabla 35:** *Distribución cortantes transversales y equivalentes.*

Planta	$C_{iX}$	$C_{iY}$	$Q_{iX}$ (t)	$V_{iX}$ (t)	$Q_{iY}$ (t)	$V_{iY}$ (t)
ALIGERADO 2	0.648	0.648	43.318	43.318	43.318	43.318
ALIGERADO 1	0.341	0.341	22.781	66.100	22.781	66.100
SOBRECIMIENTO	0.011	0.011	0.724	66.824	0.724	66.824

*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

### 3.4.7.2. Centro de masa, rigidez y excentricidad de cada capa - torre B

**Tabla 36:** *Centro de Masa, Rigidez y Excentricidad - Módulo 2 del Bloque B.*

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	$e_x$ (m)	$e_y$ (m)	$e_{d,x}$ (m)	$e_{d,y}$ (m)	$b_x$ (m)	$b_y$ (m)
ALIGERADO 2	(13.46, 2.43)	(13.47, 3.22)	-0.01	-0.79	$e_{d,x1} = 1.33$ $e_{d,x2} = -1.36$	$e_{d,y1} = -0.38$ $e_{d,y2} = -1.21$	26.95	8.28
ALIGERADO 1	(13.46, 2.47)	(13.47, 3.22)	-0.01	-0.75	$e_{d,x1} = 1.34$ $e_{d,x2} = -1.36$	$e_{d,y1} = -0.33$ $e_{d,y2} = -1.16$	26.95	8.28
SOBRECIMIENTO	(13.47, 3.31)	(13.47, 3.32)	0.00	-0.01	$e_{d,x1} = 1.35$ $e_{d,x2} = -1.35$	$e_{d,y1} = 0.32$ $e_{d,y2} = -0.34$	26.95	6.61

*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**c.d.m.:** Coordenadas de masas (X, Y)

**c.d.r.:** Coordenadas de rigidez (X, Y)

**ex:** Excentricidad X

**ey:** Excentricidad Y

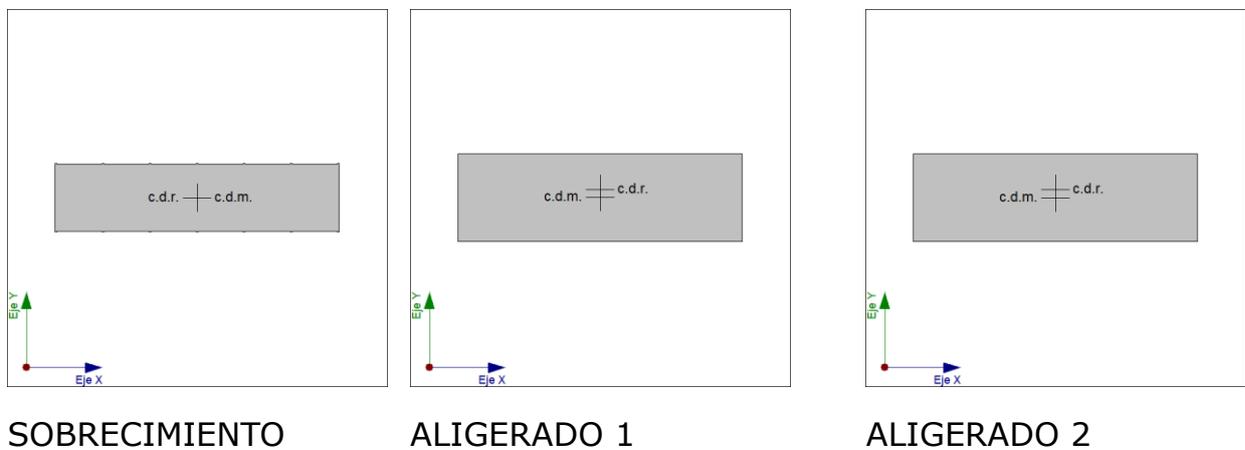
**ea, x:** Excentricidad de diseño en X -Y.

**bx:**

**ea, y:**

**by:**

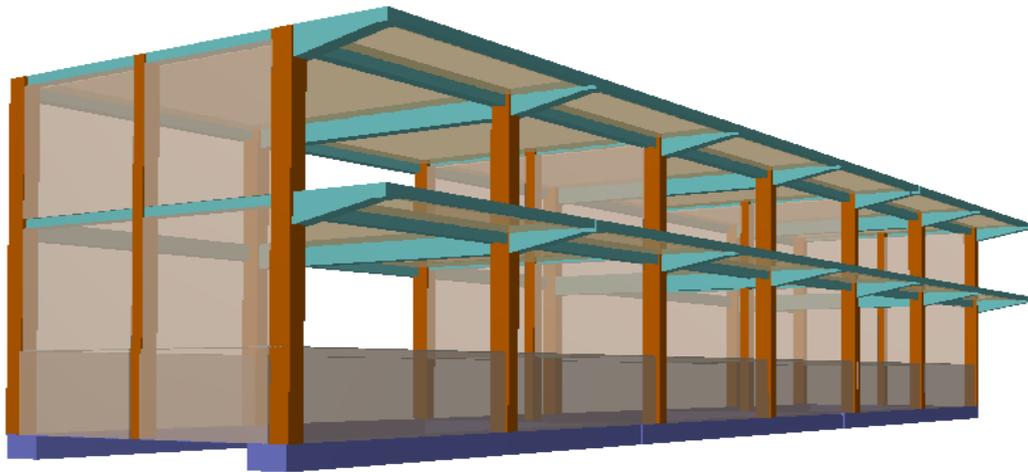
**Figura 48:** Representación gráfica del centro de masas y rigidez por planta en el Bloque B, Módulo 02.



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

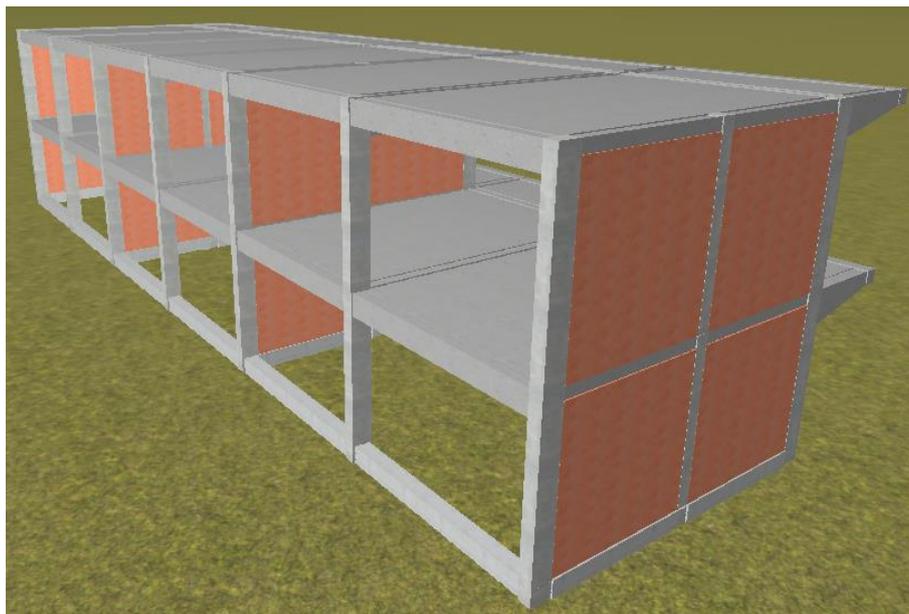
**Interpretación:** La Norma Técnica Peruana NTE 030 indica que, en estructuras sismorresistentes, la excentricidad entre el centro de masa (c.d.m.) y el centro de rigidez (c.d.r.) no debe superar el 5% de la dimensión estructural en las direcciones X o Y.

**Figura 49:** *Isométrico de la vista frontal del Módulo 02, Bloque B.*



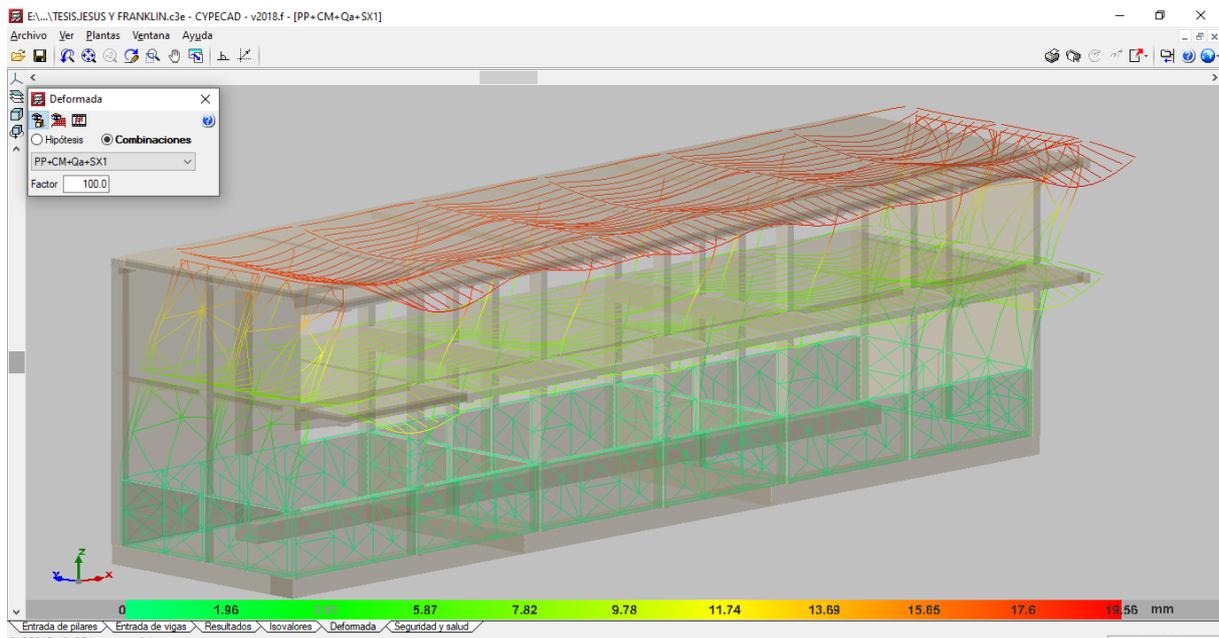
*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 50:** *Isométrico de la vista posterior del Módulo 02-Bloque B*



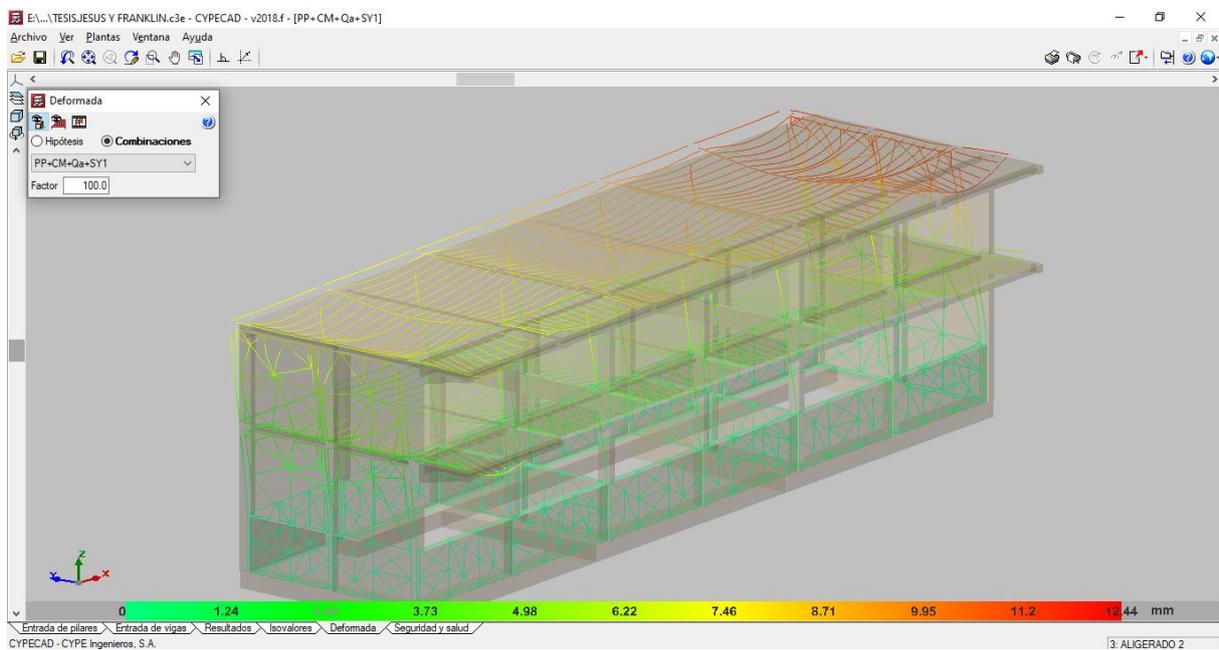
*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 51:** *Isométrico de la deformada por cargas muertas y de servicio y el sismo en "X"- Módulo 02-Bloque B.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 52:** *Isométrico de la deformada por cargas muertas y de servicio y el sismo en "Y"- Módulo 02-Bloque B.*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

### 3.4.7.3. Análisis del modelado de las columnas – Bloque B-Modulo 2. Comprobaciones: Columna Eje: 4-C

Figura 53: Resumen de comprobaciones de la columna- -Módulo 02-Bloque B

Rev.	Blo.	Pilares	Cum.	Plantas	Aligerado	Dimensión	Esquinas	Amado longitudinal	Amado transversal	Ae/Ac (%)				
						X (cm)	Y (cm)	Cara X	Cara Y					
		C1 y C7	✓	Cimentación - ALIGERADO	ALIGERADO 2	6m	25 40	4 05/8"	2 05/8"	4 05/8"	03/8"	15	2	✗
		C2 y C6	✗	Cimentación - ALIGERADO	ALIGERADO 1	3m	25 40	4 05/8"	2 05/8"	4 05/8"	03/8"	8	2	✗
		C3, C5, C14 y C16	✗	Cimentación - ALIGERADO	SOBRECIMIENTO	0.25m	25 40	4 05/8"	2 05/8"	4 05/8"	03/8"	25	2	✗
		C4, C13, C15 y C17	?	Cimentación - ALIGERADO	Cimentación	-1.5m	25 40	4 05/8"	2 05/8"	4 05/8"	03/8"	3	2	?

Pilar	Posición	Comprobaciones										Esfuerzos p <sub>ísimos</sub>				Referencia		Eq.	Com.		
		Disp.	Am.	Q	N,M (%)	Siam.	Cap.	Aprov. (%)	Comb.	Comp.	N (k)	M <sub>ox</sub> (k-m)	M <sub>yy</sub> (k-m)	G <sub>x</sub> (k)	G <sub>y</sub> (k)	M <sub>ox</sub> (k-m)	M <sub>yy</sub> (k-m)				
C4	Aranque	N.P.	N.P.	N.P.	18.1	N.P.	✓	18.1	1.25 P.	N.M.S.	9.42	-1.50	0.22	0.01	0.40	-1.50	0.00				
C13	Aranque	N.P.	N.P.	N.P.	18.9	N.P.	✓	18.9	1.25 P.	N.M.S.	6.33	1.75	-0.14	-0.04	-0.54	1.75	-0.01				
C15	Aranque	N.P.	N.P.	N.P.	16.4	N.P.	✓	16.4	1.25 P.	N.M.S.	5.72	1.51	0.13	0.01	-0.47	1.51	0.00				
C17	Aranque	N.P.	N.P.	N.P.	18.9	N.P.	✓	18.9	1.25 P.	N.M.S.	6.33	1.76	0.14	0.05	-0.54	1.76	0.01				

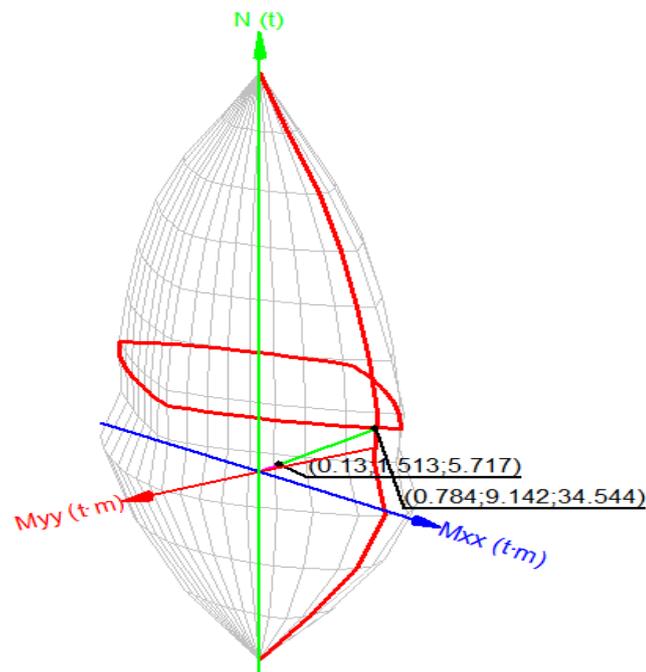
Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

Figura 54: Comprobaciones de las tensiones y deformaciones en columna- -Módulo 02-Bloque B.

Posición	Comb.	Esfuerzos p <sub>ísimos</sub>						Referencia	
		N (k)	M <sub>ox</sub> (k-m)	M <sub>yy</sub> (k-m)	G <sub>x</sub> (k)	G <sub>y</sub> (k)	M <sub>ox</sub> (k-m)	M <sub>yy</sub> (k-m)	
1. Aranque	1.4 PP...	4.15	0.32	0.09	0.00	-0.16	0.32	0.00	
2. Aranque	1.4 PP...	5.79	0.50	0.13	0.00	-0.25	0.50	0.00	
3. Aranque	0.9 PP...	2.66	0.20	0.06	0.16	-0.10	0.20	0.01	
4. Aranque	1.25 P...	3.70	0.28	0.08	0.16	-0.14	0.28	0.01	
5. Aranque	0.9 PP...	3.87	0.34	0.09	0.16	-0.17	0.34	0.01	
6. Aranque	1.25 P...	4.51	0.42	0.11	0.16	-0.21	0.42	0.01	
7. Aranque	0.9 PP...	2.67	0.20	-0.06	-0.15	-0.10	0.20	-0.01	
8. Aranque	1.25 P...	3.71	0.28	-0.08	-0.15	-0.14	0.28	-0.01	
9. Aranque	0.9 PP...	3.88	0.34	-0.09	-0.15	-0.17	0.34	-0.01	
10. Aranque	1.25 P...	4.52	0.42	-0.11	-0.15	-0.21	0.42	-0.01	
11. Aranque	0.9 PP...	2.66	0.20	0.06	0.15	-0.10	0.20	0.01	
12. Aranque	1.25 P...	3.70	0.28	0.08	0.15	-0.14	0.28	0.01	
13. Aranque	0.9 PP...	3.87	0.34	0.09	0.15	-0.17	0.34	0.01	
14. Aranque	1.25 P...	4.51	0.42	0.11	0.15	-0.21	0.42	0.01	
15. Aranque	0.9 PP...	2.67	0.20	-0.06	-0.15	-0.10	0.20	-0.01	
16. Aranque	1.25 P...	3.71	0.28	-0.08	-0.15	-0.14	0.28	-0.01	
17. Aranque	0.9 PP...	3.88	0.34	-0.09	-0.15	-0.17	0.34	-0.01	
18. Aranque	1.25 P...	4.52	0.42	-0.11	-0.15	-0.21	0.42	-0.01	
19. Aranque	0.9 PP...	1.86	-0.89	-0.04	-0.01	0.16	-0.89	0.00	
20. Aranque	1.25 P...	2.90	-0.81	-0.07	-0.01	0.12	-0.81	0.00	
21. Aranque	0.9 PP...	3.07	-0.76	-0.07	-0.01	0.09	-0.76	0.00	
22. Aranque	1.25 P...	4.11	-0.68	-0.09	0.00	0.05	-0.68	0.00	
23. Aranque	0.9 PP...	3.47	1.30	0.08	0.01	-0.37	1.30	0.00	
24. Aranque	1.25 P...	4.51	1.38	0.10	0.01	-0.41	1.38	0.00	
25. Aranque	0.9 PP...	4.68	1.43	0.11	0.01	-0.43	1.43	0.00	
26. Aranque	1.25 P...	5.72	1.51	0.13	0.01	-0.47	1.51	0.00	
27. Aranque	0.9 PP...	1.86	-0.89	0.04	0.01	0.16	-0.89	0.00	
28. Aranque	1.25 P...	2.90	-0.81	0.07	0.01	0.12	-0.81	0.00	
29. Aranque	0.9 PP...	3.07	-0.76	0.07	0.01	0.09	-0.76	0.00	
30. Aranque	1.25 P...	4.11	-0.68	0.09	0.01	0.05	-0.68	0.00	
31. Aranque	0.9 PP...	3.47	1.30	-0.08	-0.01	-0.37	1.30	0.00	
32. Aranque	1.25 P...	4.51	1.38	-0.10	-0.01	-0.41	1.38	0.00	
33. Aranque	0.9 PP...	4.68	1.43	-0.11	-0.01	-0.43	1.43	0.00	
34. Aranque	1.25 P...	5.72	1.51	-0.13	0.00	-0.47	1.51	0.00	

Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Figura 55:** Comportamiento a flexión y compresión en columna- Bloque A-Modulo 1



*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Interpretación:** La figura 52, ilustra el comportamiento de un elemento estructural, bajo la influencia de momentos de flexión ( $M_{xy}$  y  $M_{yy}$ ) y fuerzas normales ( $N$ ).

### Componentes Clave:

1. Ejes de Referencia: Eje  $N(t)$ : Vertical (carga normal). Momentos de Flexión:

- $M_{xx}$ : \*\* Momento en dirección X.
- $M_{yy}$ : \*\* Momento en dirección Y.

2. Puntos Etiquetados:

- Punto 1: (0.13, 5.513, 5.717)
- Punto 2: (0.784, 9.142, 34.544)

Estos puntos indican ubicaciones específicas para evaluar las magnitudes de los momentos aplicados.

Evaluación según la Norma Peruana:

- Momentos de Flexión: Este valor debe cumplir con los límites estándar
- Comportamiento a Flexión: Momentos deben ser analizados para evitar superar los límites máximos de desplazamiento, asegurando la integridad estructural.

- Situaciones Sísmicas: Se requiere un análisis adicional, ya que las fuerzas laterales pueden incrementar los momentos, afectando la estabilidad.

En el M-02, los valores (5.717 t·m y 34.544 t·m, respectivamente) sobrepasan los esfuerzos según diseño, incumplimiento de la norma peruana.

**Comprobaciones: Columna Eje: 4-C. Modulo 02-Bloque B**

<input type="checkbox"/> Mostrar sólo las comprobaciones que no se cumplen	
Estado	Comprobación
✓ Cumple	Disposiciones relativas a las amaduras (NTE E.060:2009, Artículos 7.6 y 7.10)
✓ Cumple	Amadura mínima y máxima (NTE E.060:2009, Artículo 10.9.1)
✓ Cumple	Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)
✓ Cumple	Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 11)
✓ Cumple	Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)
✗ Error	Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Artículo 10)
✓ Cumple	Criterios de diseño por sismo (NTE E.060:2009, Artículo 21)
✓ Cumple	Resistencia mínima a flexión de columnas. (NTE-E.060)
✗ Error	Requisitos de resistencia al cortante en columnas. (NTE-E.060)

Estado límite de agotamiento bajo cargas normales (combinaciones sísmicas) (NTE E.060:2009, Art. 10).

Los esfuerzos de cálculo más desfavorables ocurren en 'Pie' para la combinación de hipótesis "1.25·PP + 1.25·CM + 1.25·Qa + SX2".

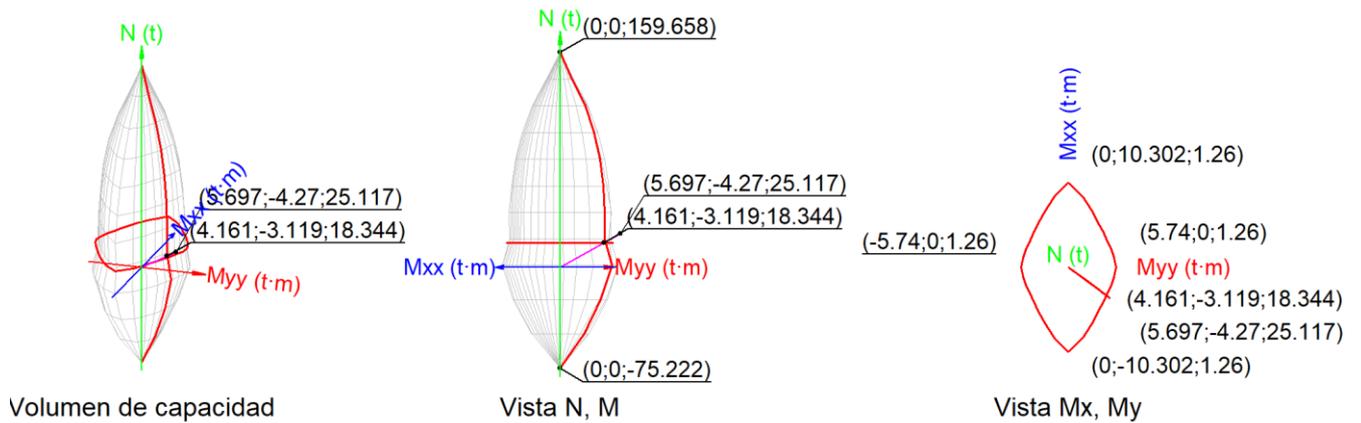
Se debe satisfacer:

$$h : \underline{1.289} \quad \times$$

$$h : \underline{1.369} \quad \times$$

$$25.117 \text{ t} < 126.114 \text{ t} \quad \checkmark$$

**Figura 56:** Esfuerzos a flexo-compresión de la columna 4-Modulo 02-Bloque B



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

### Comprobación de resistencia de la sección ( $h_1$ )

$P_u$ ,  $M_u$  esfuerzos de cálculo primer orden.

<b><math>P_u</math>:</b>		<b><math>P_u</math> :</b>	<u>25.117</u> t
<b><math>M_u</math>:</b>		<b><math>M_{u,x}</math> :</b>	<u>-4.270</u> t·m
		<b><math>M_{u,y}</math> :</b>	<u>5.264</u> t·m

$f \cdot P_n$ ,  $f \cdot M_n$  son los esfuerzos que producen el agotamiento

<b><math>f \cdot P_n</math>:</b>		<b><math>f \cdot P_n</math> :</b>	<u>19.479</u> t
<b><math>f \cdot M_n</math>:</b>		<b><math>f \cdot M_{n,x}</math> :</b>	<u>-3.312</u> t·m
		<b><math>f \cdot M_{n,y}</math> :</b>	<u>4.083</u> t·m

### Comprobación del estado límite de inestabilidad ( $h_2$ )

$P_u$ ,  $M_c$  A causa de la esbeltez, los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos obtenidos a partir de los de primer orden se incrementaron para tener en cuenta los efectos de segundo orden.

<b><math>P_u</math>:</b>		<b><math>P_u</math> :</b>	<u>25.117</u> t
<b><math>M_c</math>:</b>		<b><math>M_{c,x}</math> :</b>	<u>-4.270</u> t·m
		<b><math>M_{c,y}</math> :</b>	<u>5.697</u> t·m

$f \cdot P_n$ ,  $f \cdot M_n$  son los esfuerzos que producen el agotamiento

$$\begin{array}{l} f \cdot P_n: \\ f \cdot M_n: \end{array} \qquad \begin{array}{r} f \cdot P_n: \quad 18.344 \quad t \\ \hline f \cdot M_{n,x}: \quad -3.119 \quad t \cdot m \\ \hline f \cdot M_{n,y}: \quad 4.161 \quad t \cdot m \\ \hline \end{array}$$

**En el eje x:**

Se puede desestimar el impacto de la esbeltez en elementos comprimidos que cumplen con el Artículo 10.12.2.

$$20.8 \quad \text{£} \quad 22.0 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{l} k_{lu}: \\ r: \end{array} \qquad \begin{array}{r} k_{lu}: \quad 2.400 \quad m \\ \hline r: \quad 11.55 \quad cm \\ \hline \end{array}$$

**En el eje y:**

No se puede desestimar el impacto de la esbeltez en elementos comprimidos que cumplen con el Artículo 10.12.2.

$$33.3 > 22.0$$

Donde:

$$\begin{array}{l} k_{lu}: \\ r: \end{array} \qquad \begin{array}{r} k_{lu}: \quad 2.400 \quad m \\ \hline r: \quad 7.22 \quad cm \\ \hline \end{array}$$

Según lo establecido en el Artículo 10.12.3, los elementos comprimidos deben diseñarse para aumentar la fuerza axial  $P_c$  y el momento  $M_u$ . Los efectos de curvatura (efectos de segundo orden) del elemento,  $M_c$ , deben ser magnificados.

$$\begin{array}{l} P_u: \\ M_c: \end{array} \qquad \begin{array}{r} P_u: \quad 25.117 \quad t \\ \hline M_c: \quad 5.697 \quad t \cdot m \\ \hline \end{array}$$

Donde:

$$M_2 : \frac{5.264}{\text{-----}} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$$M_{2, \text{min}} : \frac{0.565}{\text{-----}} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**h:**

$$h : \frac{250.00}{\text{-----}} \text{ mm}$$

$$d_{ns} : \frac{1.082}{\text{-----}}$$

Siendo:

$$P_c : \frac{441.001}{\text{-----}} \text{ t}$$

Donde:

$$E_c : \frac{197662.00}{\text{-----}} \text{ kp/cm}^2$$

$$I_g : \frac{52083.33}{\text{-----}} \text{ cm}^4$$

$$k_{lu} : \frac{2.400}{\text{-----}} \text{ m}$$

### Verificación de la resistencia axial de diseño.

La fuerza axial aumentada  $P_u$  - elementos comprimidos no debe superar  $f \cdot P_n$ , max,

$$f \cdot P_{n, \text{max}} : \frac{126.114}{\text{-----}} \text{ t}$$

Siendo:

$$f'_c : \frac{170.00}{\text{-----}} \text{ kp/cm}^2$$

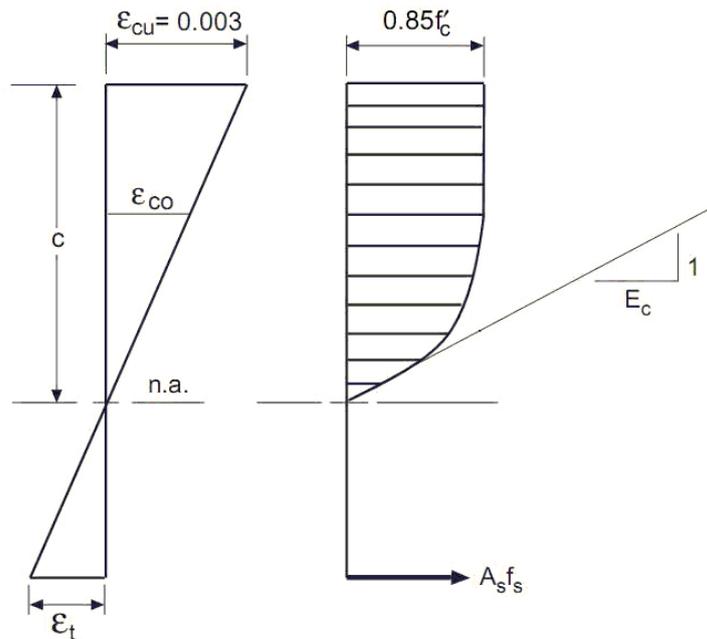
$$f_y : \frac{4200.00}{\text{-----}} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_g : \frac{1000.00}{\text{-----}} \text{ cm}^2$$

$A_{st}$ :

$A_{st} : \underline{\underline{19.90}} \text{ cm}^2$

El diagrama de tensión- del hormigón tiene forma de parábola rectángulo, sin incluir la resistencia a la tracción.



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

$f'_c$ :

$f'_c : 170.00 \text{ kp/cm}^2$

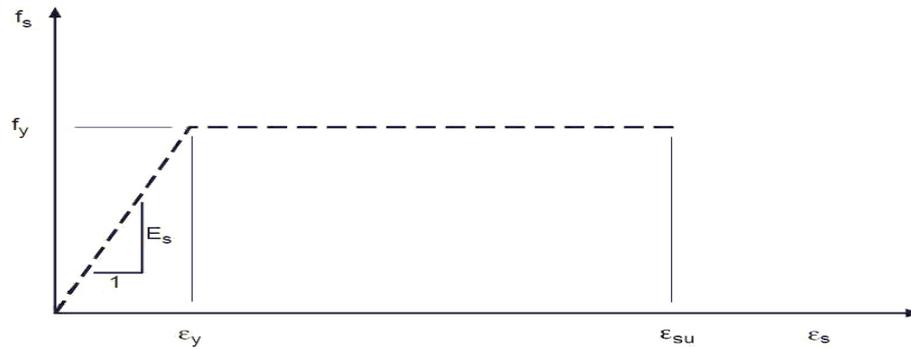
$\epsilon_{cu}$ :

$\epsilon_{cu} : 0.0030$

$\epsilon_{co}$ :

$\epsilon_{co} : 0.0020$

Se utiliza diagrama de tensión-deformación para el acero de las armaduras pasivas.

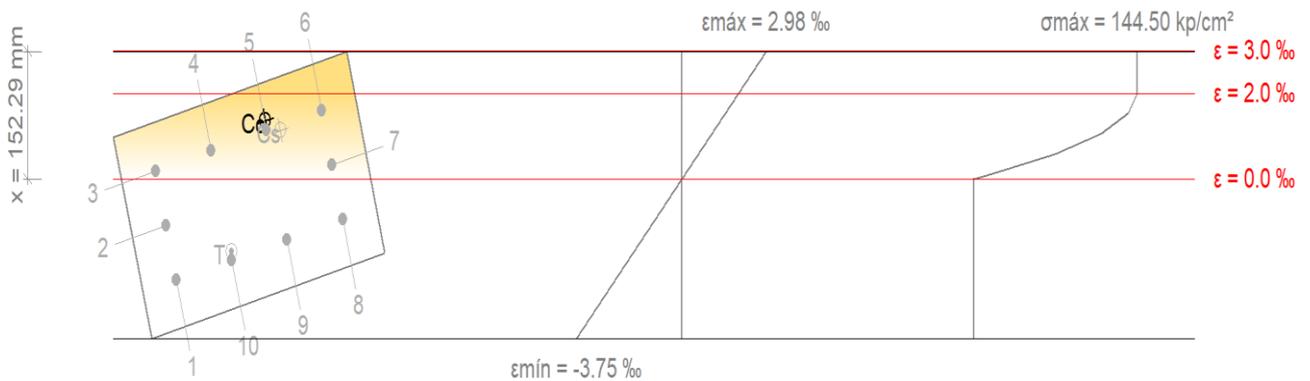


Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

$f_y$ :

$f_y : 4200.00 \text{ kp/cm}^2$

**Figura 57:** Equilibrio de la sección - esfuerzos de agotamiento.



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Interpretación:** El software concluyó que la combinación utilizada por la norma ACI y otras regulaciones de hormigón era inapropiada para evaluar el cumplimiento de un elemento estructural. Esfuerzos de cálculo ( $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ), divididos por los valores de agotamiento, e incluyó esfuerzos verticales y horizontales, seleccionando la combinación más desfavorable al identificar el esfuerzo máximo.

Los modos de vibración, derivados de las ecuaciones de dinámica estructural, no estaban necesariamente vinculados a la combinación desfavorable. Además, una fuerza en la dirección X podría haber inducido un momento en Y, dado que cualquier fuerza aplicada a una cierta distancia genera un momento en relación a un eje.

**Tabla 37:** Comprobaciones de la deformación unitaria en la columna- Modulo 02-Bloque B

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	$f_s$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$
1	Ø5/8"	-67.54	142.54	-4200.00	-0.002378
2	Ø5/8"	0.00	142.54	-2238.63	-0.001098
3	Ø5/8"	67.54	142.54	+371.13	+0.000182
4	Ø5/8"	67.54	47.51	+1340.65	+0.000658
5	Ø5/8"	67.54	-47.51	+2310.17	+0.001133
6	Ø5/8"	67.54	-142.54	+3279.69	+0.001608
7	Ø5/8"	0.00	-142.54	+669.93	+0.000329
8	Ø5/8"	-67.54	-142.54	-1939.83	-0.000951
9	Ø5/8"	-67.54	-47.51	-2909.35	-0.001427
10	Ø5/8"	-67.54	47.51	-3878.87	-0.001902

Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	40.524	79.58	-48.88
Cs	15.863	61.86	-69.76
T	30.182	-57.57	45.32

Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

$$P_n : 26.206 \text{ t}$$

$$M_{n,x} : -4.455 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{n,y} : 5.944 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

<b>C<sub>c</sub>:</b>	<b>C<sub>c</sub> :</b> $40.524$ t
<b>C<sub>s</sub>:</b>	<b>C<sub>s</sub> :</b> $15.863$ t
<b>T:</b>	<b>T :</b> $30.182$ t
<b>e<sub>cc</sub>:</b>	<b>e<sub>cc, x</sub> :</b> $79.58$ mm
	<b>e<sub>cc, y</sub> :</b> $-48.88$ mm
<b>e<sub>cs</sub>:</b>	<b>e<sub>cs, x</sub> :</b> $61.86$ mm
	<b>e<sub>cs, y</sub> :</b> $-69.76$ mm
<b>e<sub>T</sub>:</b>	<b>e<sub>T, x</sub> :</b> $-57.57$ mm
	<b>e<sub>T, y</sub> :</b> $45.32$ mm
<b>e<sub>cmax</sub>:</b>	<b>e<sub>cmax</sub> :</b> $0.0030$
<b>e<sub>smax</sub>:</b>	<b>e<sub>smax</sub> :</b> $0.0024$
<b>S<sub>cmax</sub>:</b>	<b>S<sub>cmax</sub> :</b> $144.50$ kp/cm <sup>2</sup>
<b>S<sub>smax</sub>:</b>	<b>S<sub>smax</sub> :</b> $4200.00$ kp/cm <sup>2</sup>

### Comprobación: (NTE-E.060)

Debido a que los esfuerzos actuales rompen la sección, no es posible realizar **No cumple** la comprobación.

**Interpretación** La estructura del M-02, fue verificada según la norma peruana en dos aspectos principales:

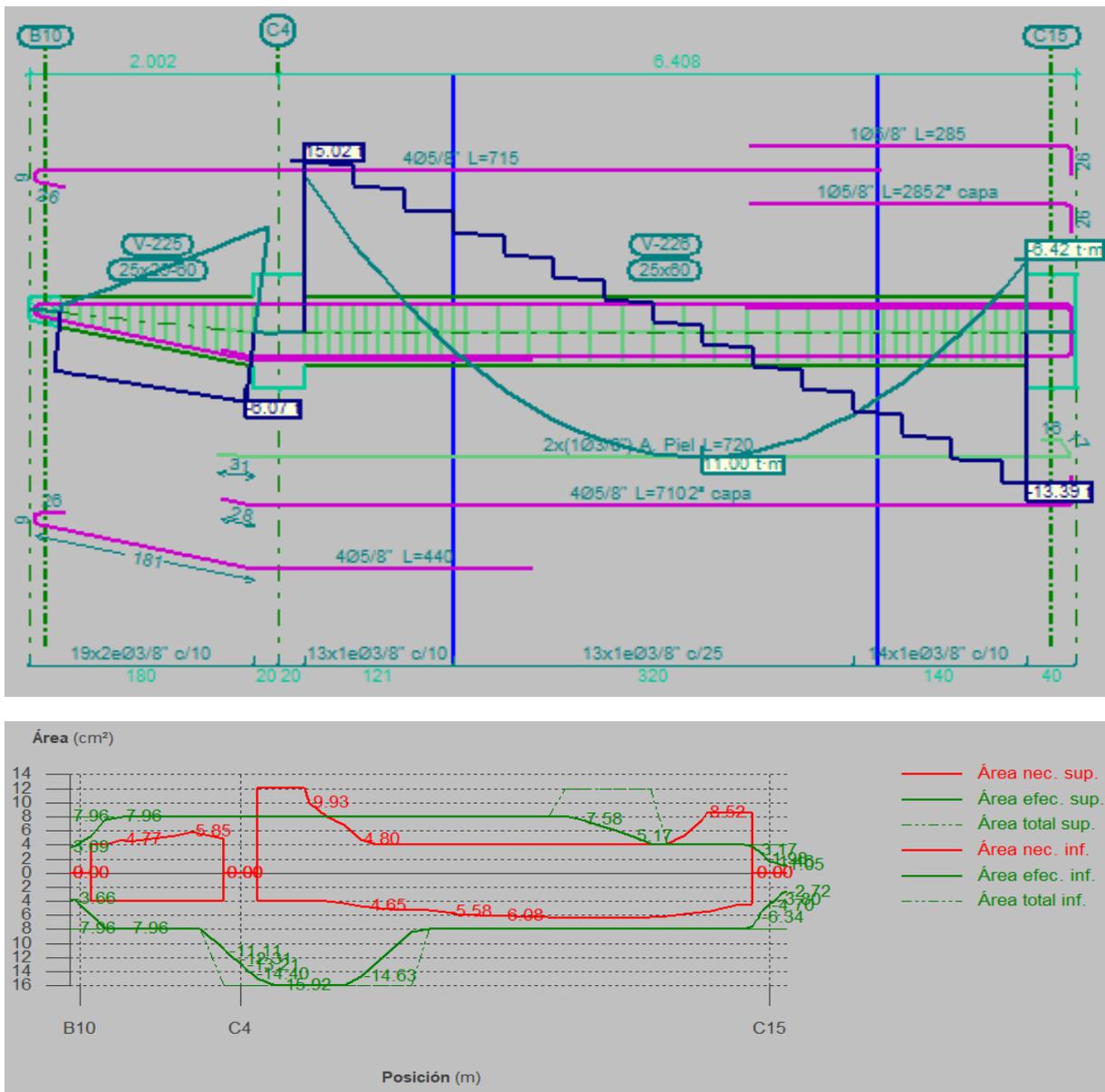
- 1) Resistencia de la Sección: El esfuerzo normal ( $P_u = 25.117$  t) y los momentos de cálculo superaron los valores de agotamiento, indicando sobrecarga y posible inseguridad.
- 2) Estado Límite de Inestabilidad: El esfuerzo incrementado y los momentos flectores excedieron nuevamente los límites, mostrando inestabilidad estructural.

Efectos de Esbeltez: Se presentaron efectos significativos en el eje y, afectando la estabilidad.

La estructura no cumplió con los requisitos de la norma peruana, requiriendo reforzamiento o rediseño para garantizar seguridad.

### 3.4.7.4. Modelado de las vigas del Bloque B-Modulo 2. Eje 4-A-C

**Figura 58:** Comportamiento estructural de la viga- Primer nivel -Modulo 02-Bloque B

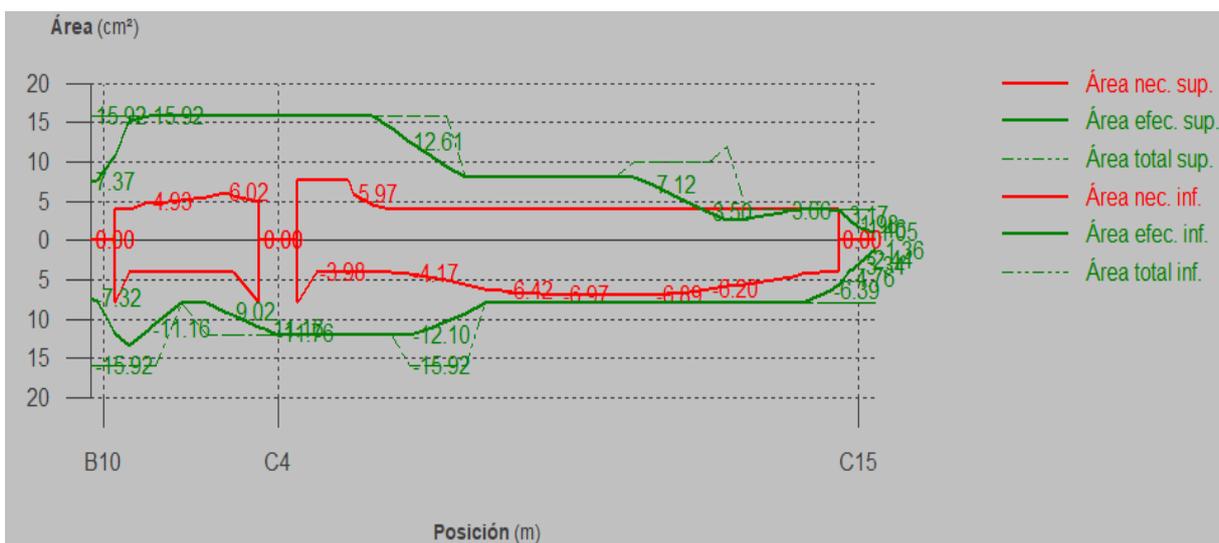
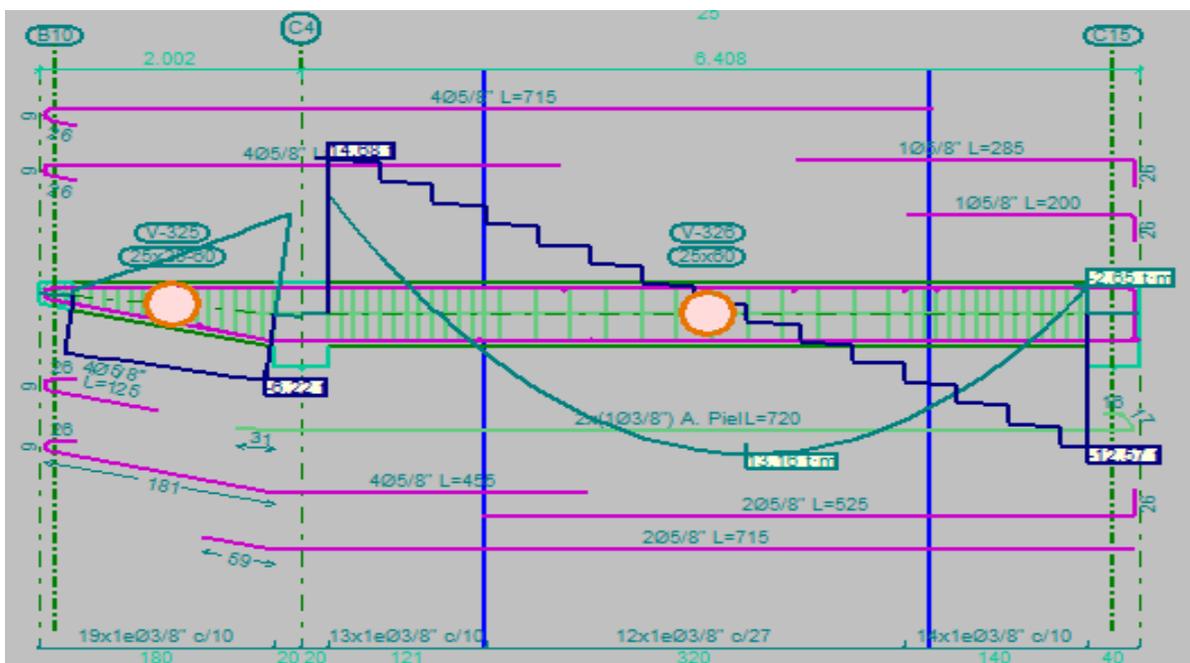


Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Interpretación:**

Según la Figura 55 del M-02, en el primer nivel del Bloque B, se obtuvieron cuantías de 7.96 cm<sup>2</sup> a partir del análisis. No obstante, las verificaciones revelan que se necesitan cuantías más altas, de hasta 9.93 cm<sup>2</sup>. En contraste, las verificaciones para los momentos y esfuerzos positivos se cumplen adecuadamente en la viga de análisis situada en el Eje 4-A-C.

**Figura 59:** Comportamiento estructural de la viga- Segundo nivel -Modulo 02-Bloque B



Nota. Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

De acuerdo con la Figura 56, las cuantías obtenidas del análisis en el segundo nivel del Módulo 02-Bloque B son de 5.97 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, las verificaciones sugieren que se requiere un mínimo de 10 cm<sup>2</sup> para manejar. Asimismo, comprobaciones para los momentos y esfuerzos positivos también son insuficientes, ya que están apenas en el límite de lo efectivo; deberían alcanzar al menos 10 cm<sup>2</sup> en la viga de análisis situada en el Eje 4-A-C.

### 3.4.7.5. Distorsión de columnas del Módulo 01-Bloque B

**Tabla 38:** Valores máximos - Derivas (Modulo 02-Bloque B)

Desplome local máximo de los pilares (d / h)				
Planta	Situaciones persistentes transitorias		Situaciones sísmicas	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
ALIGERADO 2	----	1 / 2728<0,005(Si cumple)	1 / 268>0,007(No cumple)	1 / 353>0,005(No cumple)
ALIGERADO 1	----	1 / 3500<0,005(Si cumple)	1 / 341>0,007(No cumple)	1 / 409>0,005(No cumple)
SOBRECIMIENTO	----	1 / 8750<0,005(Si cumple)	1 / 5834<0,007(Si cumple)	1 / 1945>0,005(Si cumple)

*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

**Interpretación:** Del análisis del M-02, Los pilares ALIGERADO 1 y ALIGERADO 2 presentan un comportamiento inadecuado bajo cargas sísmicas, mientras que el SOBRECIMIENTO cumple con los requisitos. La evaluación del desplome local máximo de los pilares según la norma peruana muestra que, en situaciones persistentes o transitorias, todos los pilares cumplen con el límite de 0,005 en dirección Y: ALIGERADO 2 (1/2728), ALIGERADO 1 (1/3500) y SOBRECIMIENTO (1/8750). Sin embargo, en situaciones sísmicas, los pilares ALIGERADO 1 y ALIGERADO 2 presentan incumplimientos significativos: en dirección X, ALIGERADO 2 (1/268) y ALIGERADO 1 (1/341) no cumplen, y en dirección Y, ambos también fallan (ALIGERADO 2: 1/353 y ALIGERADO 1: 1/409). En contraste, el SOBRECIMIENTO cumple en ambas direcciones (X: 1/1945 y Y: 1/5834). Se requiere un análisis más detallado y refuerzos en los pilares deficientes para asegurar la integridad estructural.

**Tabla 39:** Desplome máximo total de los pilares (D / H).

<b>Desplome total máximo permitido de los pilares (D / H).</b>			
Condiciones permanentes o temporales.		Situaciones sísmicas	
Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
----	1 / 4500 < 0,005 (Si cumple)	1 / 394 > 0,007 (No cumple)	1 / 497 > 0,005 (No cumple)

*Nota.* Fuente: Elaboración propia (modelado con software estructural)

Evaluaron M-02, en condiciones persistentes, las columnas cumplen con el límite de 0,005 en la dirección Y (1/4500), lo que sugiere un comportamiento estructural adecuado. Sin embargo, en situaciones sísmicas, la estructura no cumple en la dirección Y (1/394 > 0,007) y también presenta incumplimientos en la dirección X (1/497 > 0,005). Esto pone de manifiesto una vulnerabilidad estructural considerable ante cargas sísmicas, lo que podría afectar la estabilidad del pilar. Se aconseja realizar una revisión adicional y considerar refuerzos para garantizar la integridad estructural.

## 4. DISCUSIÓN

En contraste, Jainih y Harith (2020) identificaron que, en Kota Kinabalu, Malasia, el 60.4% de los edificios evaluados fueron clasificados como inseguros, presentando una alta probabilidad de colapso. Este hallazgo evidencia cómo las irregularidades en el diseño pueden incrementar significativamente la vulnerabilidad estructural, un aspecto que podría aplicarse también a los módulos M-01 y M-02, los cuales presentan un nivel de vulnerabilidad "Media" si no se toman las medidas correctivas necesarias. Por su parte, Fank (2020) abordó la vulnerabilidad desde un enfoque multidimensional, desarrollando un Índice de Vulnerabilidad Urbana basado en dimensiones e indicadores específicos al contexto. Este índice permitió identificar los grados y características de vulnerabilidad, proporcionando una herramienta útil para orientar y priorizar intervenciones en zonas urbanas. En una línea similar, Chambi (2023) evaluó la vulnerabilidad sísmica del Hospital Regional de Moquegua, determinando que, si bien la mayoría de los sectores presentan una vulnerabilidad baja con riesgo de daños leves ante sismos moderados, el sector C muestra mayor susceptibilidad debido a irregularidades estructurales. Este sector podría sufrir daños severos en eventos sísmicos intensos, subrayando la importancia de corregir dichas irregularidades para mitigar riesgos futuros.

Jainih y Harith (2020) realizaron una evaluación de edificios en Kota Kinabalu, Malasia, y encontraron que el 60.4% de ellos presentaba un alto riesgo de colapso debido a irregularidades en el diseño, lo que subraya la importancia de monitorear estas anomalías estructurales. Este aspecto es relevante para los módulos M-01 y M-02 del estudio. Según la Norma E.030, la diferencia entre el c.d.m. y el c.d.r. no debe superar el 5% de la dimensión estructural para evitar estas complicaciones. Asimismo, Pilco y Portugal (2022) señalaron que el Hospital de la Solidaridad presentaba una vulnerabilidad sísmica de nivel medio, lo que resalta la necesidad de revisar y rediseñar estructuras similares. El incumplimiento de estos requisitos aumenta las demandas de esfuerzo y deformación, como se mostró en los estudios de Chino (2021). La evaluación del comportamiento estructural de las columnas en los módulos M-01 y M-02 revela preocupaciones significativas sobre su capacidad de resistencia y el cumplimiento de la normativa vigente. El esfuerzo normal calculado ( $P_u = 12.928 \text{ t}$ ) excede ligeramente los límites permitidos, y los momentos de cálculo están peligrosamente cerca de sus valores máximos, lo que indica que la estructura opera casi al límite de su capacidad, una situación inaceptable sin

un margen de seguridad adecuado. Además, en el estado límite de inestabilidad, el esfuerzo normal supera el axil de agotamiento, lo que representa un riesgo significativo de inestabilidad y posible colapso ante cargas adicionales o eventos sísmicos. Por su parte, Becerra (2021) determinó el grado de vulnerabilidad sísmica en la I.E. N.º 055 María Isabel Rodríguez Urrunaga, en Cajamarca, encontrando que el 17% de la edificación presenta vulnerabilidad media. Este análisis demostró la necesidad de implementar medidas que reduzcan los posibles daños moderados, evidenciando discrepancias en el diseño estructural y aspectos recurrentes en edificaciones educativas que incumplen con la vida útil proyectada. De manera similar, Condor (2024) analizó la vulnerabilidad sísmica de viviendas en Bambamarca utilizando el método de Benedetti-Petrini. Los resultados mostraron una alta vulnerabilidad en aspectos estructurales, relacionados con la calidad del sistema resistente, cimentación, diafragmas, configuración en planta y elevación, entre otros factores. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de adoptar soluciones estructurales adecuadas para garantizar la seguridad frente a eventos sísmicos.

El análisis realizado por Chura (2020) en la I.E. Isabel Chimpu Ocllo destaca la importancia de cumplir con las normativas para lograr resistencias estructurales adecuadas, subrayando que una correcta aplicación del diseño puede mejorar significativamente la capacidad estructural. Por ello, resulta esencial que la I.E. Villanueva Pinillos, en Jaén, evalúe y refuerce las columnas de los módulos M-01 y M-02, garantizando su desempeño frente a cargas potenciales y eventos sísmicos. Por otro lado, la evaluación de Siancas (2021) en la I.E. 14787 evidencia serias deficiencias en el cumplimiento de las normativas, al registrar resistencias considerablemente inferiores a las esperadas. Este hallazgo resalta la necesidad de garantizar el cumplimiento normativo y establecer controles de calidad estrictos durante la construcción, ya que su ausencia puede comprometer gravemente la seguridad estructural. Asimismo, Vargas (2024), al analizar la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índices de Benedetti y Petrini, identificó que en construcciones de concreto armado, el 46% de las viviendas presenta un nivel de vulnerabilidad medio, el 30% un nivel alto y el 24% un nivel bajo. Estos resultados evidencian que, aunque se trate de edificaciones comunes, la vulnerabilidad asociada a procesos constructivos deficientes es un factor crítico que debe ser abordado.

El análisis de las columnas del M-01 muestra que los momentos flectores y los esfuerzos cortantes superan los límites permitidos, lo que implica un alto riesgo de fallo estructural sin medidas correctivas. Los momentos flectores alcanzan niveles preocupantes de 12.33 t.m (positivo) y 16.66 t.m (negativo), y los esfuerzos cortantes se presentan en áreas críticas. Además, las áreas de refuerzo son insuficientes; por ejemplo, se registraron solo 7.38 cm<sup>2</sup> de refuerzo cuando se requerían al menos 11.53 cm<sup>2</sup> para controlar los esfuerzos, lo que evidencia un déficit preocupante en la estructura, del mismo modo (Janampa & Rojas, 2020), aplicando el método FEMA 154 adaptado, se identificó vulnerabilidad sísmica, complementados con análisis dinámico en Etabs, para proponer un reforzamiento estructural acorde al comportamiento sísmico. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones anteriores; por ejemplo, Chino (2021) reportó problemas similares en viviendas autoconstruidas en Tacna. Los momentos flectores alcanzan niveles preocupantes de 15.15 t.m (máximo positivo) y 16.57 t.m (máximo negativo), indicando sobrecarga en la viga, especialmente en situaciones sísmicas.

Las cantidades de refuerzo son de 6.82 cm<sup>2</sup>, cuando se requieren más de 11.94 cm<sup>2</sup> para gestionar adecuadamente los esfuerzos cortantes y momentos flectores negativos, lo que revela que las magnitudes de momentos y esfuerzos positivos no cumplen con los estándares, que deberían ser superiores a 10.0 cm<sup>2</sup>. Las derivas de los pilares en los diafragmas de los techos aligerados N. ALIGERADO 01 y N. ALIGERADO 02 superan el límite normativo de 0.007, alcanzando valores de 1/77 y 1/289, lo que representa un grave riesgo para la integridad estructural frente a cargas sísmicas. Además, las derivas evidencian que la estructura no está preparada para resistir fuerzas laterales durante un sismo, un problema similar al observado por Chino (2021) en viviendas autoconstruidas en Tacna, que también mostraban deficiencias estructurales que comprometían su estabilidad, así mismo (Chambi, 2023), utilizando los métodos ATC 21 y Benedetti-Petrini. Se determinó que los sectores tienen vulnerabilidad baja, con riesgo de daños leves en sismos moderados, pero posibilidad de daños severos en eventos intensos, especialmente en el sector C debido a irregularidades estructurales. Se recomienda reforzar con arrostramientos metálicos y ajustar elementos no estructurales en las fachadas del sector A para mitigar riesgos.

La deriva máxima permisible según la normativa peruana es de 0.005, pero en el M-02 se superó este límite, lo que indica que no está adecuadamente preparado para resistir fuerzas laterales durante eventos sísmicos. Siancas (2021) también identificó problemas en los métodos de evaluación estructural, resultando en vulnerabilidades significativas. El análisis del desplazamiento total máximo del M-02 se llevó a cabo en condiciones persistentes y sísmicas, evaluando en las direcciones X e Y según la normativa. En dirección X, el resultado fue de 1/353, superando el límite de 0.005, y en dirección Y, el resultado de 1/88 también excede 0.007, sugiriendo un desplazamiento excesivo que compromete la integridad del pilar. La normativa estipula que la deriva máxima permitida bajo carga normal no debe superar 0.005. Así mismo, Sánchez et al. (2024) en sus resultados indican que el 46.6% presenta niveles de vulnerabilidad altos y muy altos, destacando la utilidad de zonificación como herramienta para reducir riesgos y planificar acciones preventivas, lo que sería posible disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones desde la formulación de los proyectos,

El análisis del M-02 muestra que los diafragmas ALIGERADO 1 y ALIGERADO 2 tienen un rendimiento inadecuado frente a cargas sísmicas, con incumplimientos significativos en el desplazamiento máximo de los pilares en ambas direcciones. Estos resultados enfatizan la necesidad de realizar evaluaciones estructurales completas para detectar vulnerabilidades, similar a los sugerido por (Gonzalo, 2021.) en el resultado de sus ensayos no destructivos, hallaron deficiencias estructurales significativas, se ha recomendado reforzar, esto a partir del modelado SAP, y desde la metodología FEMA-154 y NEC 2015. Podemos decir que los resultados tienen características similares con otras regiones. La Norma Técnica de Edificación 030 (NTE 030) indica que las estructuras esenciales deben permanecer operativas después de un sismo. Sin embargo, muchos edificios no cumplen con estos requisitos, lo que resalta la urgente necesidad de mejorar la seguridad estructural y ajustar los diseños a la normativa peruana. Es fundamental adoptar medidas adecuadas para garantizar que las edificaciones sean resistentes a eventos sísmicos, asegurando así su durabilidad y confiabilidad en un contexto de creciente actividad sísmica en la región

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Riesgo Moderado y Vulnerabilidad Estructural: Los módulos M-01 y M-02 tienen un riesgo moderado, categorizado como vulnerabilidad "Media". Este resultado indica que ambos módulos podrían experimentar dificultades en determinadas circunstancias, lo que resalta la importancia de un monitoreo continuo y la opción de aplicar refuerzos estructurales para asegurar su integridad y seguridad de la I.E. 16450 - San Ignacio.
2. La significativa desalineación entre el centro de gravedad (c.d.m.) y el centro de rigidez (c.d.r.) en ambos módulos podría generar torsiones perjudiciales, lo que aumentaría la demanda de esfuerzo y deformación en la edificación de la I.E. 16450 - San Ignacio. Según la normativa peruana, esta diferencia no debe exceder el 5% de la dimensión del elemento estructural; sin embargo, la desalineación observada, redistribuir la rigidez y la masa para cumplir con los estándares de seguridad y resistir eficazmente las cargas sísmicas.
3. En el M-01, el esfuerzo normal calculado fue de 12.928 t, lo que supera ligeramente el axil de agotamiento de 12.310 t, lo que indica que la estructura está funcionando casi al límite de su capacidad. Este esfuerzo elevado de 12.928 t, junto con momentos de cálculo que se acercan a los valores de agotamiento, sugiere un riesgo de inestabilidad. Esto implica que el módulo no cumple con los márgenes de seguridad establecidos por la normativa peruana, lo que hace necesario considerar un refuerzo en la edificación de I.E. 16450 - San Ignacio.  
Las áreas efectivas en el M-01 fueron de 7.38 cm<sup>2</sup>, muy por debajo de los 11.53 cm<sup>2</sup> requeridos para controlar esfuerzos cortantes. Además, los momentos flectores positivos fueron de 8.62 cm<sup>2</sup>, inferior a los 8.0 cm<sup>2</sup> necesarios en la viga analizada (Eje 2-A-C). Este sub dimensionamiento, junto con los momentos flectores de 15.15 t·m (positivo) y 16.57 t·m (negativo) que excedieron los límites bajo combinación sísmica, resaltan la urgencia de realizar ajustes para evitar comprometer la integridad estructural.
4. Inestabilidad y comportamiento de los pilares o columnas en M-02, el esfuerzo normal de 25.117 t y los momentos de cálculo superaron los límites de agotamiento, señalando sobrecarga e inestabilidad estructural. Aunque en condiciones persistentes todos los pilares cumplieron con el límite de 0.005 en dirección Y, en situaciones sísmicas mostraron incumplimientos significativos. Esto evidencia vulnerabilidades estructurales críticas que deben ser abordadas mediante un análisis más profundo y refuerzos en los pilares deficientes para asegurar la estabilidad y seguridad del módulo.

## **Recomendaciones**

1. Monitoreo y Evaluación Permanente: Implementar un programa de seguimiento continuo para los módulos M-01 y M-02, con el fin de detectar posibles problemas estructurales antes de que se conviertan en riesgos significativos. Esto incluye llevar a cabo inspecciones periódicas de la integridad estructural y evaluar el desempeño de los elementos bajo diversas condiciones de carga y durante eventos sísmicos.

2. Redistribución de Rigidez y Masas: Debido a la significativa desalineación entre el centro de gravedad (c.d.m.) y el centro de rigidez (c.d.r.), se sugiere realizar una evaluación detallada para identificar soluciones que permitan una adecuada redistribución de la rigidez y las masas. Esto asegurará el cumplimiento de la normativa peruana y contribuirá a mitigar los efectos de torsiones perjudiciales en la estructura.

3. Refuerzo Estructural y Rediseño: Con base en los resultados obtenidos en el M-01, donde el esfuerzo normal de cálculo supera ligeramente el axil de agotamiento, llevar a cabo un refuerzo estructural o rediseño del módulo. Esto es fundamental para asegurar que la estructura opere dentro de los márgenes de seguridad establecidos por la normativa, especialmente ante cargas incrementadas.

Ajustes en Áreas Efectivas: Es imprescindible modificar las áreas efectivas de los elementos estructurales del M-01 para cumplir con los estándares mínimos de la normativa. Se recomienda incrementar las dimensiones de los refuerzos para garantizar un adecuado control de los esfuerzos cortantes y momentos flectores, evitando así sobrecargas en el diseño estructural.

4. Análisis Profundo de Vulnerabilidades en Pilares: Llevar a cabo un análisis exhaustivo de los pilares en el M-02, especialmente bajo condiciones sísmicas. Dado que algunos pilares mostraron incumplimientos significativos, se debe considerar el refuerzo de estos elementos para garantizar la estabilidad y seguridad del módulo. Además, se deben implementar medidas para minimizar los desplazamientos y cumplir con los límites normativos establecidos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra, M. J. (2021). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LA I.E. N° 055 MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ URRUNAGA CAJAMARCA 2021”. *Tesis para optar el título profesional*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Peru . Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28239/Becerra%20Moro%2c%20Jean%20Paul%20-%20Caruanambo%20Cortez%2c%20Guillermo%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Borja, S. M. (Octubre de 2021). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque – Perú. *TecnoHumanismo*, 1(10), 1-15. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-CorrelacionEntreLaResistenciaRealDelConcretoYElEns-8179023.pdf>
- Bungacho, J., Baquero, R., & Hernandez, L. (2022). Evaluación de vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño de reforzamiento de una vivienda en Quito–Ecuador. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 5.(2), 63-79. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8933557>
- Cajan, H. N., & Falla, L. X. (2020). Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini de las edificaciones categoría descritas en la norma e.030 de nueve sectores de la ciudad de reque, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. *Título profesional*. Universidad San Martín de Porres, Lima, Peru . Obtenido de [file:///C:/Users/HP/Downloads/cajan\\_hna-falla\\_lxdc.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/cajan_hna-falla_lxdc.pdf)
- Chambi, A. L. (2023). Estudio de vulnerabilidad sísmica para la mejora de los parámetros estructurales del hospital regional de Moquegua tipo 2b, Moquegua 2020. *Título profesional*. Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Peru . Obtenido de [https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/2079/Luis\\_tesis\\_titulo\\_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/2079/Luis_tesis_titulo_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chura Pareja, K. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método del AIS e índice de vulnerabilidad en la I.E. Isabel Chimpu Ocllo, San Martín Porres – Lima 2020*. Lima: Repositorio de la Universidad César Vallejo.

- Cochon, B. H. (2020). Mejoramiento del método Benedetti Petrini en el índice de vulnerabilidad sísmica y su aplicación en la institución educativa 2051 - Carabayllo. lima 2020. *Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional*. Universidad Privada del Norte, Lima, Peru . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/479293116.pdf>
- Condor, P. E. (2024 ). Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de benedettipetrini de las viviendas ubicadas en zonas de expansión urbana de la ciudad de Bambamarca, 2023. *optar el Grado Académico de Maestro*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca , Peru . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/617981459.pdf>
- Cubas Quevedo, H., & Rangel Yajamanco, G. (2019). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS CENTROS DE SALUD DEL DISTRITO DE JAÉN*. Jaén: Repositorio de la Univrsidad Nacional de Jaén.
- Cueva Talavera, D. J. (2022). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en la I.E. privada Justo Juez, distrito de Majes – provincia de Caylloma – Arequipa*. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de [file:///C:/Users/HP/Downloads/Cueva\\_TDJ-Vilca\\_OAC-SD.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Cueva_TDJ-Vilca_OAC-SD.pdf)
- Cype. (14 de octubre de 2024). *WWW.Cype.com*. Obtenido de [https://info.cype.com/es/?s=cypecad&jet\\_ajax\\_search\\_settings=%7B%22search\\_source%22%3A%5B%22research%22%2C%22soluciones%22%2C%22news%22%2C%22interviews%22%2C%22software%22%2C%22novedad%22%2C%22distribuidor%22%2C%22blog%22%2C%22events%22%2C%22tema%22%5D%2C](https://info.cype.com/es/?s=cypecad&jet_ajax_search_settings=%7B%22search_source%22%3A%5B%22research%22%2C%22soluciones%22%2C%22news%22%2C%22interviews%22%2C%22software%22%2C%22novedad%22%2C%22distribuidor%22%2C%22blog%22%2C%22events%22%2C%22tema%22%5D%2C)
- Fank, L. (2020). Vulnerabilidad urbana en asentamientos informales: diseño y aplicación de una propuesta metodológica de abordaje en ciudades de Tierra del Fuego. El caso de Río Grande. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*. Obtenido de <https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/estudios-socioterritoriales/article/view/1546/1331>
- Garcia Vasquez, D., & Rodriguez Sanchez, L. (2019). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EL DISEÑO DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL QUE MEJORARA LA RESPUESTA SISMORESISTENTE DE LA I.E 81751 DIOS ES AMOR APLICANDO LA NORMA E.030-2019, CIUDAD DE TRUJILLO*. Trujillo: Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

- Gonzalo, R. P. (2021.). Análisis de Vulnerabilidad Sísmica en la Comuna de “Oyambarillo” ubicado en la parroquia de Tababela, Quito – Ecuador”. *Trabajo de Titulación*. Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4523/1/Tesis%20Gonzalo%20Paucar.pdf>
- Jainih, V., & Harith, N. S. (2020). Seismic vulnerability assessment in Kota Kinabalu, Sabah. *IOPSCIENCE*, 476. doi:10.1088/1755-1315/476/1/012053
- Janampa, R. E., & Rojas, P. G. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para reforzamiento del sistema estructural de la Institución Educativa 1248 5 de Abril, Huaycán – Ate. *Titulo profesional*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Peru . Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Janampa\_RE-Rojas\_PGU-SD.pdf
- Malhaber, M. M. (2020 ). Evaluación de vulnerabilidad sísmica utilizando los métodos observacionales Indeci y Benedetti Petrini en el distrito de Chongoyape”. *Titulo profesional*. Universidad Señor de Sipan, Pimental, Peru . Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7494/Malhaber%20Montenegro%20Miguel%20Angel.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- MINEDU. (14 de junio de 2018). *Los sismos en las instituciones educativas*. Obtenido de MINEDU.
- Miranda Villegas, F. (2021). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA CON LA MEDICIÓN DE VIBRACIONES Y REFORZAMIENTO DINÁMICO DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA BLOQUE 2 DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Ambato: Repositorio de la Universidad Tecnica de Ambato.
- Noll, A. (08 de febrero de 2023). *Los terremotos más fuertes de la historia*. Obtenido de DW: <https://www.dw.com/es/los-terremotos-m%C3%A1s-fuertes-de-la-historia/a-64648872>
- Olano Bustamante, S. (2019). *DESPLAZAMIENTOS LATERALES ASUMIENDO COMPONENTES NO ESTRUCTURALES EN LOS MÓDULOS DE LA I.E.N°16036 ALFONSO ARANA VIDAL-SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, JAÉN*. Jaén.: Repositorio de la Universidad Nacional de Jaén.

- Pecori Zavaleta, C., & Cruz Miranda, O. (2018). *ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E.EMBLEMÁTICA SAN JUAN DE LA CIUDAD DE TRUJILLO*. Trujillo: Repositorio de Universidad Privada del Norte.
- Perú, I. G. (12 de setiembre de 2001). *El terremoto de Arequipa del 23 de junio de 2001. Informe preliminar*. Obtenido de Repositorio IGP: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/1121>
- Pilco, H., & Portugal, R. (2022). *VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE EL ANÁLISIS PUSHOVER DEL HOSPITAL DE LA SOLIDARIDAD, TACNA, 2022*. Tacna: Repositorio de la Universidad Privada de Tacna.
- Quiroz Rodriguez, J. (2020). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA BASADO EN EL MÉTODO HIROSAWA PARA LOS COLEGIOS PÚBLICOS SECUNDARIOS DEL DISTRITO DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE*. Chiclayo: Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Ramses, O. (27 de diciembre de 2023). *Estos Fueron los Sismos que Marcaron al Mundo Durante 2023*. Obtenido de NMAS: <https://www.nmas.com.mx/internacional/estos-fueron-los-sismos-que-marcaron-al-mundo-durante-2023/>
- Roberto, H. S. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Rusydi, M., Cyio, M. B., Rahmawati, & Ramlan. (2015). Seismic vulnerability analysis in Poso Distric. *IOPSCIENCE*, 176. doi:10.1088/1742-6596/1763/1/012015
- Sánchez, C. F., Ordaz, H. A., Espinosa, R. L., & Salcedo, H. E. (2024). Vulnerabilidad sísmica, municipio de Toluca: un análisis holístico de los aspectos estructurales, sociales y económicos. *Investigaciones geográficas*, 82, 105–126. Toluca, Mexico. Obtenido de <https://www.investigacionesgeograficas.com/article/view/26716>
- Valderrama, G. (16 de febrero de 2019). *MAPA DE LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO*. Obtenido de perutoptours: [https://www.perutoptours.com/index06si\\_mapa\\_san\\_ignacio.html](https://www.perutoptours.com/index06si_mapa_san_ignacio.html)
- Vargas, D. R. (2024). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica utilizando los índices de Benedetti y Petrini de las viviendas tipo c del sector 17, barrio Lucmacucho, ciudad de Cajamarca”. *Tesis para el Título profesional*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru. Obtenido de

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7021/TESIS%20-%20MALAVER%20VARGAS%20DIEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 7. ANEXOS

### Anexo 1: Data del ensayo de esclerometría, según norma del Perú NTP 339.181

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 1C- PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	28	1	VALIDO
		1	30	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	26	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	32	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	30	12	VALIDO
		1	25	13	VALIDO
		1	28	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	26	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 2.13</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 1A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	31	2	VALIDO
		1	28	3	VALIDO
		1	31	4	VALIDO
		1	31	5	VALIDO
		1	27	6	VALIDO
		1	31	7	VALIDO
		1	33	8	VALIDO
		1	28	9	VALIDO
		1	33	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	31	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	25	16	VALIDO

PROMEDIO DEL REBOTE		29 ± 2.33			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		190 kg/cm <sup>2</sup>			
ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 1C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE α= 0°	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	35	1	VALIDO
		1	36	2	VALIDO
		1	37	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	32	6	VALIDO
		1	35	7	VALIDO
		1	28	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	32	11	VALIDO
		1	30	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	31	14	VALIDO
		1	30	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			31 ± 3.43		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			220 kg/cm <sup>2</sup>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 1A -PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE α= 0°	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	36	1	VALIDO
		1	35	2	VALIDO
		1	32	3	VALIDO
		1	28	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	31	6	VALIDO
		1	36	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	31	11	VALIDO
		1	32	12	VALIDO
		1	28	13	VALIDO
		1	33	14	VALIDO
		1	32	15	VALIDO
		1	27	16	VALIDO

PROMEDIO DEL REBOTE	<b>31 ± 3,19</b>	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>	

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 1C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	28	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	30	3	VALIDO
		1	25	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	32	6	VALIDO
		1	34	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	36	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	33	13	VALIDO
		1	30	14	VALIDO
		1	32	15	VALIDO
		1	26	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 3.24</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 4A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	31	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	31	5	VALIDO
		1	33	6	VALIDO
		1	35	7	VALIDO
		1	28	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	37	11	VALIDO
		1	34	12	VALIDO
		1	32	13	VALIDO
		1	31	14	VALIDO
		1	33	15	VALIDO

		1	27	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE		<b>31± 3.22</b>			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>			
ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	25	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	31	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	28	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE		<b>28 ± 1.98</b>			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>			

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	26	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	31	10	VALIDO
		1	30	11	VALIDO
		1	25	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	32	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	26	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE		<b>28 ± 2.16</b>			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>			

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 6C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	30	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	25	7	VALIDO
		1	31	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	31	10	VALIDO
		1	32	11	VALIDO
		1	26	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	25	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 3.38</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 4A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	31	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	31	5	VALIDO
		1	33	6	VALIDO
		1	35	7	VALIDO
		1	28	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	37	11	VALIDO
		1	34	12	VALIDO
		1	32	13	VALIDO
		1	31	14	VALIDO
		1	33	15	VALIDO
		1	27	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>31± 3.22</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>220 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	25	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	31	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	28	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 1.98</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	26	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	31	10	VALIDO
		1	30	11	VALIDO
		1	25	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	32	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	26	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 2.16</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 6C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°1645 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	30	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	25	7	VALIDO
		1	31	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	31	10	VALIDO
		1	32	11	VALIDO
		1	26	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	25	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 3.38</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		
ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 6A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	31	3	VALIDO
		1	25	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	26	7	VALIDO
		1	32	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	31	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	28	13	VALIDO
		1	25	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 2.37</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 7C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	28	1	VALIDO
		1	31	2	VALIDO
		1	26	3	VALIDO
		1	31	4	VALIDO
		1	31	5	VALIDO
		1	25	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	33	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	27	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	31	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 2.52</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 7A – PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	32	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	27	7	VALIDO
		1	31	8	VALIDO
		1	32	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	30	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	32	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	25	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 2.41</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 8C - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	29	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	25	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	26	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	32	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	31	13	VALIDO
		1	25	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ±2.10</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 8A- PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	28	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	29	6	VALIDO
		1	31	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	30	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 1.78</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 9C - PRIMER NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	30	1	VALIDO
		1	29	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	31	5	VALIDO
		1	26	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	32	8	VALIDO
		1	30	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	27	11	VALIDO
		1	26	12	VALIDO
		1	25	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 1.96</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 9A -PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	27	5	VALIDO
		1	26	6	VALIDO
		1	32	7	VALIDO
		1	29	8	VALIDO
		1	30	9	VALIDO
		1	31	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	30	13	VALIDO
		1	25	14	VALIDO
		1	26	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 1.93</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 10C - PRIMER NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	29	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	29	8	VALIDO
		1	25	9	VALIDO
		1	32	10	VALIDO
		1	31	11	VALIDO
		1	30	12	VALIDO
		1	30	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	27	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 2.03</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 10 A- PRIMER NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	26	3	VALIDO
		1	29	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	31	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	27	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	30	13	VALIDO
		1	31	14	VALIDO
		1	25	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ± 1.96</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 2 - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	24	2	VALIDO
		1	23	3	VALIDO
		1	22	4	VALIDO
		1	23	5	VALIDO
		1	25	6	VALIDO
		1	25	7	VALIDO
		1	26	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	27	10	VALIDO
		1	22	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	30	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>26 ± 2.52</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>158 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5 - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	25	2	VALIDO
		1	23	3	VALIDO
		1	24	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	31	7	VALIDO
		1	29	8	VALIDO
		1	25	9	VALIDO
		1	24	10	VALIDO
		1	26	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	22	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>26 ± 2.50</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>158</b> <b>kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 7 - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	23	1	VALIDO
		1	23	2	VALIDO
		1	24	3	VALIDO
		1	25	4	VALIDO
		1	27	5	VALIDO
		1	26	6	VALIDO
		1	26	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	25	11	VALIDO
		1	24	12	VALIDO
		1	25	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	25	15	VALIDO
		1	26	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>26 ± 1.67</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>158 kg/cm<sup>2</sup></b>		

Nota. Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 2 - PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	23	1	VALIDO
		1	23	2	VALIDO
		1	22	3	VALIDO
		1	24	4	VALIDO
		1	25	5	VALIDO
		1	27	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	24	8	VALIDO
		1	23	9	VALIDO
		1	22	10	VALIDO
		1	22	11	VALIDO
		1	25	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	25	15	VALIDO
		1	24	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>24± 1.67</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>130</b> <b>kg/cm<sup>2</sup></b>		

*Nota.* Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 1C - SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	28	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	31	5	VALIDO
		1	32	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	30	11	VALIDO
		1	31	12	VALIDO
		1	32	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	27	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 1.71</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 2C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	26	3	VALIDO
		1	28	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	26	6	VALIDO
		1	25	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	30	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	28	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1,53</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 2A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	29	2	VALIDO
		1	30	3	VALIDO
		1	31	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	31	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	32	8	VALIDO
		1	28	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	27	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	30	15	VALIDO
		1	31	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29±1.84</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 3C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	30	1	VALIDO
		1	31	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	28	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	27	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	30	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	26	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	31	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29±1.46</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 3A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	28	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	26	5	VALIDO
		1	27	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	26	11	VALIDO
		1	26	12	VALIDO
		1	28	13	VALIDO
		1	30	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28 ±1.34</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 4C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	28	1	VALIDO
		1	29	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	27	7	VALIDO
		1	26	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	30	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1.33</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 4A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	26	5	VALIDO
		1	29	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	31	11	VALIDO
		1	31	12	VALIDO
		1	30	13	VALIDO
		1	30	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 1.55</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5C - SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	30	1	VALIDO
		1	30	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	29	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	28	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	30	10	VALIDO
		1	31	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	29	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29±1.20</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 5A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	29	2	VALIDO
		1	30	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	27	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	30	14	VALIDO
		1	31	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29 ± 1.36</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 6C - SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	28	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	31	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	29	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29±1.26</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 1A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	30	3	VALIDO
		1	31	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	28	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	27	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	30	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	27	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29±1.26</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 7C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E.N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	26	3	VALIDO
		1	28	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	30	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	27	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	26	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>27±1.31</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>165 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 7A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	25	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	29	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	27	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	29	13	VALIDO
		1	28	14	VALIDO
		1	30	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1,55</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 8C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	26	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	28	3	VALIDO
		1	29	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	27	6	VALIDO
		1	27	7	VALIDO
		1	28	8	VALIDO
		1	30	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	30	12	VALIDO
		1	28	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	26	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1.26</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 8A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	28	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	26	5	VALIDO
		1	26	6	VALIDO
		1	29	7	VALIDO
		1	31	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	27	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	28	13	VALIDO
		1	26	14	VALIDO
		1	27	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1.44</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 9C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	30	5	VALIDO
		1	31	6	VALIDO
		1	32	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	28	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	28	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1,59</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 9A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	27	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	26	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	28	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	30	9	VALIDO
		1	29	10	VALIDO
		1	27	11	VALIDO
		1	38	12	VALIDO
		1	29	13	VALIDO
		1	30	14	VALIDO
		1	30	15	VALIDO
		1	29	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>29±2.85</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 10C - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	29	1	VALIDO
		1	28	2	VALIDO
		1	29	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	29	6	VALIDO
		1	27	7	VALIDO
		1	27	8	VALIDO
		1	27	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	26	12	VALIDO
		1	28	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	30	15	VALIDO
		1	31	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1.31</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA –EJE 10A- SEGUNDO NIVEL					
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha=0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	30	1	VALIDO
		1	29	2	VALIDO
		1	27	3	VALIDO
		1	26	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	30	7	VALIDO
		1	31	8	VALIDO
		1	28	9	VALIDO
		1	27	10	VALIDO
		1	29	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	26	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	28	15	VALIDO
		1	27	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±1,47</b>		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>
-----------------------------	------------------------------

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 2 - SEGUNDO NIVEL	
Fecha de ensayo	14 de junio del 2024
Equipo	Esclerómetro FORNEY LA-0352
Material	Concreto Armado
Lugar	Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima
Operador	Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez
Área de ensayo	16cm x 16cm
Edad del concreto	24 años
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Lecturas descartadas	0

ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	22	1	VALIDO
		1	22	2	VALIDO
		1	25	3	VALIDO
		1	27	4	VALIDO
		1	29	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	27	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	25	10	VALIDO
		1	26	11	VALIDO
		1	29	12	VALIDO
		1	27	13	VALIDO
		1	29	14	VALIDO
		1	25	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>27±2.37</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>165 kg/cm<sup>2</sup></b>		

*Nota.* Fuente: datos recolectados de los ensayos esclerometría, I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FÁTIMA.

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 5- SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	30	2	VALIDO
		1	31	3	VALIDO
		1	29	4	VALIDO
		1	28	5	VALIDO
		1	28	6	VALIDO
		1	26	7	VALIDO
		1	25	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	27	10	VALIDO
		1	30	11	VALIDO
		1	31	12	VALIDO
		1	32	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	26	15	VALIDO
		1	25	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>28±2.20</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>180 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 7- SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	22	1	VALIDO
		1	23	2	VALIDO
		1	25	3	VALIDO
		1	29	4	VALIDO
		1	27	5	VALIDO
		1	23	6	VALIDO
		1	22	7	VALIDO
		1	25	8	VALIDO
		1	29	9	VALIDO
		1	26	10	VALIDO
		1	25	11	VALIDO
		1	22	12	VALIDO
		1	25	13	VALIDO
		1	27	14	VALIDO
		1	29	15	VALIDO
		1	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>25±2.56</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>140 kg/cm<sup>2</sup></b>		

ESCLEROMETRÍA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – EJE 9 - SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		14 de junio del 2024			
Equipo		Esclerómetro FORNEY LA-0352			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E. N°16450 Nuestra Señora de Fátima			
Operador		Jesús Alberto Jaramillo Flores y Franklin Yosmer Vásquez Vásquez			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		24 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^\circ$	OBSERVACIÓN
COLUMNA	COL - 1	1	27	1	VALIDO
		1	26	2	VALIDO
		1	25	3	VALIDO
		1	24	4	VALIDO
		1	22	5	VALIDO
		1	23	6	VALIDO
		1	24	7	VALIDO
		1	25	8	VALIDO
		1	26	9	VALIDO
		1	27	10	VALIDO
		1	28	11	VALIDO
		1	22	12	VALIDO
		1	23	13	VALIDO
		1	24	14	VALIDO
		1	23	15	VALIDO
		1	23	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			<b>25±1.86</b>		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			<b>140 kg/cm<sup>2</sup></b>		

**Anexo 2: Tabla de comprobaciones en los entrepisos o derivas: Modulo 1-Bloque A**

Situaciones sísmicas										
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y			
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen	
C1	ALIG2	6.20	3.00	0.0106	h / 284	----	0.0101	h / 298	----	
	ALIG1	3.20	1.00	0.0041	h / 244	----	0.0042	h / 239	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0069	h / 290	----	0.0049	h / 409	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0000	----	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total			6.80	0.0209	h / 326	----	0.0193	h / 353	----
C2	ALIG2	6.20	3.00	0.0106	h / 284	----	0.0092	h / 327	----	
	ALIG1	3.20	1.00	0.0030	h / 334	----	0.0025	h / 400	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0074	h / 271	----	0.0051	h / 393	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0002	h / 4000	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total			6.80	0.0209	h / 326	----	0.0170	h / 400	----
C3	ALIG2	6.20	3.00	0.0106	h / 284	----	0.0094	h / 320	----	
	ALIG1	3.20	1.00	0.0027	h / 371	----	0.0037	h / 271	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0077	h / 260	----	0.0035	h / 572	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0000	----	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total			6.80	0.0209	h / 326	----	0.0166	h / 410	----
C4	ALIG2	6.20	3.00	0.0106	h / 284	----	0.0099	h / 304	----	
	ALIG1	3.20	1.00	0.0035	h / 286	----	0.0035	h / 286	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0074	h / 271	----	0.0037	h / 541	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0000	----	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total			6.80	0.0209	h / 326	----	0.0171	h / 398	----
C5	ALIG2	6.40	3.00	0.0098	h / 307	----	0.0101	h / 298	----	
	ALIG1	3.40	1.20	0.0049	h / 245	----	0.0040	h / 300	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0048	h / 417	----	0.0052	h / 385	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0001	h / 8000	----	0.0000	----	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total			7.00	0.0192	h / 365	----	0.0193	h / 363	----
C6	ALIG2	6.40	3.00	0.0098	h / 307	----	0.0094	h / 320	----	
	ALIG1	3.40	1.20	0.0049	h / 245	----	0.0033	h / 364	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0048	h / 417	----	0.0039	h / 513	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0001	h / 8000	----	0.0000	----	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total			7.00	0.0192	h / 365	----	0.0166	h / 422	----
C7	ALIG2	6.50	3.00	0.0514	h / 59	----	0.0101	h / 298	----	
	ALIG1	3.50	1.30	0.0170	h / 77	----	0.0037	h / 352	----	
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0122	h / 164	----	0.0035	h / 572	----	
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0001	h / 8000	----	0.0000	----	----	
	Cimentación	-0.60								
	Total									

Situaciones sísmicas									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	Total		7.10	0.0807	h / 88	----	0.0173	h / 411	----
C8	ALIG2	6.30	3.00	0.0097	h / 310	----	0.0101	h / 298	----
	ALIG1	3.30	1.10	0.0036	h / 306	----	0.0042	h / 262	----
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0057	h / 351	----	0.0050	h / 400	----
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		6.90	0.0187	h / 369	----	0.0193	h / 358	----
C9	ALIG2	6.20	3.00	0.0097	h / 310	----	0.0092	h / 327	----
	ALIG1	3.20	1.00	0.0025	h / 400	----	0.0035	h / 286	----
	N.DES.ES	2.20	2.00	0.0065	h / 308	----	0.0043	h / 466	----
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0002	h / 4000	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		6.80	0.0187	h / 364	----	0.0170	h / 400	----
C10	ALIG2	6.30	3.00	0.0097	h / 310	----	0.0094	h / 320	----
	ALIG1	3.30	1.20	0.0038	h / 316	----	0.0034	h / 353	----
	N.DES.ES	2.10	1.90	0.0052	h / 366	----	0.0038	h / 500	----
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		6.90	0.0187	h / 369	----	0.0166	h / 416	----
C11	ALIG2	6.50	3.00	0.0101	h / 298	----	0.0104	h / 289	----
	ALIG1	3.50	1.40	0.0035	h / 400	----	0.0035	h / 400	----
	N.DES.ES	2.10	1.90	0.0052	h / 366	----	0.0033	h / 576	----
	N.SOBRE	0.20	0.80	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.10	0.0186	h / 382	----	0.0172	h / 413	----

**Anexo 3: Tabla de comprobaciones en los entrepisos o derivas: Modulo 2-Bloque B**

Situaciones sísmicas									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0085	h / 353	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0071	h / 346	----	0.0060	h / 409	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0145	h / 497	----
C2	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0079	h / 380	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0072	h / 341	----	0.0048	h / 511	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0009	h / 1945	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0136	h / 530	----
C3	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0074	h / 406	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0071	h / 346	----	0.0053	h / 463	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0127	h / 567	----
C4	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0068	h / 442	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0072	h / 341	----	0.0041	h / 598	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0008	h / 2188	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0118	h / 611	----
C5	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0074	h / 406	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0071	h / 346	----	0.0052	h / 472	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0001	----	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0127	h / 567	----
C6	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0079	h / 380	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0072	h / 341	----	0.0047	h / 522	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0009	h / 1945	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0136	h / 530	----
C7	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0112	h / 268	----	0.0084	h / 358	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0071	h / 346	----	0.0060	h / 409	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0183	h / 394	----	0.0144	h / 500	----
C8	ALIGERADO 2	5.90	3.00	0.0108	h / 278	----	0.0085	h / 353	----
	ALIGERADO 1	2.90	2.65	0.0067	h / 396	----	0.0061	h / 435	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0003	h / 5834	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.40	0.0178	h / 416	----	0.0145	h / 511	----
C9	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0108	h / 278	----	0.0074	h / 406	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0067	h / 366	----	0.0053	h / 463	----
	SOBRECIMIENTO	0.25	1.75	0.0003	h / 5834	----	0.0000	----	----
	Cimentación	-1.50							
	Total		7.20	0.0178	h / 405	----	0.0127	h / 567	----
C10	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0108	h / 278	----	0.0074	h / 406	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0067	h / 366	----	0.0053	h / 463	----

Situaciones sísmicas									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0003	h / 5834	----	0.0000	----	----
	Total		7.20	0.0178	h / 405	----	0.0127	h / 567	----
C11	ALIGERADO 2	5.90	3.00	0.0108	h / 278	----	0.0084	h / 358	----
	ALIGERADO 1	2.90	2.65	0.0067	h / 396	----	0.0060	h / 442	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0003	h / 5834	----	0.0000	----	----
	Total		7.40	0.0178	h / 416	----	0.0144	h / 514	----
C12	ALIGERADO 2	5.80	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0085	h / 353	----
	ALIGERADO 1	2.80	2.55	0.0068	h / 375	----	0.0060	h / 425	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Total		7.30	0.0176	h / 415	----	0.0145	h / 504	----
C13	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0079	h / 380	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0069	h / 356	----	0.0051	h / 481	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0009	h / 1945	----
	Total		7.20	0.0176	h / 410	----	0.0136	h / 530	----
C14	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0074	h / 406	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0069	h / 356	----	0.0053	h / 463	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0001	----	----
	Total		7.20	0.0176	h / 410	----	0.0127	h / 567	----
C15	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0068	h / 442	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0069	h / 356	----	0.0045	h / 545	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0008	h / 2188	----
	Total		7.20	0.0176	h / 410	----	0.0118	h / 611	----
C16	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0074	h / 406	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0069	h / 356	----	0.0053	h / 463	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0001	----	----
	Total		7.20	0.0176	h / 410	----	0.0127	h / 567	----
C17	ALIGERADO 2	5.70	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0079	h / 380	----
	ALIGERADO 1	2.70	2.45	0.0069	h / 356	----	0.0051	h / 481	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0009	h / 1945	----
	Total		7.20	0.0176	h / 410	----	0.0136	h / 530	----
C18	ALIGERADO 2	5.80	3.00	0.0107	h / 281	----	0.0084	h / 358	----
	ALIGERADO 1	2.80	2.55	0.0068	h / 375	----	0.0060	h / 425	----
	SOBRECIMIENTO Cimentación	0.25 -1.50	1.75	0.0000	----	----	0.0000	----	----
	Total		7.30	0.0176	h / 415	----	0.0144	h / 507	----

**Anexo 4:** *Certificado de calibración del equipo de esclerometría CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Metrología & calibración MC010 - D – 2023*



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:  
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Piere FAU  
20133840533 hard  
Fecha: 11/04/2023 17:25:56-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

## CERTIFICADO N° 00146584

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008785-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 37 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004591-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Servicios de construcción



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:z036ner2zm

Pág. 1 de 1



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:  
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Piere FAU  
20133840533 hard  
Fecha: 11/04/2023 17:25:59-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

## CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 42 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004590-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Estudios de mecánica de suelos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **vi2q0d0p6m**

Pág. 1 de 1



# CERTIFICATE

*This is to certify that the Quality Management System of*

## **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

*has been assessed and found to conform to the requirements of*

## **ISO 9001:2015**

*This Certificate is valid for the following scope*

SOIL MECHANICS, CONCRETE AND ASPHALT AND GEOTECHNICAL EXPLORATION  
LABORATORY SERVICES.

Certificate No.	:AMER11653
Registration Date	:24/06/2023
Issue Date	:28/06/2023
Expiry Date	:23/06/2024
Recertification Date	:23/06/2026



*Director*

**AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD**

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA  
Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057





**CORPORACIÓN  
2M & N S.A.C.**

*Especialistas en Metrología*

*Laboratorio  
de Calibración*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**012-CF-2024**

**Área de Metrología**

Página 1 de 2

**Expediente** : 155D-02-2024

**Solicitante** : **F&M ENGINEERING CONSTRUCTION**

**Dirección** : Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú

**Equipo/ Instrumento** : **MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO (ESCLERÓMETRO)**

**Marca** : **FORNEY**

**Modelo** : **LA-0352**

**Serie** : **217**

**Identificación** : No indica

**Ubicación** : No indica

**Procedencia** : **U.S.A**

**Alcance de indicación** : **10 a 100 Número de Rebote**

**División de escala** : **1 Número de Rebote**

**Tipo de Indicación** : **Analogico**

**Fecha de calibración** : **2024-05-06**

**Lugar** : **Laboratorio 01- CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**  
Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rímac - Lima.

**Método utilizado** : La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete"

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentos vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



2024-05-10

**Fecha de emisión**

**Código de Servicio : 06253**

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.**

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)



**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	25,2	25,2
Humedad Relativa (%hr)	60,3	60,3

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales , que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Yunque de Calibración	LABORATORIO DE MATERIALES PUCP MAT- NOV-1511/2023

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio No. 06253 y la fecha de calibración

**Resultados de medición:**

Número de mediciones	Lectura indicada del instrumento a
1	80,5
2	80,5
3	81,0
4	80,5
5	80,0
6	80,0
7	80,5
8	79,5
9	80,5
10	80,0
<b>PROMEDIO</b>	80,3
<b>Des. Estándar</b>	0,42
<b>Incertidumbre</b>	0,20

**Fin del documento**



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-390

Page / Pág. 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA PARA ENSAYO DE CONCRETO
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	492
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS E.I.R.L.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	CAL. HIPOLITO UNANUE NRO 109 URB SANTA BEATRIZ - JAÉN
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	JAÉN

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.*

**Fecha de Calibración**  
*Date of calibration* 2021 - 03 - 22

**Fecha de Emisión**  
*Date of issue* 2022 - 03 - 24

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 04  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

**Felix Jaramillo Castillo**  
*Responsable Laboratorio de Metrología*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023***Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

<b>1. Expediente</b>	<b>230097</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>F&amp;M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>
<b>Alcance Máximo</b>	De 0 °C a 300 °C
<b>Marca</b>	PALIO
<b>Modelo</b>	PE5043.1
<b>Número de Serie</b>	0422002
<b>Procedencia</b>	PERÚ
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES</b>

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración** 2023-06-22**6. Fecha de Emisión** 2023-06-26**JEFE DE LABORATORIO****Firmado digitalmente**  
por Angel Perez  
Fecha:  
2023.06.26  
10:11:04 -05'00'

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MC032 - T - 2023

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

#### 7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

#### 8. Lugar de calibración

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**  
 Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

#### 9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.  
 El controlador se seteo en 110 °C



#### 10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-249-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0006-TPES-C-2023

#### 11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023***Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	109,3	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,4	0,1
Estabilidad Medida ( ± )	0,3	0,04
Uniformidad Medida	3,5	0,1

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isothermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

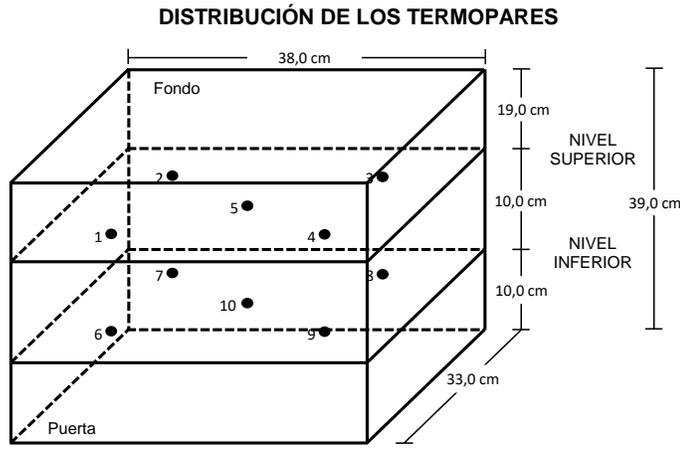
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC032 - T - 2023***Metrología & calibración  
Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 6



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 7 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**Anexo 5:** *Certificado de calidad del equipo de esclerometría CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 012-CF-2024 Área de Metrología*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC010 - D - 2023***Metrología & calibración**Laboratorio de Dureza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>230097</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>F&amp;M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.</b>
<b>3. Dirección</b>	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO</b>
<b>Marca</b>	<b>A&amp;A INSTRUMENTS</b>
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>721</b>
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>10 a 100 Número de Rebote</b>
<b>Div. Escala / Resolución</b>	<b>2 Número de Rebote</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Tipo</b>	<b>ANALÓGICO</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2026-06-24</b>
<b>6. Fecha de Emisión</b>	<b>2023-06-26</b>

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Sello****JEFE DE LABORATORIO**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC010 - D - 2023***Metrología & calibración**Laboratorio de Dureza*

Página 2 de 3

**7. Método de Calibración**

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

**8. Lugar de calibración**

Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. - METCAL  
Av. Palmeras N° 5535, Los Olivos - Lima

**9. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

**10. Patrones de referencia**

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración	LABORATORIO DE MATERIALES PUCP MAT-NOV-1109/2022

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC010 - D - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Dureza*

Página 3 de 3

**12. Resultados de Medición**

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	79,0
2	79,5
3	79,5
4	79,5
5	80,0
6	79,5
7	80,0
8	79,5
9	80,0
10	79,0
<b>PROMEDIO</b>	<b>79,6</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>0,37</b>
<b>Incertidumbre</b>	<b>0,19</b>



**Nota 1.-** Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 4 partes.

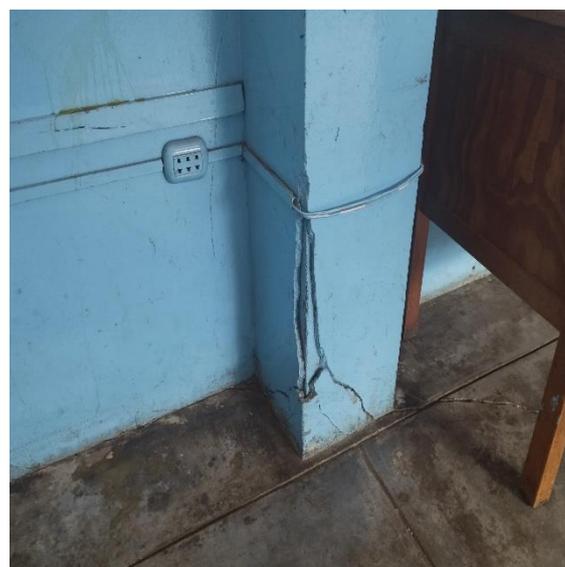
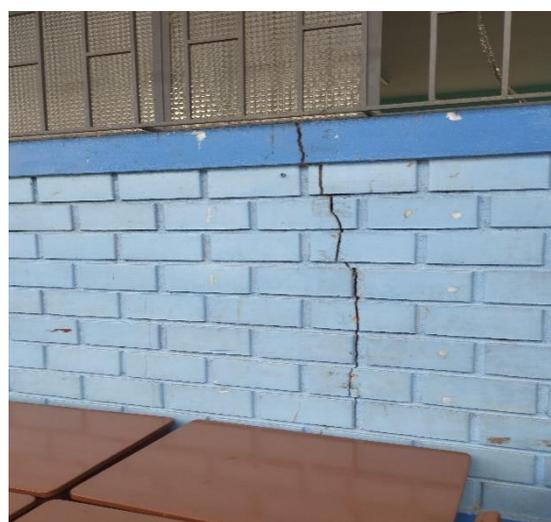
**Nota 2.-** El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

**Anexo 6:** *Panel fotográfico del diagnóstico de la edificación de la I.E N°16450*



*Nota:* fuente. Imágenes tomadas del módulos y bloques de la de la I.E N°16450

**Anexo 7: certificación y/o capacitación del modelador del software utilizado**





**YACHAY WASI, FORMACIÓN PARA INGENIERÍAS**

Otorga el presente:

# CERTIFICADO

A: *Edinson Viamney Llamo Goicochea*

Por haber participado en calidad de asistente y haber aprobado la especialización virtual en vivo:

## ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES CON CYPECAD Y CYPE3D

Desarrollado del 15 de julio al 15 de setiembre del 2023, con una duración de 90 horas académicas.

Jaén, 29 de setiembre del 2023.



*Cecilia Elizabeth Aquino Pasapera*  
Gerente General  
CENTRO DE FORMACIÓN YACHAY WASI



*Marino Quiroz Adriano*  
Gerente General  
EMPRENDE IDEAS PERÚ



*Lenin Enrique Colonia Córdova*  
Presidente  
CÁMARA DE COMERCIO, AGRICULTURA E INDUSTRIAS DE JAÉN



### ESTRUCTURA CURRICULAR:

**MÓDULO 01:**  
BASES E INICIO DE UN PROYECTO DE ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN.

**MÓDULO 02:**  
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS.

**MÓDULO 03:**  
DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMPONENTES DE UN EDIFICIO.

**MÓDULO 04:**  
ELABORACIÓN DEL PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO.



Contáctanos:



wa.link/1xsqts

**Anexo 8: Fichas de observación empleadas durante el trabajo de campo.**

**PROYECTO DE TESIS**

**“VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA”.**

FECHA VISITA 13-07-24 CIUDAD \_\_\_\_\_

**1. IDENTIFICACION DE LA ESTRUCTURA**

NOMBRE	Bloque "B"
DIRECCION	San Ignacio - Cajamarca
COMPONENTE DE LA ESTRUCTURA	Columna esquina

ELEMENTO \_\_\_\_\_

EJES EJE - 40 - Primer nivel

**2. NUMERO DE REBOTE**

	1	2	3	4
A	28	26	30	25
B	30	32	34	27
C	26	28	36	28
D	33	30	32	26

  
**Edinson V. Llamas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N. 33270

1ER PROMEDIO \_\_\_\_\_

2DO PROMEDIO \_\_\_\_\_

**3. TIPO DE MARTILLO Y NUMERO DE SERIE**

	1	2	3	4
A				
B				
C				

**MODULO "B"**

**PROYECTO DE TESIS**

**“VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA”.**

FECHA VISITA 19-07-24 CIUDAD \_\_\_\_\_

**1. IDENTIFICACION DE LA ESTRUCTURA**

NOMBRE	Bloque "B"
DIRECCION	San Ignacio - Cajamarca
COMPONENTE DE LA ESTRUCTURA	Columnas

ELEMENTO \_\_\_\_\_

EJES EJE - 10 - Primer nivel

**2. NUMERO DE REBOTE**

	1	2	3	4
A	28	30	27	30
B	30	26	30	32
C	27	32	29	30
D	25	28	27	26

1ER PROMEDIO \_\_\_\_\_

2DO PROMEDIO \_\_\_\_\_

  
Edinson V. Llamas Goico  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 32797

**3. TIPO DE MARTILLO Y NUMERO DE SERIE**

	1	2	3	4
A				
B				
C				

**MODULO "B"**

**PROYECTO DE TESIS**

**“VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA”.**

FECHA VISITA 13-07-24 CIUDAD \_\_\_\_\_

**1. IDENTIFICACION DE LA ESTRUCTURA**

NOMBRE	Bloque 5A nivel
DIRECCION	San Ignacio - Cajamarca
COMPONENTE DE LA ESTRUCTURA	Viga Peralta

ELEMENTO VIGA PERALTADA

EJES S. NIVEL

**2. NUMERO DE REBOTE**

	1	2	3	4
A	26	25	23	24
B	28	30	31	29
C	25	24	26	27
D	27	26	28	22

  
 Edinson V. Llamo Goicochea  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 332797

1ER PROMEDIO \_\_\_\_\_

2DO PROMEDIO \_\_\_\_\_

**3. TIPO DE MARTILLO Y NUMERO DE SERIE**

	1	2	3	4	5	6	7
A							
B							
C							

**PROYECTO DE TESIS**

**“VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. 16450 NUESTRA SEÑORA DE FATIMA BASADO EN INDICES Y ESCLEROMETRIA, DISTRITO SAN IGNACIO-CAJAMARCA”.**

FECHA VISITA 19-07-24 CIUDAD \_\_\_\_\_

**1. IDENTIFICACION DE LA ESTRUCTURA**

NOMBRE	Bloque 2 A
DIRECCION	San Ignacio - Cajamarca
COMPONENTE DE LA ESTRUCTURA	Viga Peraltada

ELEMENTO VIGA PERALTADA

EJES 2 - Nivel 1

**2. NUMERO DE REBOTE**

  
Edinson V. Llamo Goicochea  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 332797

	1	2	3	4
A	25	24	23	22
B	23	25	25	26
C	26	27	22	28
D	30	29	27	29

1ER PROMEDIO \_\_\_\_\_

2DO PROMEDIO \_\_\_\_\_

**3. TIPO DE MARTILLO Y NUMERO DE SERIE**

	1	2	3	4	5	6	7
A							
B							
C							