

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**RIESGO SÍSMICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y
PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN CAJAMARCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. MARÍA PAULA DE FÁTIMA MARÍN MARÍN

ASESOR:

Dr. Ing. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMIREZ

Cajamarca – Perú

2023

DEDICATORIA

A DIOS

ser divino por haberme regalado la vida
y guiar mis pasos día a día,
agradecerle también por permitirme
ser parte de una familia sólida y unida.

A MIS PADRES

por su apoyo, consejos, comprensión, amor,
ayuda en los momentos difíciles, y por
ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.
Me han dado todo lo que soy como persona,
mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño,
mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A MIS HERMANOS

quienes me motivaron con ahínco
para culminar mi carrera profesional con éxito.

A MIS ABUELITOS

por sus enseñanzas, consejos y por el ímpetu de
seguir luchando en el arduo camino de la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, que me ha dado la capacidad y fuerza para terminar este proyecto, ya que sin Él nada es posible.

A mi asesor Doc. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento en la materia, en la elaboración de la presente tesis de investigación.

Agradecer a la Universidad Nacional de Cajamarca, por haber permitido formarme en ella; así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante.

Quiero agradecer a mi papá Fredy Rolando Marín Villanueva y a mi mamá Gloria Mercedes Marín Saldaña por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años, por ser esa razón y el más grande aliciente para el cumplimiento de mis objetivos, porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme.

Finalmente, también agradecer a mis hermanos Fredy R. Marín Marín y Miguel A. Marín Marín, porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar una de mis metas más anheladas.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA	2
1.3 HIPÓTESIS	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 ALCANCES	3
1.6 OBJETIVOS.....	4
1.6.1 Objetivo General.....	4
1.6.2 Objetivos Específicos	4
1.7 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES TEORICOS DE LA INVESTIGACION.....	5
2.1.1 Internacionales	5
2.1.2 Nacionales	6
2.1.3 Regionales	7
2.2 BASES TEORICAS	7
2.2.1 SISMICIDAD EN PERÚ.....	7
2.2.2 SISMICIDAD EN JAÉN	11
2.2.3 RIESGO SÍSMICO.....	13
A) Tipos de fallas	13
B) Intensidad y Magnitud.....	14
2.2.4 PELIGRO SÍSMICO	16
A) Estimación del peligro sísmico	16

2.2.5 VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	16
A) Métodos para el análisis de la vulnerabilidad	16
2.2.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	18
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 MATERIAL	19
3.1.1 Población y Muestra del Estudio	19
3.1.2 Ubicación Geográfica	19
3.1.3 Época de la Investigación	20
3.2 MÉTODO.....	20
3.2.1 Tipo de Investigación.....	20
3.2.2 Tipo de Análisis	20
3.2.3 Diseño de la Investigación.....	21
3.2.3.1 Evaluación de la vulnerabilidad sísmica	21
3.2.3.2 Evaluación del peligro sísmico	35
3.2.3.3 Determinación del riesgo sísmico	36
3.2.4 Recolección de Datos.....	37
3.2.5 Procesamiento de Datos.....	38
3.2.6 Análisis de Datos y Presentación de los Resultados.....	38
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1 Comportamiento sísmico de las edificaciones	39
4.1.1 Evaluación de los desplazamientos relativos de entrepiso	39
4.1.2 Evaluación del comportamiento de las columnas.....	44
4.1.3 Evaluación de la falla de columna corta	45
4.1.4 Determinación del esfuerzo admisible a compresión en columnas	46
4.2 Evaluación del estado actual de los elementos estructurales.....	51
4.3 Evaluación de elementos no estructurales.....	52

4.3.1 Estabilidad de tabiques	52
4.4 Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.....	53
4.5 Peligro sísmico de las edificaciones	53
4.6 Riesgo sísmico de las edificaciones	54
4.7 Discusión de resultados	55
4.7.1 Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	55
a) Comportamiento sísmico	55
b) Evaluación del estado actual de los elementos estructurales	56
c) Evaluación de elementos no estructurales.....	56
4.7.2 Peligro sísmico de las edificaciones	57
4.7.3 Riesgo sísmico de las edificaciones.....	57
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1 CONCLUSIONES	58
5.2 RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Escala de intensidad de Meralli (MM).....	15
Tabla N°2. Ubicación Geográfica	19
Tabla N°3. Factores de zona (z)	22
Tabla N°4. Categoría de las edificaciones y factor (u).....	23
Tabla N°5. Clasificación de los perfiles de suelo.....	24
Tabla N°6. Factor de suelo “s”	24
Tabla N°7. Periodos “ t_p ” y “ t_l ”	25
Tabla N°8. Sistemas estructurales	26
Tabla N°9. Límites para la distorsión de entrepiso	27
Tabla N°10. Coeficiente sísmico C_1	32
Tabla N°11. Valores del coeficiente de momento “m” y dimensión crítica “a”	33
Tabla N°12. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.....	34
Tabla N°13. Rango numérico para evaluación de la vulnerabilidad sísmica	35
Tabla N°14. Valores de los parámetros de peligro sísmico	35
Tabla N°15. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico.....	36
Tabla N°16. Calificación del riesgo sísmico	37
Tabla N°17. Distorsión dirección x en cada nudo del edificio N°1 módulo N°1.....	40
Tabla N°18. Distorsión promedio dirección x del edificio N°1 módulo N°1	40
Tabla N°19. Distorsión dirección y en cada nudo del edificio N°1 módulo N°1.....	40
Tabla N°20. Distorsión promedio dirección y del edificio N°1 módulo N°1	40
Tabla N°21. Distorsión dirección x en cada nudo del edificio N°2 módulo N°1.....	41
Tabla N°22. Distorsión promedio dirección x del edificio N°2 módulo N°1	41
Tabla N°23. Distorsión dirección y en cada nudo del edificio N°2 módulo N°1.....	41
Tabla N°24. Distorsión promedio dirección y del edificio N°2 módulo N°1	41
Tabla N°25. Distorsión dirección x en cada nudo del módulo N°2	42
Tabla N°26. Distorsión promedio dirección x del módulo N°2	42
Tabla N°27. Distorsión dirección y en cada nudo del módulo N°2	42
Tabla N°28. Distorsión promedio en la dirección y del módulo N°2	42
Tabla N°29. Distorsión dirección x en cada nudo del módulo N°3	43
Tabla N°30. Distorsión promedio en la dirección x del módulo N°3	43
Tabla N°31. Distorsión dirección y en cada nudo del módulo N°3	43

Tabla N°32. Distorsión promedio dirección y del módulo N°3	43
Tabla N°33. Acero existente y acero necesario columnas del módulo N°1	44
Tabla N°34. Acero existente y acero necesario columnas del módulo N°1	44
Tabla N°35. Acero existente y acero necesario columnas del módulo N°2.....	44
Tabla N°36. Acero existente y acero necesario columnas del módulo N°3.....	45
Tabla N°37. Inercia en ambas direcciones para columna típica de 30x40.....	46
Tabla N°38. Rigidez de la columna total y la columna corta.....	46
Tabla N°39. Estabilidad de tabiques	52
Tabla N°40. Vulnerabilidad de la estructura módulos N°1, N°2 y N°3.....	53
Tabla N°41. Vulnerabilidad de la estructura módulo N°4	53
Tabla N°42. Peligro de la estructura.....	54
Tabla N°43. Riesgo sísmico módulos N°1, N°2, N°3 y N°4	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Subducción de la placa de nazca en la placa sudamericana	8
Figura N°2. Mapa sísmico del Perú.....	9
Figura N°3. Mapa de sismicidad de Jaén.....	12
Figura N°4. Tipos de falla según su movimiento relativo.....	13
Figura N°5. Mapa de ubicación de la zona de estudio	20
Figura N°6. Zonas sísmicas del Perú.....	22
Figura N°7. Espectro de sismo de diseño sa/g	27
Figura N°8. Esquema de alturas de columna total y columna corta.....	29
Figura N°9. Carga axial en columna	30
Figura N°10. Fotografía de rigidez de columna corta	45
Figura N°11. Sección típica de columnas de los módulos N°1, N°2 y N°3.....	46
Figura N°12. Carga axial máxima columnas primer nivel edificio N°1 módulo N°1.....	47
Figura N°13. Carga axial máxima columnas primer nivel edificio N°2 módulo N°1.....	48
Figura N°14. Carga axial máxima columnas primer nivel del módulo N°2	49
Figura N°15. Carga axial máxima columnas primer nivel del módulo N°3	50
Figura N°16. Elementos estructurales de los módulos N°1, N°2 y N°3	51
Figura N°17. Evaluación del estado actual del módulo N°4.....	51

RESUMEN

La institución educativa primaria de menores N°16002, según el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E-030 Diseño Sismorresistente se ubica en la zona sísmica N°2, y sobre un suelo conformado por arcilla inorgánicas de color beige oscuro de consistencia semi dura de mediana a elevada plasticidad teniendo un perfil de suelo S3. Sus edificaciones fueron construidas hace más de 15 años, en este contexto se determinó el riesgo sísmico de la institución educativa primaria de menores N°16002, para lo cual se realizó un levantamiento arquitectónico de todos los edificios de la institución educativa, así como ensayos no destructivos en vigas y columnas, determinando la resistencia de los principales elementos estructurales, también se realizaron estudios de mecánica de suelos los cuales nos permitieron conocer sobre qué tipo de suelo se encuentran las edificaciones. Toda esta información recogida se utilizó en la evaluación del comportamiento sísmico de los edificios, procesando los resultados en hojas de cálculo, así como en el software SAP 2000. Versión 24.0.0, obteniendo de manera cuantitativa el riesgo, peligro y vulnerabilidad sísmica de cada edificio. Llegando a la conclusión de que los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa presentan riesgo sísmico medio, mientras que el módulo N°4 presenta riesgo sísmico alto. Se recomienda considerar un estudio posible de reforzamiento en las estructuras de la institución educativa primaria de menores N°16002 para disminuir las pérdidas económicas y sobre todo de vidas humanas ya que el estudio de los efectos sísmicos sobre las estructuras, siempre serán materia de estudio en el ámbito de la investigación.

Palabras clave: Riesgo sísmico, peligro sísmico, vulnerabilidad sísmica.

ABSTRACT

The primary educational institution for minors No. 16002, according to the National Building Regulations - Standard E-030 Seismic Resistant Design, is located in seismic zone No. 2, and on a soil made up of inorganic clay of a dark beige color with a semi-hard consistency of medium to high plasticity having a soil profile S3. Its buildings were built more than 15 years ago, in this context the seismic risk of the primary educational institution for minors No. 16002 was determined, for which an architectural survey of all the buildings of the educational institution was carried out, as well as non-technical tests. destructive in beams and columns, determining the resistance of the main structural elements, soil mechanics studies were also carried out, which allowed us to know what type of soil the buildings are on. All this collected information was used in the evaluation of the seismic behavior of the buildings, processing the results in spreadsheets, as well as in the SAP 2000 software. Version 24.0.0, obtaining quantitatively the risk, danger and seismic vulnerability of each building. Coming to the conclusion that modules No. 1, No. 2 and No. 3 of the educational institution present medium seismic risk, while module No. 4 presents high seismic risk. It is recommended to consider a possible study of reinforcement in the structures of the primary educational institution for minors No. 16002 to reduce economic losses and especially human lives since the study of seismic effects on structures will always be a matter of study in the field of research.

Key words: Seismic risk, Seismic hazard, Seismic vulnerability.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La infraestructura escolar debe tomar en cuenta como requisito indispensable la seguridad de los alumnos, actualmente en el país la tercera parte de las edificaciones escolares fueron construidas antes de que existiesen normas sismorresistentes, y aproximadamente el 40% de las edificaciones han sido construidas por las Asociaciones de Padres de Familia (APAFA), sin seguir los criterios de seguridad estipulados en la norma, sumado a ello consideramos que las estructuras son extremadamente vulnerables, se tiene que más de la mitad de las edificaciones escolares presentan un alto riesgo de colapso frente a amenazas sísmicas, lo cual significaría un grave problema para la seguridad de los escolares. En este sentido aproximadamente el 48% de las edificaciones escolares existentes requieren ser sustituidas por problemas estructurales. (MINEDU, 2017)

Alarcón Bernal & Malqui Mego, en su investigación Vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de San José-Lambayeque, 2018 nos indica: Que debido a las pérdidas económicas y sobre todo de vidas humanas el estudio de los efectos sísmicos sobre las estructuras, siempre serán materia de estudio en el ámbito de la investigación. El punto de partida es determinar las zonas de mayor ocurrencia sísmica, así como los daños que podría causar a la población.

En la presente tesis se aplicó la metodología propuesta por el Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su Tesis Doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería–Universidad Nacional de Cajamarca”, basada en la ecuación propuesta por Kuroiwa J. (2002), dicha ecuación fue fundamentada y aplicada para edificaciones de albañilería confinada por Tarque, N. et al (2005) y permite calcular de manera numérica la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, para luego asignarle una calificación al comportamiento de la edificación. En esta investigación se adoptó dicha metodología a edificaciones aporticadas. (Mosqueira, 2012)

Los eventos sísmicos son fuerzas originadas por la liberación de energía, esto debido a que nuestro planeta se encuentra en constantes cambios, hoy en día los avances en cuanto a sismicidad han avanzado notablemente, pudiéndose detectar donde se originan los sismos, su profundidad, intensidad y magnitud, lo cual permite crear mapas de sismicidad.

Debemos tener en cuenta que gran cantidad de edificaciones educativas fueron construidas sin una supervisión adecuada, por ende, presentan fallas constructivas y estructurales ante la presencia de un evento sísmico, algunas edificaciones pueden ser reparadas, lo cual no soluciona el problema de fondo, entonces ante la presencia de un nuevo evento sísmico estas edificaciones colapsan generando pérdidas de vidas humanas, así como cuantiosas pérdidas económicas. Por este motivo resulta necesario e indispensable evaluar las características estructurales, no estructurales y constructivas de las edificaciones educativas, con la finalidad de determinar el riesgo sísmico ante un eventual sismo (Seiner, 2017).

Para nuestro caso la infraestructura educativa cuenta con más de 15 años de antigüedad, y los ambientes actualmente son utilizados para impartir clases a los estudiantes del primer al sexto grado de educación primaria, por lo que nuestra investigación es importante y esta radica en determinar el riesgo sísmico de la institución educativa primaria de menores N°16002 ubicada en el Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca. Siendo necesario conocer el comportamiento estructural, no estructural, así como las características constructivas de las edificaciones que conforman la institución educativa.

1.2 PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico de la institución educativa primaria de menores N°16002, del Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca?

1.3 HIPÓTESIS

El nivel de riesgo sísmico de los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002, del Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca, es medio, debido a la vulnerabilidad baja y peligro medio. Mientras que el módulo N°4 es de nivel de riesgo sísmico alto, debido a la vulnerabilidad alta y peligro medio.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Es importante realizar esta investigación; pues nos conlleva a conocer la situación de las edificaciones de la institución educativa primaria de menores N°16002. La institución educativa está ubicada en la zona sísmica N°2, sus edificaciones tienen una antigüedad de más de 15 años y se encuentran deterioradas. Esta investigación contiene el análisis para determinar el nivel de riesgo sísmico de las edificaciones de la institución educativa en función al grado de vulnerabilidad y peligro sísmico al que están expuestos.

Debido a que no se ha realizado un estudio de riesgo sísmico en la institución educativa primaria de menores N°16002, del Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca, esta investigación llena un vacío de conocimiento y representa un aporte para las autoridades y alumnos para mejorar sus planes de mitigación y respuesta frente a desastres.

En lo personal, el tema propuesto permite desarrollar habilidades aplicando los conocimientos aprendidos en el transcurso de la carrera profesional; y a la vez, profundizar dichos conocimientos; que servirá como línea base a la realización de proyectos futuros.

1.5 ALCANCES

En la presente investigación se aplicó la metodología propuesta por el Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral, basada en la ecuación propuesta por Kuroiwa J. (2002), dicha ecuación fue fundamentada y aplicada para edificaciones de albañilería confinada por Tarque, N. et al (2005) y permite calcular de manera numérica la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, para luego asignarle una calificación al comportamiento de la edificación; donde indica que el grado puede ser alto, medio o bajo y depende del análisis de la vulnerabilidad estructural y no estructural. En esta investigación se adoptó dicha metodología a edificaciones aporricadas.

La vulnerabilidad estructural depende de parámetros como son el comportamiento sísmico y el estado actual de la edificación en tanto que la vulnerabilidad no estructural depende de la estabilidad de los tabiques.

El análisis del comportamiento sísmico y estabilidad de los tabiques se realizaron de acuerdo a los parámetros que se establecen en las normas vigentes en Perú.

Los ensayos en la investigación comprenden determinar la resistencia de elementos portantes usando esclerómetro; para poder realizar el análisis de los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa, en función de la vulnerabilidad y el peligro.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Determinar el nivel de riesgo sísmico de la institución educativa primaria de menores N°16002, del Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.

1.6.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa primaria de menores N°16002, del Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.
- b. Determinar el nivel de peligro sísmico de la institución educativa primaria de menores N°16002, del Distrito y Provincia de Jaén, Región Cajamarca.

1.7 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

- CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN. Contiene el contexto y el problema (pregunta principal e hipótesis), la justificación, los alcances y sus objetivos.
- CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. Contiene antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos.
- CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS. Describe el procedimiento, el tratamiento y análisis de datos y la presentación de los resultados.
- CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. Describe, explica y discute los resultados de la investigación.
- CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.
- ANEXOS.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Internacionales

Morocho Orellana, Inca Balseca, Cornejo Reyes, & Mena Reinoso (2022) en su artículo: “Vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas ecuatorianas evaluadas mediante modelos matemáticos de análisis dinámicos” se planteo como problema el estudio de la vulnerabilidad sísmica de un bloque de aulas de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Tecnica de Machala, aplicando un análisis dinámico lineal dentro del rango elástico con ayuda del método tiempo historia; obteniendo como resultado que los desplazamientos de las estructuras dependerán tanto de la magnitud del sismo como de las condiciones del suelo. (pp.2073-2092).

Acuña Cabezas (2016) en su tesis: “Evaluación de la peligrosidad sísmica del centro sur de Chile a partir de la simulación de un terremoto probable mediante un SIG” en esta investigación se abordó el problema de la peligrosidad sísmica en el centro sur de Chile, atendiendo a los datos sismológicos los cuales indican que aproximadamente cada 10 años se registra un megaterremoto que azota a alguna zona del país, siendo Chile uno de los paises mas sísmicos del mundo. Obteniendo como resultado que la alta velocidad de subducción de la placa de Nazca con respecto a la placa Sudamericana (66 mm/año) y la amplia zona de acumulación de esfuerzos, reflejan que puede haberse acumulado suficiente energía en la zona como para generar un terremoto de magnitud 8.7 en el año de presentación de la tesis (pp.1-94).

Arteaga Mora (2016) en su tesis: “Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca - Ecuador” se planteó como objetivo mitigar el peligro sísmico en una zona con alta sísmicidad. Obteniendo como resultado que el patrimonio arquitectonico tiene que ser concebido al detalle y debe realizarse para cada edificación, debido a la caracterización propia de los materiales para cada edificación (pp.1-83).

2.1.2 Nacionales

Mamani Padilla & Fhilco Arce (2021) en su tesis: “Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares públicas del Distrito de ciudad nueva, Tacna 2021” se tomó como problema central de la investigación la presencia de sismos de gran magnitud, debido al desplazamiento de las placas, teniendo el país un silencio sísmico desde el año 2001. Obteniendo como resultado de su estudio que el 66.67% de las instituciones educativas presentan un buen desempeño sísmico, mientras que el 33.33% tienen un alto potencial de daño, también se concluyó que la amenaza sísmica en la zona de estudio es alta (pp.1-89).

Álvarez Sánchez & Pulgar Santacruz (2019) en su tesis: “Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el Distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales” el tesista realiza un análisis de la vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el Distrito de Villa María del Triunfo, obteniendo como resultados que los sistemas estructurales W1, MH y C1 no son vulnerables ya que obtuvieron puntajes mayores a 2 en el primer nivel de evaluación de la metodología cualitativa. También se concluyó que el sistema C3 es mayormente vulnerable, ya que posee columnas delgadas además de diversas irregularidades (pp.1-172).

Alarcón Bernal & Malqui Mego (2018) en su tesis: “Vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas públicas del Distrito de San José – Lambayeque, 2018” se aborda como problema de investigación el deterioro e irregularidades estructurales en las instituciones educativas públicas del Distrito de San José, obteniendo como resultado que el 57% de las edificaciones se encuentran en buen estado, 24% en un estado regular y 13% en un estado deteriorado y un 6% en un estado muy deteriorado; además, el 42% de los bloques presentan vulnerabilidad baja, el 36% una vulnerabilidad media a baja, el 20% una vulnerabilidad media a alta, y un 2% una vulnerabilidad alta (pp.1-158).

2.1.3 Regionales

Gonzáles Olórtegui (2018) en su tesis: “Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las instituciones educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del Distrito de Gregorio Pita – Provincia de San Marcos 2017” se evaluaron los efectos sísmicos sobre infraestructuras educativas. Obteniendo como resultado que los pabellones de la institución educativa tienen un nivel de riesgo sísmico alto, teniendo una vulnerabilidad sísmica alta y un peligro sísmico medio (pp.1-163).

Orrillo Rojas (2017) en su tesis: “Riesgo sísmico del edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca” el problema de investigación se centra en encontrar el riesgo sísmico del edificio 2J de la Universidad Nacional de Cajamarca. Obteniendo como resultado que el edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca tiene Nivel de Riesgo Sísmico alto, debido a su nivel de vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico altos (pp.1-160).

Gonzáles Vásquez (2017) en su tesis: “Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca” se observó que la Universidad Nacional de Cajamarca se encuentra situada en una zona de peligro sísmico calificada como muy severo de acuerdo al estudio realizado por INDECI. Obteniendo como resultado que el edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca tiene vulnerabilidad sísmica alta, debido a su comportamiento sísmico inadecuado, además ante la acción de cargas sísmicas se producirán derivas de entrepiso muy superiores al límite establecido por la norma de diseño sismorresistente E.030 (pp.1-101).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 SISMICIDAD EN PERÚ

La sismicidad en el Perú es consecuencia de la interacción de las placas Nazca y Sudamérica (Figura N°1), donde la placa de Nazca subduce por debajo de la Sudamérica creando un ambiente de esfuerzos constantes a lo largo de toda la superficie de contacto entre estas dos placas hasta una profundidad aproximada de 60 Km. (Guardia y Tavera, 2010)

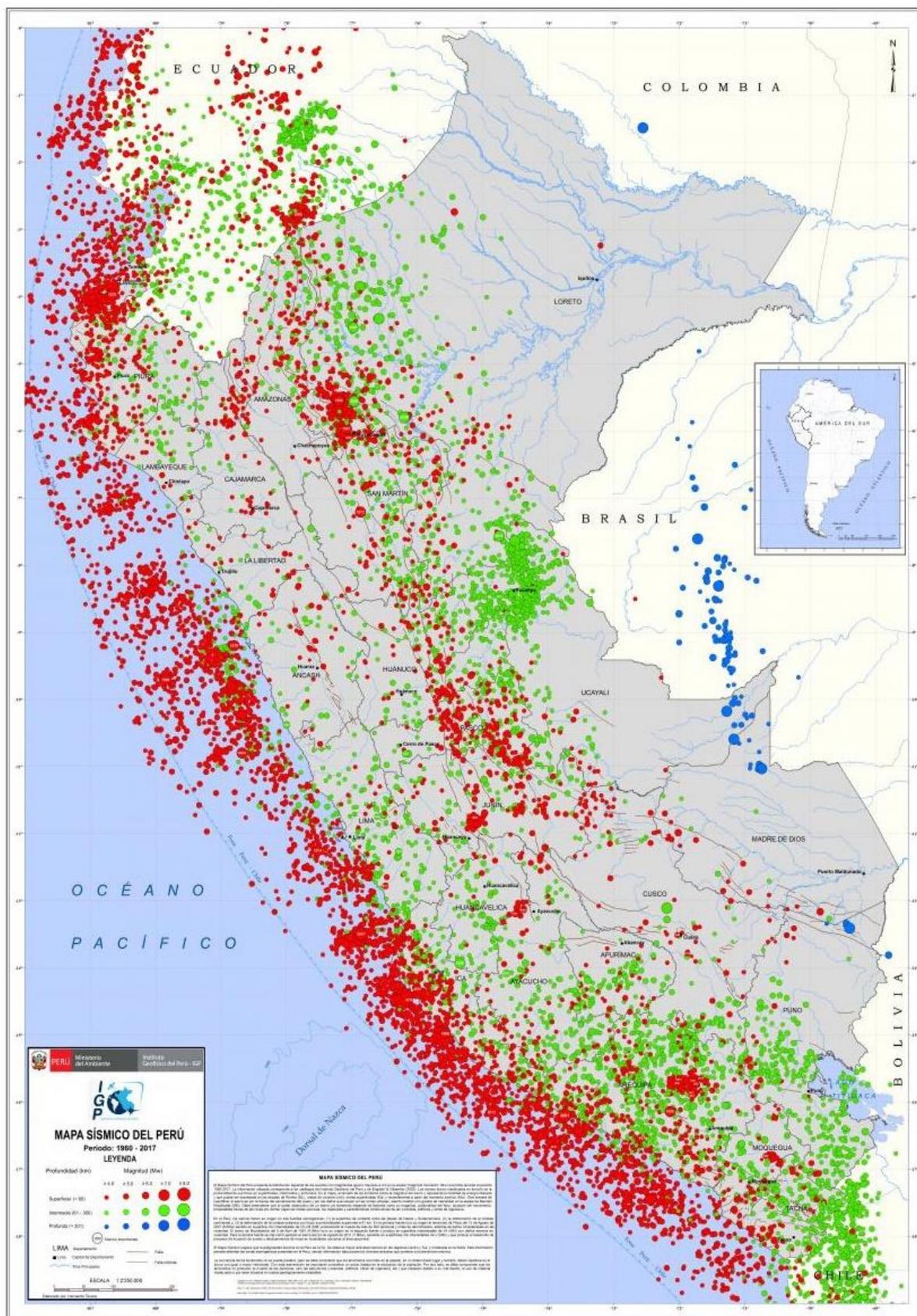
Figura N°1. Subducción de la placa de nazca en la placa sudamericana



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2020

De acuerdo a la historia sísmica del Perú, se puede afirmar que toda la población ha sido testigo, en el tiempo, de la ocurrencia continua de sismos de gran magnitud y, por lo tanto, afectados en diferente grado. En la Figura N°2 se muestra el mapa de sismicidad para el Perú, período 1960 a 2017. En este mapa se ha representado con círculos rojos los sismos de foco superficial (profundidades menores a 60 km), con círculos verdes a los de foco intermedio (profundidades entre 61 y 300 km) y con círculos azules los sismos de foco profundo (profundidades mayores a 301 km).

Figura N°2. Mapa sísmico del Perú



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2017

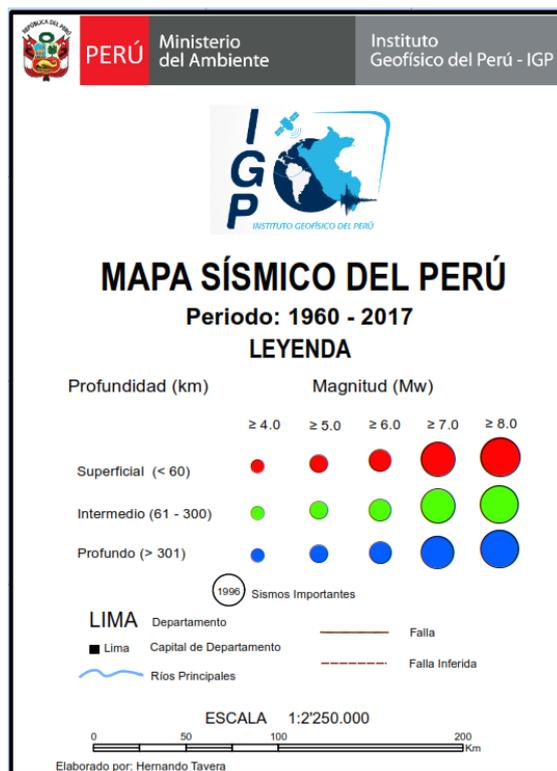
MAPA SÍSMICO DEL PERÚ

El Mapa Sísmico del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a 4.0 en la escala “magnitud momento”(Mw) ocurridos durante el período 1960-2017. La información utilizada corresponde a los catálogos del Instituto Geofísico del Perú y de Engdahl & Villaseñor (2002). Los sismos fueron clasificados en función de la profundidad de sus focos en superficiales, intermedios y profundos. En el mapa, el tamaño de los símbolos indica la magnitud del sismo y representa la cantidad de energía liberada y que puede ser expresada en las escalas de Richter(ML), ondas de volumen (mb), ondas superficiales(Ms) y recientemente a partir del momento sísmico (Mw). Otra manera de cuantificar al sismo es por la fuerza del sacudimiento del suelo y por los daños que causan en las zonas urbanas, siendo medido con grados de intensidad en la escala de Mercalli Modificada(MM). Debe entenderse que el poder destructivo de un sismo y/o terremoto depende de factores como su magnitud, profundidad del foco, duración del movimiento, propiedades físicas de las rocas por donde viajan las ondas sísmicas, los materiales y características constructivas de las viviendas, edificios y obras de ingeniería.

En el Perú, los sismos tienen su origen en tres fuentes sismogénicas: (1) la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana, (2) la deformación de la corteza continental y, (3) la deformación de la corteza oceánica con focos a profundidades superiores a 61 km. En la primera fuente tuvo su origen el terremoto de Pisco del 15 de Agosto de 2007(8.0Mw) sentido en superficie con intensidades de VII-VIII(MM) produciendo la muerte de más de 500 personas y miles de damnificados; además de daños considerables en las viviendas. El sismo de Moyobamba del 5 de Abril de 1991(6.0Mw) tuvo su origen en la segunda fuente y produjo en superficie intensidades de VII(MM) con daños severos en viviendas. Para la tercera fuente se cita como ejemplo el sismo del 24 de Agosto de 2011(7.0Mw), sensible en superficies con intensidades de V(MM) y que produjo el desarrollo de procesos de licuación de suelos y deslizamientos de rocas en localidades cercanas al área epicentral.

El Mapa Sísmico sugiere que la peligrosidad sísmica en el Perú es ALTA. Se observa mayor actividad sísmica en las regiones Centro y Sur, y moderada en la Norte. Esta información permite delimitar las zonas sismogénicas presentes en el Perú, siendo información básica para los diversos estudios que conlleve a la prevención sísmica.

La ocurrencia de los terremotos no se puede predecir, pero se debe considerar que los terremotos ocurridos en el pasado, en un determinado lugar y tamaño, deben repetirse en el futuro con igual o mayor intensidad. Con esta aseveración es importante considerar un arduo trabajo en la educación de la población. Por otro lado, se deben comprender que los terremotos no producen la muerte de las personas, sino las estructuras(viviendas, edificios, obras de ingeniería, etc.) que colapsan debido a su mal diseño, al uso de material inadecuado o por estar situados en suelos geológicamente inestables.



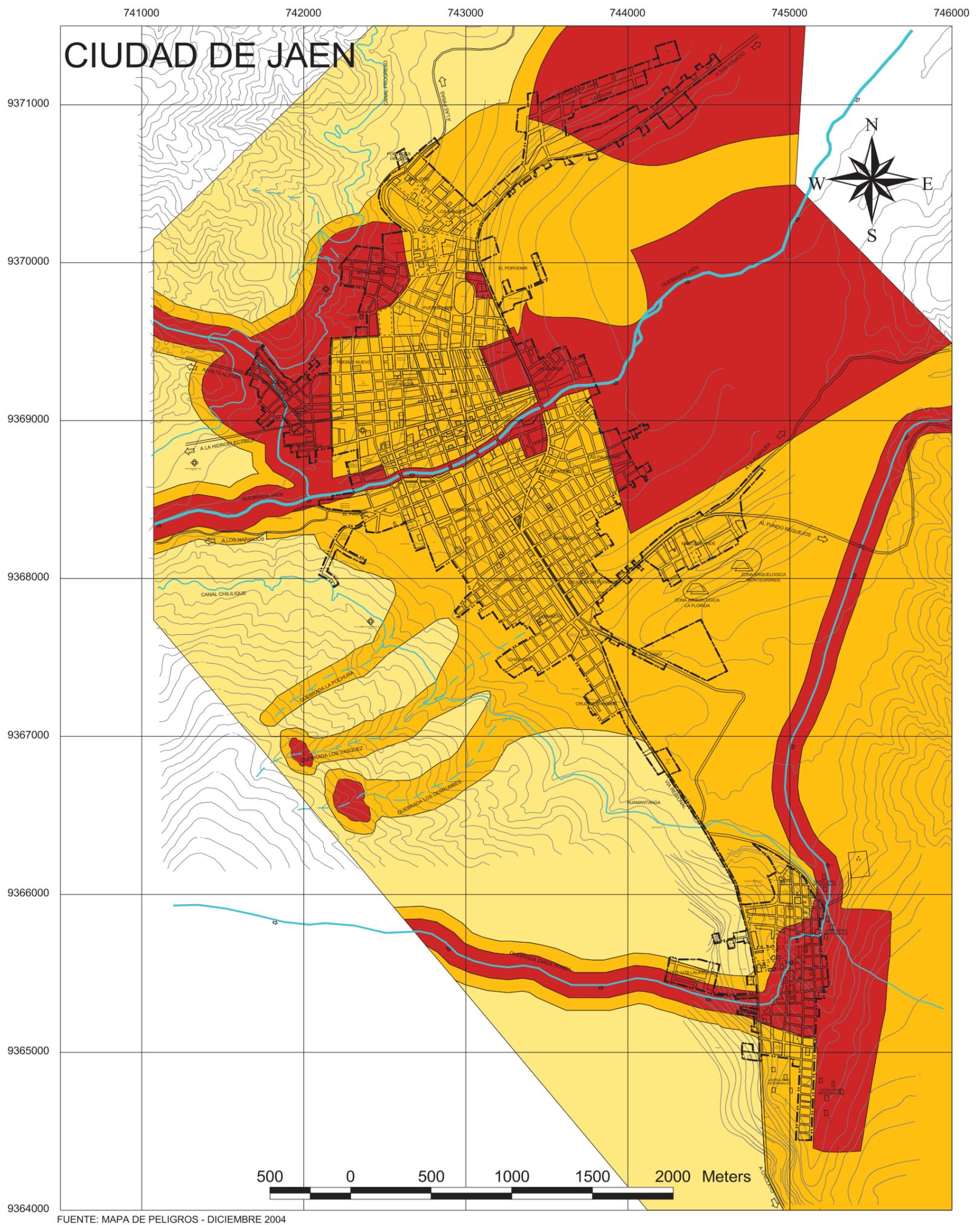
2.2.2 SISMICIDAD EN JAÉN

De acuerdo al mapa de sismicidad para la ciudad de Jaén, resulta de superponer los peligros de origen geológicos, geológicos-climáticos y climático, asignándole mayor peso a los fenómenos climáticos, debido a que son más recurrentes en el tiempo identificando tres niveles de peligro apreciándose en la Figura N°3. (INDECI, 2017)

Jaén se encuentra en la zona sísmica N°2, siendo el ámbito geográfico de Jaén, Bagua y Chachapoyas una zona amenazada por dos sistemas sismo tectónicos incluyendo la franja de la cordillera del cóndor hasta Jaén. En los últimos 35 años en esta zona se han registrado 6 sismos con focos menores a los 35 km de profundidad, siendo todos los sismos en la Región Amazonas, próximos al sector Magdalena. (INDECI, 2017)

Uno de los sismos más recordados debido a su nivel de destrucción en Jaén fue el registrado el 14 de mayo de 1928, originando se desvíe el curso de las aguas del río Amojú y la destrucción del templo, casa municipal, y viviendas de adobe. La ciudad de Jaén y su entorno inmediato se ubican dentro de la fase de deformación Mezoterciaria, como última fase de deformación andina y dentro de esta unidad de deformación, la actividad sísmica es de carácter intermedio a alto. (INDECI, 2017)

Figura N°3. Mapa de Sismicidad de Jaén



NIVEL DE PELIGRO	SISMOLOGIA	SUPERFICIE		POBLACION	
		Has	%	Hab	%
MUY ALTO		128.81	24.90	12869.00	19.90
ALTO		382.01	73.90	51559.00	79.70
MEDIO		5.83	1.10	297.00	0.50
TOTAL CIUDAD		516.65	100.00	64725.00	100.00

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil, 2017

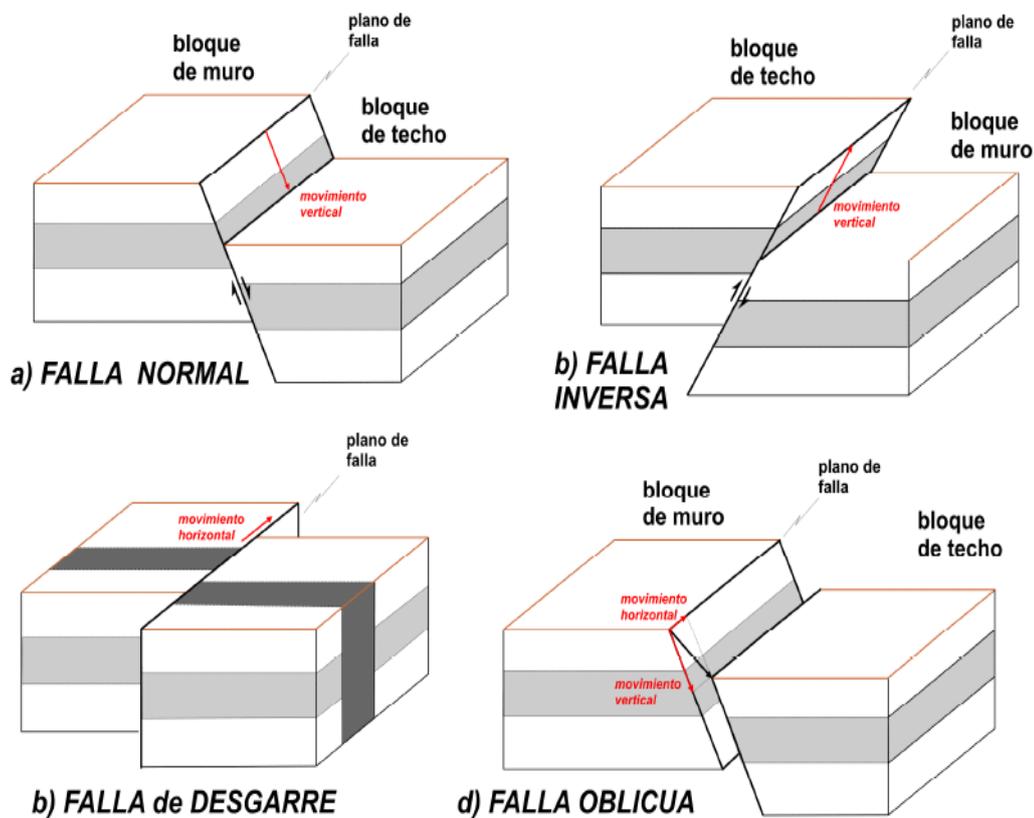
2.2.3 RIESGO SÍSMICO

De acuerdo a la Real Academia Española el Riesgo significa: contingencia o proximidad de algún daño, mientras que en términos técnicos significa la posibilidad de pérdida o daño al cambio; el riesgo sísmico evalúa y cuantifica las consecuencias sociales y económicas causadas por la liberación de energía acumulada en la litosfera, existiendo una relación directa con la vulnerabilidad y peligro sísmico, es decir, para que en realidad exista riesgo sísmico es necesario que se produzcan y existan la vulnerabilidad y el peligro sísmico respectivamente (González Olórtegui, 2018).

A) Tipos de fallas

El movimiento súbito a lo largo de los planos de las fallas origina los terremotos, clasificándose las fallas en función de su movimiento relativo (Figura N°4), pudiendo ser los movimientos, oblicuos, horizontales o verticales (UNAM, 2011).

Figura N°4. Tipos de falla según su movimiento relativo



Fuente: Universidad Autónoma de México, 2011

B) Intensidad y Magnitud

Magnitud

La magnitud es una medida cuantitativa de la cantidad de energía liberada por el sismo y sin importar en qué ciudad, país o continente sea registrado por los sensores sísmicos, le corresponde un valor único. La primera escala de magnitud fue definida por Richter (1935) como magnitud local (ML), aunque era conocida como “escala de Richter”. Esta escala fue válida para sismos ocurridos a distancias cortas y con registros conteniendo señales de altas frecuencias. (IGP, 2020).

Siendo la escala de Richter propuesta para sismos ocurridos a distancias cortas (500 km), era necesario disponer de otras escalas que permitieran calcular la magnitud para sismos muy grandes haciendo uso de registros obtenidos a mayores distancias. Para este objetivo, se procedió a hacer uso de los diferentes trenes de ondas que caracterizaban a un sismo. Por ejemplo, haciendo uso del tren de ondas P y S se definió la escala de magnitud de ondas de volumen más conocida como “mb” y haciendo uso del tren de ondas Rayleigh u ondas superficiales, la escala “Ms”. Considerando que esta última presenta períodos muy largos, era usada para estimar la magnitud de los sismos de mayor magnitud ocurridos en el mundo. (IGP, 2020).

A finales de la década de los años 70, Hanks y Kanamori (1979) propusieron la escala de magnitud momento (M_w) y desde entonces, su uso se ha implementado de manera internacional para describir el tamaño de los sismos. La magnitud momento (M_w) mide el tamaño de los sismos en términos de la cantidad de energía liberada y es válido para sismos de cualquier tamaño. (IGP, 2020).

Intensidad

La primera escala de intensidad fue propuesta por Schiantarelli en Italia en 1783, tras evaluar los daños causados por un sismo de gran magnitud ocurrido en Calabria y la escala de intensidad, tal como se le conoce ahora, fue elaborada por P. Egen en 1828, después de estudiar un sismo de gran magnitud ocurrido en Bélgica. Luego se propusieron diversas escalas hasta llegar a la Escala de Mercalli Modificada (Wood y Newman, 1931), más conocida como escala “MM”. La escala de intensidad es subjetiva porque depende del daño que producen los sismos en superficie, de la percepción de las

personas y de la experiencia del evaluador. A diferencia de la escala de magnitud, la de intensidad puede tomar varios valores, siendo los más elevados para caracterizar áreas de daños severos y los menores para áreas en donde el sismo es casi desapercibido. (IGP, 2020).

Tabla N°1. Descripción resumida de la escala de intensidad de Mercalli Modificada (MM)

Escala de Mercalli Modificada (MM)	
I	Casi nadie lo ha sentido.
II	Muy pocas personas lo han sentido.
III	Tembolor notado por mucha gente, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.
IV	Se ha notado en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.
V	Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.
VI	Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Pueden producirse pequeños daños.
VII	Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.
VIII	Las construcciones especialmente diseñadas, son dañadas ligeramente, las otras se derrumban.
IX	Todos los edificios muy dañados, desplazamiento de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.
X	Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.
XI	Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.
XII	Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo, los objetos se mueven y voltean.

Fuente: (Instituto Geofísico del Perú, 2020)

2.2.4 PELIGRO SÍSMICO

“Es la probabilidad de ocurrencia de un sismo, dentro de un periodo específico, en una determinada localidad o zona” (Kuroiwa J. et al, 2010)

El peligro sísmico se define como la probabilidad de que en un determinado lugar se produzca un movimiento sísmico de una intensidad mayor a la esperada. En otras palabras, el peligro sísmico está relacionado con la geología y la tectónica requiriéndose básicamente información del área de influencia. (Castillo Aedo & Alva Hurtado, 2019)

El peligro sísmico también se define como la probabilidad de que el valor de un determinado parámetro ya sea la aceleración o la intensidad sea excedido en un periodo de tiempo, dependiendo este de la ubicación y de las condiciones locales que presenta la zona de estudio como por ejemplo las características del suelo, la estratigrafía y la topografía (Álvarez Sánchez & Pulgar Santacruz, 2019, p.25)

A) Estimación del peligro sísmico

Los parámetros que sirven para estimar el peligro sísmico son los siguientes: sismicidad, tipo de suelo y topografía de la zona, a cada parámetro se le asigna un valor numérico, conforme se explica en el siguiente capítulo (Tabla 14). Habiéndose reemplazado los valores en la ecuación 12 se estima el valor numérico del peligro sísmico (Frank Lorenzo & José Luis, 2015).

2.2.5 VULNERABILIDAD SÍSMICA

“Daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción” (Kuroiwa, J., 2002)

A) Métodos para el análisis de la vulnerabilidad

Este análisis se determina evaluando el nivel de daño al que se encuentra expuesta la estructura ante un terremoto. Existen diferentes métodos para determinar el análisis de la vulnerabilidad, los cuales se clasifican en métodos cualitativos y cuantitativos (Mamani Padilla & Philco Arce, 2021, p. 7).

Los métodos cuantitativos o también llamados analíticos se basan en procedimientos de diseño antisísmico y de análisis. Su objetivo principal es determinar su comportamiento ya que diferencian el material constituyente de la estructura. Son métodos que estiman esfuerzos y deformaciones en base a evaluaciones aproximadas. Para su aplicación se requieren contar con información como planos, propiedades de los materiales que componen la estructura, propiedades del suelo, entre otros (Mamani Padilla & Philco Arce, 2021).

Entre estos métodos se encuentran:

- Método Japonés de la norma sísmica.
- El método del Dr. Hirosawa, M. "Evaluation of Seismic Safety and Guidelines on Seismic Retrofitting Design of Existing Reinforced Concrete Buildings".
- Métodos de evaluación de la Energía.
- Método del Dr. Akiyama para edificios de acero, H., Earthquake –Resistant Limit – State Design for Building. Tokyo. 1985

Los métodos cualitativos utilizan características generales de la estructura para calificarla. Están asociados a índices globales que han sido calibrados con la experiencia de estructuras existentes, que permiten identificar el nivel de daño y el riesgo en términos generales. Generalmente se utilizan cuando se quiere evaluar la vulnerabilidad sísmica de un conjunto de edificaciones de una zona o ciudad, y sus resultados no deberían tomarse como definidos (Mamani Padilla & Philco Arce, 2021, p. 7).

Entre estos métodos se encuentran:

- El método del Ministerio de Construcción del Japón.
- El método Mexicano de evaluación diseñado por J. Iglesias "Evaluación de la capacidad sísmica de edificios en la ciudad de México" por la Secretaria de Obras.
- El método ATC-21.

2.2.6 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Carga: “Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos” (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 020 Cargas, 2020).

Carga muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 020 Cargas, 2020).

Carga viva: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 020 Cargas, 2020).

Cimentación: Elemento que transmite al suelo las cargas de la estructura (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 030 Diseño Sismorresistente, 2020).

Columna: Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 060 Concreto Armado, 2020).

Viga: Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 060 Concreto Armado, 2020).

Albañilería o mampostería: Material estructural compuesto por “unidades de albañilería” asentadas con mortero o por “unidades de albañilería” apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido (Reglamento Nacional de Edificaciones - E. 070 Albañilería, 2020).

Unión Viga-columna: Es la intersección de dos elementos estructurales, en donde se presentan fuerzas y esfuerzos y a través de los cuales se transmiten las cargas de la estructura hacia la cimentación. (González Olórtegui, 2018)

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Población y Muestra del Estudio

La población está constituida por los edificios que conforman los 4 módulos de la institución educativa primaria de menores N°16002. Los edificios tienen características comunes, siendo en su mayoría edificaciones de 2 niveles con un sistema estructural aporticado, tradicional de edificios educacionales, con columnas y vigas rectangulares.

La muestra estará conformada por todos los edificios que conforman los módulos N°1, N°2, N°3 y N°4, edificaciones utilizadas para el desarrollo de labores académicas de la institución educativa primaria de menores N°16002.

3.1.2 Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en la institución educativa N°16002, ubicada en el Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Región Cajamarca.

Tabla N°2. Ubicación geográfica

CUADRO DE UBICACIÓN GEOGRAFICA			
Institución educativa	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)
	Longitud (°)	Latitud (°)	
I.E.P.M N°16002	-5.7054	-78.8131	763

Figura N°5. Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google Earth Pro

3.1.3 Época de la Investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la institución educativa primaria de menores N°16002, durante los meses de agosto de 2022 a enero del 2023.

3.2 MÉTODO

3.2.1 Tipo de Investigación

Es un tipo de investigación descriptiva correlacional, ya que tiene como objetivo determinar, y explicar las características generales de la edificación a través de un diseño sísmico realizado por el programa computacional SAP 2000 versión 24.0.0. y analizando las características en sitio de la edificación.

3.2.2 Tipo de Análisis

Análisis Mixto: Recolectamos y resumimos de manera cuidadosa los datos sobre la base de la hipótesis. Luego analizamos minuciosamente los resultados, con el fin de dar respuesta a la hipótesis formulada.

3.2.3 Diseño Metodológico de la Investigación

En la presente tesis se aplicó el diseño metodológico propuesto por el Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su Tesis Doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería–Universidad Nacional de Cajamarca”; y permite calcular de manera numérica la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico, para luego asignarle una calificación al comportamiento de la edificación. En esta investigación se adaptó dicho diseño metodológico a edificaciones de tipo aporticadas, principalmente en lo referente al comportamiento estructural.

3.2.3.1 Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

a) Comportamiento sísmico

a.1 Determinación de las derivas de entrepiso en ambas direcciones para cada edificio.

Factor de escala (FE)

En la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E-030, se establece la ecuación para calcular la pseudo aceleración sísmica, la cual está definida de la siguiente manera:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g \quad (1)$$

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C = Factor de amplificación sísmica

S = Factor de suelo

R = Factor de reducción por ductilidad

g = Aceleración de gravedad

El factor de escala quedará determinado por:

$$FE = \frac{Z.U.S}{R} \cdot g \quad (2)$$

El territorio Nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N°6. El factor de zona se asignó según la zona sísmica en la cual se ubica la edificación, siendo interpretado como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Figura N°6. Zonas sísmicas del Perú



Fuente: Norma E. 030 - Diseño Sismorresistente, 2020

Tabla N°3. Factores de zona (Z)

	Zona	Z
	4	0.45
	3	0.35
	2	0.25
	1	0.10

Fuente: Tabla N°1 N.T.E. E.030
Reglamento Nacional de Edificaciones

El factor de uso e importancia (U) está definido de acuerdo a la categoría de la edificación propuesta en la Norma Técnica de Edificaciones E-030.

Tabla N°4. Categoría de las edificaciones y factor (U)

Categoría	Descripción	Factor U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <p>Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</p> <p>Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</p> <p>Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</p> <p>Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</p> <p>Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1.5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Tabla N°5 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente
Reglamento Nacional de Edificaciones

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1.5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Los tipos de perfiles de suelos definidos en la N.T.E. E-030 del R.N.E. son:

Tabla N°5. Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 KPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 KPa a 50 KPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Tabla N°2 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente

Parámetros de sitio (S , T_p , T_L)

Tabla N°6. Factor de suelo "S"

Zona	SUELO			
	S₀	S₁	S₂	S₃
Z₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Tabla N°3 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente

Tabla N°7. Periodos “T_P” y “T_L”

PERFIL DE SUELO				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
T _L (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Tabla N°4 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica C por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 T < T_P & \longrightarrow C = 2.5 \\
 T_P < T < T_L & \longrightarrow C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\
 T > T_L & \longrightarrow C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)
 \end{aligned} \tag{3}$$

Donde:

T: Periodo fundamental de vibración.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \tag{4}$$

Donde:

h_n = altura efectiva de la estructura.

Donde:

- $C_T = 35$

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

- $C_T = 45$

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras
- Pórticos dúctiles de acero arriostrados.

- $C_T = 60$

Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Coefficiente de reducción de fuerza sísmica (R) se selecciona según el sistema estructural y los materiales usados en la edificación.

Tabla N°8. Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	4
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 (**)

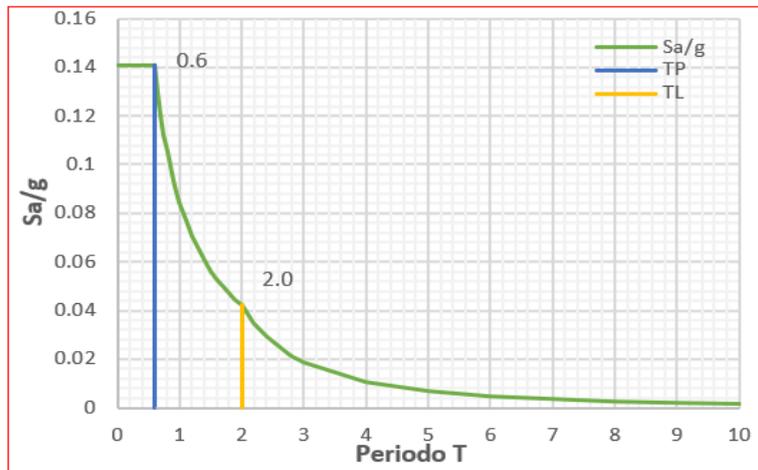
Fuente: Tabla N°07 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Finalmente, mediante los parámetros anteriormente definidos y usando la ecuación 1 para calcular la pseudo aceleración sísmica, se trazó el diagrama de espectro de sismo de diseño.

Figura N°7. Espectro de sismo de diseño S_a/g



Fuente: Elaboración propia

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder la fracción de altura de entrepiso que se indica en la tabla siguiente:

Tabla N°9. Límites para la distorsión de entrepiso

Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Tabla N°11 N.T.E. E.030 Diseño Sismorresistente

a.2 Determinación del acero necesario en columnas

- Acero en columnas sin sismo

Para determinar el acero necesario en columnas sin la presencia de sismos se usó el programa SAP 2000 versión 24.0.0. Es decir, solo se evaluó el acero necesario en columnas para las cargas vivas y muertas de la edificación.

- Acero en columnas con sismo

Para determinar el acero necesario en columnas considerando los efectos del sismo para elementos sometidos a flexo compresión y flexión biaxial, en la presente investigación se usó el programa SAP 2000 versión 24.0.0.

- Acero existente en columnas

El acero existente en las columnas fue verificado de los planos estructurales de la institución educativa, los cuales fueron proporcionados por el Gerente Sub Regional de Jaén.

Concluyéndose en las siguientes relaciones:

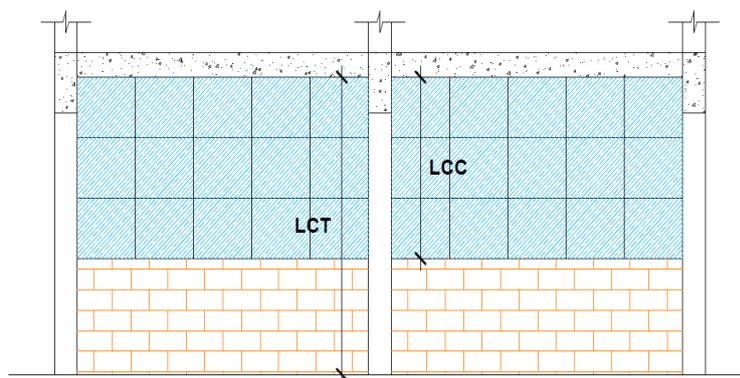
☼ Si: Acero necesario \leq Acero existente, la sección de concreto armado de la columna es adecuada.

☼ Si: Acero necesario $>$ Acero existente, la sección de concreto armado de la columna no es adecuada.

a.3 Evaluación de la rigidez de columna corta

También se evaluó el efecto que produce la ubicación de los vanos en las ventanas, para ello se determinó la rigidez de la columna total (K_{CT}) y la rigidez de las columnas cortas (K_{CC}) para ello se usó la ecuación (5), ver Figura N°8.

Figura N°8. Esquema de alturas de columna total y columna corta



Fuente: Elaboración propia

$$K_{x_{CT}} = \frac{12E \cdot I_{xx}}{L_{CT}^3} \quad K_{y_{CT}} = \frac{12E \cdot I_{yy}}{L_{CT}^3} \quad (5)$$

$$K_{x_{CC}} = \frac{12E \cdot I_{xx}}{L_{CC}^3} \quad K_{y_{CC}} = \frac{12E \cdot I_{yy}}{L_{CC}^3}$$

Donde:

$K_{x_{CT}}$: Rigidez de la columna total en la dirección x

$K_{y_{CT}}$: Rigidez de la columna total en la dirección y

$K_{x_{CC}}$: Rigidez de la columna corta en la dirección x

$K_{y_{CC}}$: Rigidez de la columna corta en la dirección y

E : Módulo de elasticidad del concreto

I_{xx} : Momento de inercia en la dirección x

I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y

L_{CT} : Longitud de la columna total

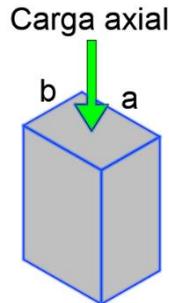
L_{CC} : Longitud de la columna corta

a.4 Esfuerzo admisible a compresión en columnas

También se controlaron los esfuerzos de compresión del concreto, la normativa ACI estipula que dicho esfuerzo admisible deberá ser igual o menor al 45% f'_c .

$$\sigma_{adm} \leq 0.45f'c \quad (6)$$

Figura N°9. Carga axial en columna



Fuente: Elaboración propia

$$\sigma_{adm} = \frac{\text{Carga axial}}{a \times b} \quad (7)$$

Finalmente se consideraron tres tipos de comportamiento en base a lo anteriormente mencionado.

☀ Comportamiento adecuado: La edificación tendrá un comportamiento adecuado cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Si en la edificación los desplazamientos relativos de entrepiso son menores a 0.007
- El acero necesario en las columnas es menor que el acero existente
- No se presentan problemas de columna corta.
- El esfuerzo admisible a compresión en columnas no supera el 45% de la resistencia de diseño.

☀ Comportamiento aceptable: La edificación tendrá un comportamiento aceptable cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Si en la edificación los desplazamientos relativos de entrepiso son menores a 0.007
- El acero necesario en las columnas es menor que el acero existente en las mismas
- Presenta algunos problemas de columna corta.
- El esfuerzo admisible a compresión en columnas no supera el 45% de la resistencia de diseño.

☼ Comportamiento inadecuado: La edificación presentará un comportamiento sísmico inadecuado cuando se verifiquen las siguientes condiciones:

- Si en la edificación los desplazamientos relativos de entrepiso son superiores a 0.007
- El acero necesario en las columnas es mayor que el acero existente
- Se presentan problemas de columna corta.
- El esfuerzo admisible a compresión en columnas supera el 45% de la resistencia de diseño.

b) Evaluación del estado actual de los elementos estructurales

Se clasificó el estado de conservación de los edificios tomando en cuenta los siguientes criterios:

☼ Edificación en buen estado: Es decir la estructura, la unidad de construcción y el aspecto físico demuestran calidad y conservación.

☼ Edificación en regular estado: Es decir la estructura, la unidad de construcción y el aspecto físico demuestran que han sufrido deterioro en cuanto a calidad y conservación.

☼ Edificación en mal estado: Es decir, cuando la estructura y unidad arquitectónica han entrado en proceso de deterioro, además los materiales con los que fue construido se encuentran en un estado ruinoso.

Además, el estado de la edificación fue evaluado teniendo en cuenta fisuras, filtraciones, desprendimientos de concreto, entre otros.

c) Evaluación de elementos no estructurales:

En este parámetro se evaluó la estabilidad de los tabiques, basándonos en la comparación de momento actuante debido a cargas perpendiculares al plano del muro, y el momento resistente paralelo al plano del muro. Para dicho cálculo se empleó la metodología propuesta en el Reglamento Nacional de Edificaciones E-070.

El momento flector distribuido por unidad de longitud (M_S , en $KN\ m/m$), producido por la carga sísmica ω , se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$M_S = m \cdot \omega \cdot a^2 \quad (8)$$

Donde:

m : Coeficiente de momento (Tabla 11)

a : Dimensión crítica del plano de albañilería en metros

ω : La carga por metro cuadrado de muro

La magnitud de la carga (ω , en KN/m^2) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$\omega = 0,8 \cdot Z \cdot U \cdot C_1 \cdot \gamma \cdot t \quad (9)$$

Donde:

Z : Factor de zona

U : Factor de importancia

C_1 : Coeficiente sísmico

t : Espesor bruto del muro en metros

γ : Peso volumétrico de la albañilería (para ladrillo macizo $18KN/m^3$)

El coeficiente sísmico C_1 se determinó según lo propuesto en el R.N.E. – E030, como se muestra en la Tabla N°10.

Tabla N°10. Coeficiente Sísmico C_1

Elementos que al fallar pueden precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3.0
Muros y tabiques dentro de una edificación.	2.0
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3.0
Equipos rígidos conectados rígidamente al paso.	1.5

Fuente: Tabla N°12 NTE-E030, 2020

El coeficiente de momento y la dimensión crítica del paño de albañilería en metros se determinó en función del número de bordes arriostrados como se muestra en la Tabla N°11.

Tabla N°11. Valores del coeficiente de momento “m” y dimensión crítica “a”

Caso 1. Muro con cuatro bordes arriostrados									
a = Menor dimensión									
b/a =	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.1180	0.1250	
Caso 2. Muro con tres bordes arriostrados									
a = Longitud del borde libre									
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	∞
m =	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133
Caso 3. Muro arriostrado solo en sus bordes horizontales									
a = Altura del muro									
m = 0.125									
Caso 4. Muro en voladizo									
a = Altura del muro									
m = 0.5									

Fuente: Tabla N°12 R.N.E. E-070, 2020.

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión de muro (M_r) se utilizó la siguiente ecuación:

$$M_r = 16,7 \cdot t^2 \quad (10)$$

Donde:

M_r : Momento resistente a tracción por flexión en $KN - \frac{m}{m}$

t : Espesor bruto del muro en metros

Finalmente se comparó el valor de las ecuaciones (8) y (10), luego para asignar este parámetro se escogió una de las siguientes categorías:

Si: $M_S < M_r$ (Muro estable)

Si: $M_S = M_r$ (Muro parcialmente estable)

Si: $M_S > M_r$ (Muro inestable)

Finalmente, para la evaluación de la vulnerabilidad (alta, media o baja) se ha considerado el comportamiento sísmico, el estado actual de la edificación y la estabilidad de tabiques, en los porcentajes que se observan en la Tabla N°12.

Tabla N°12. Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Estructural				No estructural	
Comportamiento sísmico (60%)		Estado actual (30%)		Estabilidad de muros (10%)	
Adecuada	1	Bueno	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Malo	3	Todos inestables	3

Fuente: Tabla 2.8 – Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012)

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación (11) para calificar numéricamente la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

$$\text{Vulnerabilidad sísmica} = 0.6CS + 0.3xEA + 0.1xEM \quad (11)$$

Donde:

CS: Comportamiento sísmico

EA: Estado actual

EM: Estabilidad de muros

En la Tabla N°13 se pueden apreciar los rangos numéricos para determinar la vulnerabilidad sísmica siendo esta baja, media o alta.

Tabla N°13. Rango numérico para evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Rango		
	Baja	1	a
Media	1.5	a	2.1
Alta	2.2	a	3

Fuente: Tabla 2.9 – Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012)

La tabla N°13 ha sido validado en la tesis doctoral del Ingeniero Miguel Ángel Mosqueira Ramírez sobre “Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería de la universidad nacional de Cajamarca”, así mismo el cuadro ha sido validado, en la tesis magistral presentada en la Universidad Católica del Perú por Blondet Marcial y Tarque Nicola sobre “Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana”

3.2.3.2 Evaluación del peligro sísmico

En la evaluación del peligro sísmico se consideró la sismicidad, el tipo de suelo (ver Anexo N°02), y la topografía de la zona sobre la que está construida las edificaciones de la institución educativa.

La sismicidad y tipo de suelo se clasifican de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones N.T.E. – E030.

La evaluación de la topografía se realizó con estación total, considerándose:

- Topografía plana: Aquella cuya pendiente es menor a 15%
- Topografía media: Aquella cuya pendiente es mayor a 15% pero menor a 50%
- Topografía pronunciada: Aquella cuya pendiente es mayor a 50%

Tabla N°14. Valores de los parámetros de peligro sísmico

Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía (20%)	
Baja	1	Suelo muy rígido	1	Plana	1
Media	2	Suelo intermedio	2	Media	2
Alta	3	Suelo blando	3	Pronunciada	3

Fuente: Tabla 2.10 - Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012)

Los valores asignados a cada parámetro se reemplazan en la ecuación (12) para calificar numéricamente el peligro sísmico, el valor numérico es comparado con los rangos numéricos de la Tabla N°15. Asignándole una calificación de peligro sísmico alto, medio o bajo.

$$\text{Peligro sísmico} = 0.4 \times \text{sismicidad} + 0.4 \times \text{suelo} + 0.2 \times \text{topografía} \quad (12)$$

Tabla N°15. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico

Sismicidad	Peligro sísmico	Rango
Alta	Bajo	1.80
	Medio	2.0 a 2.4
	Alto	2.6 a 3.0
Media	Bajo	1.4 a 1.6
	Medio	1.8 a 2.4
	Alto	2.60
Baja	Bajo	1.0 a 1.6
	Medio	1.8 a 2.0
	Alto	2.20

Fuente: Tabla 2.11 - Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012)

3.2.3.3 Determinación del riesgo sísmico

Para obtener el riesgo sísmico de manera numérica, se reemplazan los valores numéricos de la vulnerabilidad y peligro sísmico en la ecuación (13). Luego el valor obtenido se compara con la calificación del riesgo mostrado en la Tabla N°16, permitiendo de esta manera asignarle una calificación de riesgo sísmico Alto, Medio o Bajo.

$$\text{Riesgo sísmico} = 0.5 \times \text{vulnerabilidad sísmica} + 0.5 \times \text{peligro sísmico} \quad (13)$$

Tabla N°16 Calificación del riesgo sísmico

RIESGO SÍSMICO		VULNERABILIDAD			RIESGO SÍSMICO		VULNERABILIDAD		
		3	2	1			Bajo	Medio	Alto
PELIGRO SÍSMICO	3	3	2.5	2	PELIGRO SÍSMICO	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	2	2.5	2	1.5		Medio	Medio	Medio	Alto
	1	2	1.5	1		Alto	Medio	Alto	Alto

Fuente: Tabla 2.11 - Tesis doctoral Miguel A. Mosqueira Moreno (2012)

☼ Un riesgo sísmico alto significa que la edificación sufrirá daños importantes ante un evento sísmico severo, existiendo la probabilidad de que la edificación colapse.

☼ Un riesgo sísmico medio significa que la edificación tiene un comportamiento sísmico aceptable, pudiendo los pórticos y muros de la edificación sufrir daños menores, pudiendo algunos parapetos colapsar.

☼ Un riesgo sísmico bajo significa que la edificación tiene un adecuado comportamiento sísmico, encontrándose la edificación en muy buen estado. Pudiendo únicamente sufrir colapso de sus tabiques.

3.2.4 Recolección de Datos

A través de la Observación se evaluó las características estructurales, el estado actual de las edificaciones y se determinó algunas fallas en la estructura, esto permitió realizar un diagnóstico situacional de las edificaciones.

Además, se verificó las dimensiones y uso de los ambientes en cada módulo, elaborando los planos de arquitectura, lo cual nos permitió determinar las cargas a las que está sometida la edificación (Anexo N° 04).

Se verificó la resistencia del concreto endurecido en los elementos estructurales (vigas, columnas) de los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa mediante el Ensayo de Esclerometría (Anexo N° 01).

Se realizaron ensayos de laboratorio de mecánica de suelos (03 calicatas) con el fin de determinar las propiedades mecánicas del tipo de suelo (Anexo N° 02).

3.2.5 Procesamiento de Datos

El procesamiento de datos se realizó en forma computarizada utilizando diferentes softwares como el SAP 2000 versión 24.0.0 principalmente, y otros como Autodesk AutoCAD, Microsoft Word, Microsoft Excel.

3.2.6 Análisis de Datos y Presentación de los Resultados

La simulación y análisis de la estructura se realizó de forma computacional utilizando el software SAP 2000 versión 24.0.0

El procesamiento y recolección de los datos se hizo utilizando Microsoft Excel, Microsoft Word, Autodesk AutoCAD.

La presentación de los resultados es a través de gráficos y tablas.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Comportamiento sísmico de las edificaciones

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de los edificios, se ha realizado un análisis sísmico evaluando el comportamiento de cada edificio frente a cargas de servicio (cargas vivas y cargas muertas) y frente a un sismo severo (aceleración máxima del terreno 0.25g y con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años).

Se consideró como indicadores relevantes para determinar la vulnerabilidad sísmica los desplazamientos relativos de entrepiso para cada edificio, el acero necesario en columnas para cada edificio frente al área de acero existente, así como la evaluación de la rigidez de columna corta, también se ha evaluado el estado actual de los elementos estructurales (vigas y columnas) y finalmente se ha realizado una evaluación de los elementos no estructurales (estabilidad de muros).

4.1.1 Evaluación de los desplazamientos relativos de entrepiso

La evaluación de los desplazamientos laterales de entrepiso se lo realizó mediante un análisis sísmico espectral, para ello se usó el programa SAP 2000 versión 24.0.0.

Determinándose que las edificaciones durante un sismo severo sufrirán los desplazamientos laterales y desplazamientos relativos de entrepiso que se muestran en las tablas siguientes.

Para un mejor entendimiento se muestran los planos correspondientes a cada módulo en la sección de anexos (anexo N°04).

Tabla N°17. Distorsión en la dirección X en cada nudo
del edificio N°1 del módulo N°1

SISMO EN LA DIRECCIÓN X								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	11.34	0.0035	10.11	0.0032	10.11	0.0032	11.34	0.0035
1	7.43	0.0023	6.61	0.0021	6.61	0.0021	7.43	0.0023

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°18. Distorsión promedio en la dirección X
del edificio N°1 del módulo N°1

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN X						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0035	0.0032	0.0032	0.0035	0.0034	SI
1	0.0023	0.0021	0.0021	0.0023	0.0022	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19. Distorsión en la dirección Y en cada nudo
del edificio N°1 del módulo N°1

SISMO EN LA DIRECCIÓN Y								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	3.72	0.0012	3.72	0.0012	7.84	0.0025	7.84	0.0025
1	2.46	0.0008	2.46	0.0008	5.2	0.0016	5.2	0.0016

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°20. Distorsión promedio en la dirección Y
del edificio N°1 del módulo N°1

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN Y						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0012	0.0012	0.0025	0.0025	0.0018	SI
1	0.0008	0.0008	0.0016	0.0016	0.0012	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°21. Distorsión en la dirección X en cada nudo
del edificio N°2 del módulo N°1

SISMO EN LA DIRECCIÓN X								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	9.73	0.0030	8.94	0.0028	8.94	0.0028	9.73	0.0030
1	6.51	0.0020	5.98	0.0019	5.98	0.0019	6.51	0.0020

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°22. Distorsión promedio en la dirección X
del edificio N°2 del módulo N°1

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN X						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0030	0.0028	0.0028	0.0030	0.0029	SI
1	0.0020	0.0019	0.0019	0.0020	0.0020	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°23. Distorsión en la dirección Y en cada nudo
del edificio N°2 del módulo N°1

SISMO EN LA DIRECCIÓN Y								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	3.4	0.0011	3.4	0.0011	8.17	0.0026	8.17	0.0026
1	2.26	0.0007	2.26	0.0007	5.42	0.0017	5.42	0.0017

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24. Distorsión promedio en la dirección Y
del edificio N°2 del módulo N°1

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN Y						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0011	0.0011	0.0026	0.0026	0.0018	SI
1	0.0007	0.0007	0.0017	0.0017	0.0012	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25. Distorsión en la dirección X
en cada nudo del módulo N°2

SISMO EN LA DIRECCIÓN X								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	10.98	0.0034	10.31	0.0032	10.31	0.0032	10.98	0.0034
1	7.22	0.0023	6.78	0.0021	6.78	0.0021	7.22	0.0023

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°26. Distorsión promedio
en la dirección X del módulo N°2

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN X						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0034	0.0032	0.0032	0.0034	0.0033	SI
1	0.0023	0.0021	0.0021	0.0023	0.0022	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°27. Distorsión en la dirección Y
en cada nudo del módulo N°2

SISMO EN LA DIRECCIÓN Y								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	3.74	0.0012	3.74	0.0012	8.57	0.0027	8.57	0.0027
1	2.48	0.0008	2.48	0.0008	5.69	0.0018	5.69	0.0018

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°28. Distorsión promedio
en la dirección Y del módulo N°2

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN Y						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0012	0.0012	0.0027	0.0027	0.0019	SI
1	0.0008	0.0008	0.0018	0.0018	0.0013	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°29. Distorsión en la dirección X
en cada nudo del módulo N°3

SISMO EN LA DIRECCIÓN X								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	14.04	0.0044	11.16	0.0035	11.16	0.0035	14.04	0.0044
1	9.03	0.0028	7.11	0.0022	7.11	0.0022	9.03	0.0028

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°30. Distorsión promedio
en la dirección X del módulo N°3

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN X						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0044	0.0035	0.0035	0.0044	0.0039	SI
1	0.0028	0.0022	0.0022	0.0028	0.0025	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°31. Distorsión en la dirección Y
en cada nudo del módulo N°3

SISMO EN LA DIRECCIÓN Y								
PISO	NUDO A		NUDO B		NUDO C		NUDO D	
	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)	DESPL. (mm)	DISTOR. (mm/mm)
2	4.73	0.0015	4.73	0.0015	7.52	0.0024	7.52	0.0024
1	3.14	0.0010	3.14	0.0010	5.00	0.0016	5.00	0.0016

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°32. Distorsión promedio
en la dirección Y del módulo N°3

DISTORSIÓN DE ENTREPISO EN Y						
PISO	DISTOR. NUDO A	DISTOR. NUDO B	DISTOR. NUDO C	DISTOR. NUDO D	DISTOR. ENTREPISO	CUMPLE
2	0.0015	0.0015	0.0024	0.0024	0.0019	SI
1	0.0010	0.0010	0.0016	0.0016	0.0013	SI

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Evaluación del comportamiento de las columnas

Para evaluar el comportamiento de las columnas se tomó en consideración el acero que requiere la sección (acero necesario) y se comparó con el acero existente en la misma, esto para los pórticos principales en cada edificio (con mayor área tributaria). Para determinar el acero que requiere la sección (acero necesario) se usó el programa SAP 2000 versión 24.0.0.

Al analizar el acero existente en las columnas y compararlo con el acero necesario de las columnas bajo dos condiciones, acero necesario con sismo y acero necesario sin sismo en cm^2 ; los resultados de esta comparación se muestran en las tablas N°33, N°34, N°35 y N°36.

Tabla N°33. Acero existente y acero necesario de las columnas del edificio N°1 del módulo N°1

UBICACIÓN (EJE 3 CON EJE A)	1er piso	2do piso
Acero existente (cm^2)	14.41	14.41
Acero necesario sin sismo (cm^2)	12.00	12.00
Acero necesario con sismo (cm^2)	17.72	34.40

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°34. Acero existente y acero necesario de las columnas del edificio N°2 del módulo N°1

UBICACIÓN (EJE 6 CON EJE A)	1er piso	2do piso
Acero existente (cm^2)	14.41	14.41
Acero necesario sin sismo (cm^2)	12.00	12.00
Acero necesario con sismo (cm^2)	17.78	34.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°35. Acero existente y acero necesario de las columnas del módulo N°2

UBICACIÓN (EJE 3 CON EJE A)	1er piso	2do piso
Acero existente (cm^2)	14.41	14.41
Acero necesario sin sismo (cm^2)	12.00	12.00
Acero necesario con sismo (cm^2)	18.04	35.09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°36. Acero existente y acero necesario
de las columnas del módulo N°3**

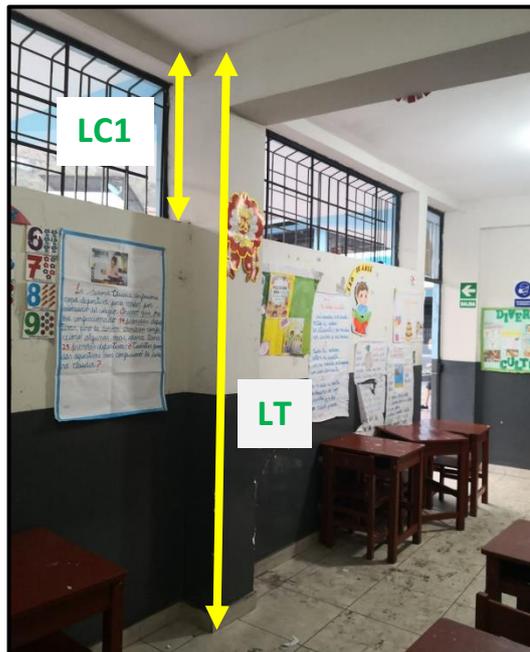
UBICACIÓN (EJE 2 CON EJE A)	1er piso	2do piso
Acero existente (cm^2)	14.41	14.41
Acero necesario sin sismo (cm^2)	12.00	12.00
Acero necesario con sismo (cm^2)	17.16	34.35

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Evaluación de la falla de columna corta

Para determinar el efecto de los vanos en las columnas se determinó la rigidez de la columna con su longitud total y la rigidez de las columnas acortadas por los vanos, llamadas las columnas cortas. Para ello se utilizó la ecuación (5).

Figura N°10. Fotografía de rigidez de columna corta



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37. Inercia en ambas direcciones para columna típica de 30x40

Módulo	Edificio	b (m)	h (m)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)
N°1	N°1	0.30	0.40	0.0016	0.0009
	N°2	0.30	0.40	0.0016	0.0009
N°2	N°1	0.30	0.40	0.0016	0.0009
N°3	N°1	0.30	0.40	0.0016	0.0009

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°38. Rigidez de la columna total y la columna corta

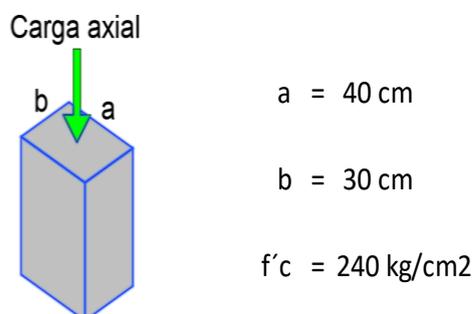
Módulo	Edificio	LT	LC1	Longitud total		Longitud corta 1		Relación de K	
				12EI _x /L ³	12EI _y /L ³	12EI _x /L ³	12EI _y /L ³	KXLC1	KYLC1
				(KXLT)	(KYLT)	(KXLC1)	(KYLC1)	KXLT	KYLT
		(m)	(m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)		
N°1	N°1	3.00	1.00	1652.47	929.52	44616.77	25096.93	27.00	27.00
	N°2	3.00	1.00	1652.47	929.52	44616.77	25096.93	27.00	27.00
N°2	N°1	3.00	1.00	1652.47	929.52	44616.77	25096.93	27.00	27.00
N°3	N°1	3.00	1.00	1652.47	929.52	44616.77	25096.93	27.00	27.00

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Determinación del esfuerzo admisible a compresión en columnas

La normativa ACI (American Concrete Institute) estipula que dicho esfuerzo admisible deberá ser igual o menor al 45% de $f'c$.

Figura N°11. Sección típica de columnas de los módulos N°1, N°2 y N°3

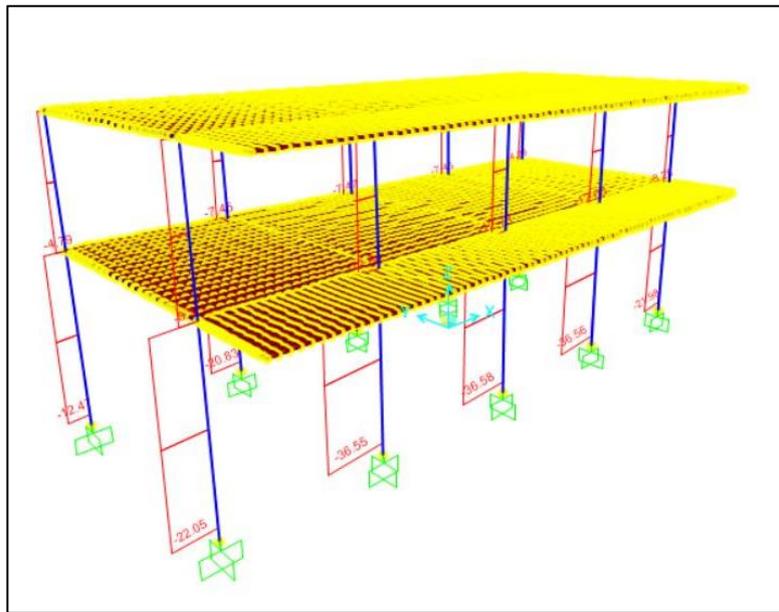


Fuente: Elaboración propia

Edificio N°1 del módulo N°1

La columna con mayor carga axial se ubica en el primer nivel, en la intersección entre el eje 3 con el eje A.

Figura N°12. Carga axial máxima en las columnas del primer nivel del edificio N°1 del módulo N°1



Fuente: Elaboración propia

Carga Axial: 36.58 Tn

Sección (a x b): 1200.00 cm²

45% $f'c$: 108 kg/cm²

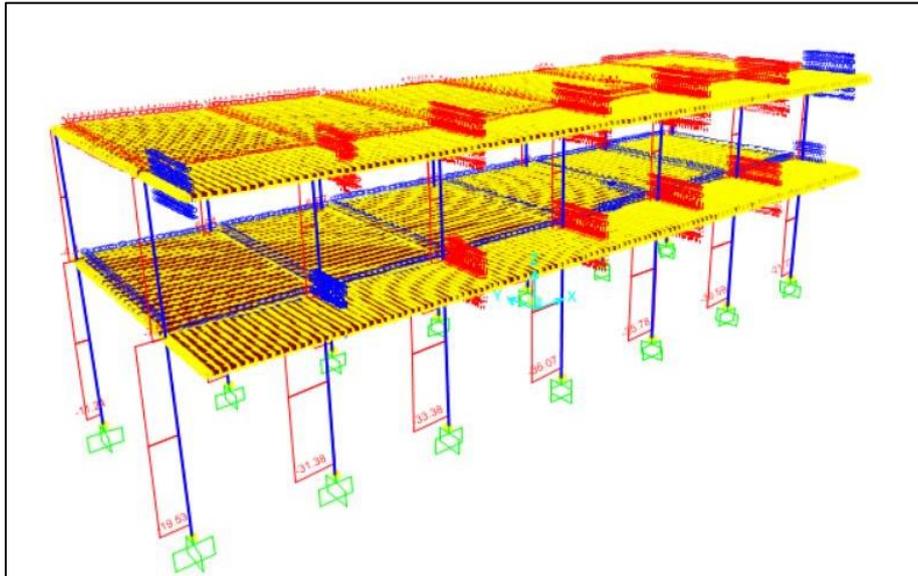
$$\sigma_{adm} = \frac{\text{Carga axial}}{a \times b} \quad \longrightarrow \quad \sigma_{adm} = 30.48 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma_{adm} \leq 45\% f'c \quad \longrightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

Edificio N°2 del módulo N°1

La columna con mayor carga axial se ubica en el primer nivel, en la intersección entre el eje 6 con el eje A.

Figura N°13. Carga axial máxima en las columnas del primer nivel del edificio N°2 del módulo N°1



Fuente: Elaboración propia

Carga Axial: 36.59 Tn
Sección (a x b): 1200.00 cm²
45% f'c : 108 kg/cm²

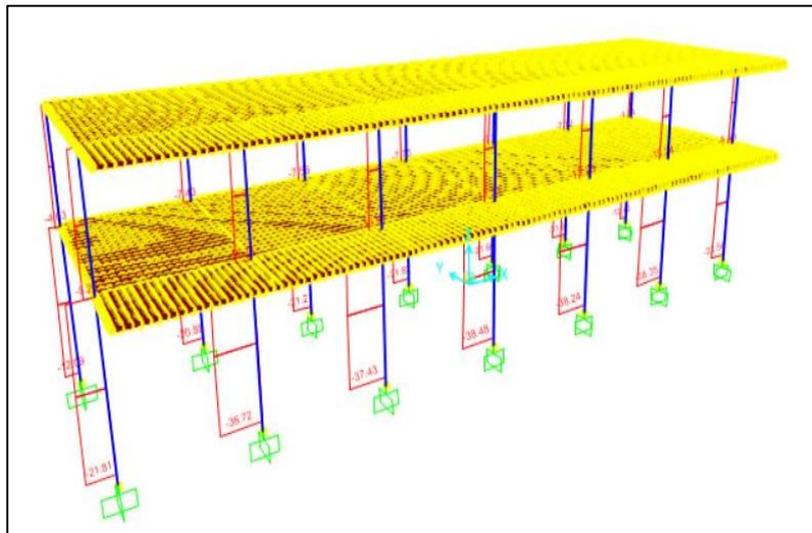
$$\sigma_{adm} = \frac{\text{Carga axial}}{a \times b} \longrightarrow \sigma_{adm} = 30.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma_{adm} \leq 45\%f'c \longrightarrow \text{CUMPLE}$$

Módulo N°2

La columna con mayor carga axial se ubica en el primer nivel, en la intersección entre el eje 4 con el eje A.

Figura N°14. Carga axial máxima en las columnas del primer nivel del módulo N°2



Fuente: Elaboración propia

Carga Axial: 38.48 Tn
Sección (a x b): 1200.00 cm²
45% f'c : 108 kg/cm²

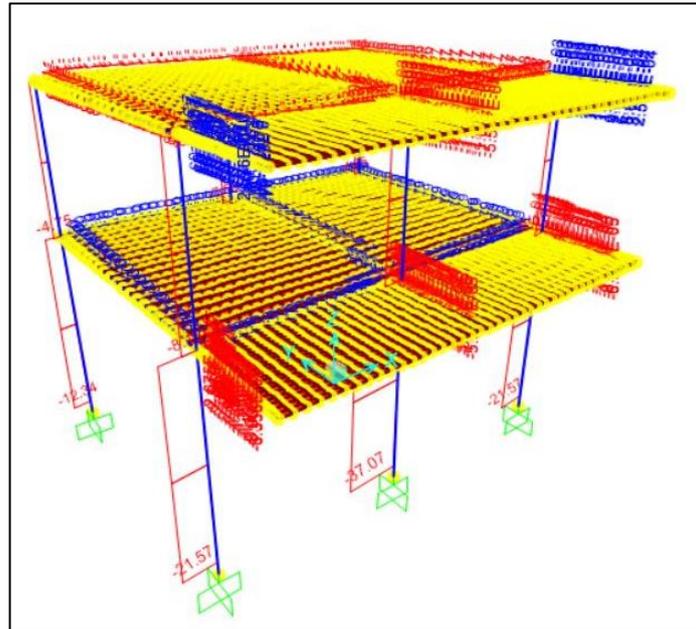
$$\sigma_{adm} = \frac{\text{Carga axial}}{a \times b} \longrightarrow \sigma_{adm} = 32.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma_{adm} \leq 45\%f'c \longrightarrow \text{CUMPLE}$$

Módulo N°3

La columna con mayor carga axial se ubica en el primer nivel, en la intersección entre el eje 2 con el eje A.

Figura N°15. Carga axial máxima en las columnas del primer nivel del módulo N°3



Fuente: Elaboración propia

Carga Axial: 37.07 Tn
Sección (a x b): 1200.00 cm²
45% f'c : 108 kg/cm²

$$\sigma_{adm} = \frac{\text{Carga axial}}{a \times b} \quad \longrightarrow \quad \sigma_{adm} = 30.89 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma_{adm} \leq 45\%f'c \quad \longrightarrow \quad \text{CUMPLE}$$

4.2 Evaluación del estado actual de los elementos estructurales

Figura N°16. Fotografía de los elementos estructurales de los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la Figura N°16, el estado actual de los elementos estructurales de los módulos N°1, N°2 y N°3 es bueno, pudiendo observarse que las vigas, columnas y losas aligeradas se encuentran en buen estado de conservación, no observándose grietas, fisuras o asentamientos diferenciales o cualquier otro tipo de falla.

Figura N°17. Evaluación del estado actual del módulo N°4



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se observa en la Figura N°17 que el módulo N°4 se encuentra en mal estado de conservación, debido al tiempo transcurrido desde su construcción (hace más de 50 años), además de la falta de mantenimiento al mismo, siendo preciso mencionar que fue construido sin tomar en cuenta normas de diseño sismorresistente, además de no contar con elementos estructurales como vigas o columnas, dado que solo se utilizaron unidades de albañilería para su construcción.

4.3 Evaluación de elementos no estructurales

4.3.1 Estabilidad de tabiques

La vulnerabilidad no estructural, se determinó teniendo en cuenta la estabilidad de los tabiques ante cargas perpendiculares a su plano, ya que ante este tipo de cargas se producen la mayoría de las fallas frágiles ante un sismo, para eso se han evaluado tres tabiques típicos de cada módulo, comparándose el momento actuante (ecuación 8) y el momento resistente (ecuación 10), los resultados se muestran en la Tabla N°39.

Tabla N°39. Estabilidad de tabiques

Módulo	Edificio	Muro	C1	m	P	Factores				Resultado	
						a	t	w	Ms	Mr	Ms: Mr
N°1	N°1	M1	3	0.103	18	3.93	0.15	2.43	3.87	0.38	Inestable
		M2	3	0.500	18	1	0.15	2.43	1.22	0.38	Inestable
		M3	2	0.104	18	2.7	0.25	2.70	2.05	1.04	Inestable
	N°2	M1	3	0.103	18	3.8	0.15	2.43	3.09	0.38	Inestable
		M2	3	0.500	18	1	0.15	2.43	1.22	0.38	Inestable
		M3	2	0.104	18	2.7	0.25	2.70	2.05	1.04	Inestable
N°2	N°1	M1	3	0.103	18	4.2	0.15	2.43	3.8	0.38	Inestable
		M2	3	0.500	18	1	0.15	2.43	1.22	0.38	Inestable
		M3	2	0.104	18	2.7	0.25	2.70	2.05	1.04	Inestable
N°3	N°1	M1	3	0.103	18	3.83	0.15	2.43	3.16	0.38	Inestable
		M2	3	0.500	18	1	0.15	2.43	1.22	0.38	Inestable
		M3	2	0.104	18	2.7	0.15	1.62	2.05	1.04	Inestable

Fuente: Elaboración propia

4.4 Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones

Con los datos obtenidos en las tablas anteriores y usando la metodología explicada en el capítulo anterior se determinó la vulnerabilidad sísmica. Los módulos N°1, N°2 y N°3 tienen las mismas características y calificación de sus parámetros estructurales y no estructurales; a diferencia del módulo N°4, el cual ha sido calificado con una vulnerabilidad sísmica alta debido a que no cuenta con elementos estructurales (vigas y columnas) además de contar con una antigüedad de más de 50 años.

Tabla N°40. Vulnerabilidad de la estructura módulos N°1, N°2 y N°3

ESTRUCTURAL		NO ESTRUCTURAL		VULNERABILIDAD
Comportamiento	Estado actual	Tabiquería		
Adecuada	X	Bueno	X	BAJA
Aceptable		Regular		
Inadecuada		Malo		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°41. Vulnerabilidad de la estructura módulo N°4

ESTRUCTURAL		NO ESTRUCTURAL		VULNERABILIDAD
Comportamiento	Estado actual	Tabiquería		
Adecuada		Bueno		ALTA
Aceptable		Regular		
Inadecuada	X	Malo	X	

Fuente: Elaboración propia

4.5 Peligro sísmico de las edificaciones

Para determinar el peligro sísmico se determinó la sismicidad, teniendo en cuenta la zonificación sísmica establecida en la Norma Técnica de Edificaciones – E030 (Sencico, primera edición diciembre 2020), en la cual el Distrito de Jaén se encuentra ubicado en la zona sísmica N°2 (Z2), con una aceleración máxima horizontal de 0.25 en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Las características del suelo han sido extraídas de los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), los cuales se muestran en el anexo N°2, determinándose que el suelo predominante está representado por un suelo compuesto por limos inorgánicos de color

beige oscuro de consistencia semi dura de elevada plasticidad, identificándose en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como un suelo MH, clasificado en el sistema AASHTO como un A – 7 – 6 (15). De una resistencia a la compresión de 0.79 kg/cm², considerado dentro de la clasificación de la NTE E-030 como un suelo tipo S3 (suelos blandos)

La topografía donde se encuentra ubicada la institución educativa es plana, teniendo una pendiente menor al 15%. El peligro sísmico al ser un factor que depende de las características del lugar de ubicación de la institución educativa, es el mismo para los 4 módulos.

Tabla N°42. Peligro de la estructura

SISMICIDAD		SUELO	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE		PELIGRO
Baja		Rígido	Plana	X	
Media	x	Intermedio	Media		MEDIO
Alta		Flexible	x	Pronunciada	

Fuente: Elaboración propia

4.6 Riesgo sísmico de las edificaciones

Con los datos obtenidos en las tablas N°40, N°41 y N°42 y usando la metodología explicada en el capítulo anterior se determinó el riesgo sísmico.

Tabla N°43. Riesgo sísmico de los módulos N°1, N°2, N°3 y N°4 de la institución educativa primaria de menores N°16002

MÓDULO	EDIFICIO	CALIFICACIÓN		RESULTADO	
N°1	N°1	Vulnerabilidad	Baja	Riesgo	MEDIO
		Peligro	Medio	Sísmico	
N°2	N°2	Vulnerabilidad	Baja	Riesgo	MEDIO
		Peligro	Medio	Sísmico	
N°2	N°1	Vulnerabilidad	Baja	Riesgo	MEDIO
		Peligro	Medio	Sísmico	
N°3	N°1	Vulnerabilidad	Baja	Riesgo	MEDIO
		Peligro	Medio	Sísmico	
N°4	N°1	Vulnerabilidad	Alta	Riesgo	ALTO
		Peligro	Medio	Sísmico	

Fuente: Elaboración propia

4.7 Discusión de resultados

4.7.1 Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

a) Comportamiento sísmico

a.1) Desplazamientos promedio relativos de entrepiso en ambas direcciones.

En las tablas de la N°17 a la N°32 se pueden observar los desplazamientos relativos de entrepiso ocasionados durante un sismo en los edificios de los módulos de la institución educativa N°16002, observándose que en todos los edificios los desplazamientos promedios relativos de entrepiso en ambas direcciones “x” e “y” no superan el máximo permitido por la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, en la cual se indica que para edificaciones de concreto armado el desplazamiento relativo de entrepiso debe ser como máximo 0.007.

a.2) Acero necesario en columnas

Al evaluar el acero en columnas de todos los edificios, se pudo constatar que todas las secciones de columna tienen la cantidad de acero adecuado ante cargas muertas y vivas, pero ante cargas de sismo la cantidad de acero en columnas resulta insuficiente. Por lo que, para la actual norma de diseño sismorresistente, las columnas deberían tener más acero longitudinal. Cabe precisar que, para el acero existente en columnas, solo se evaluaron las columnas que soportan mayor área tributaria.

a.3) Rigidez de columna corta

La falla por columna corta debido a que hasta cierta altura la columna se encuentra confinada entre dos muros, dejando ventanas en la parte superior. Lo cual ocasiona en caso de un evento sísmico que estos muros restrinjan el movimiento y las columnas cortas absorban mucho mayor rigidez que una columna larga; observándose en la Tabla N°38 que las columnas cortas tiene que absorber hasta 27 veces más fuerza sísmica de lo que soportaría una columna larga.

a.4) Esfuerzo admisible a compresión en columnas

Según los resultados obtenidos en el Ítem 4.1.4, se pudo observar que los esfuerzos admisibles a la compresión del concreto para todas las columnas de los edificios de la institución educativa N°16002, son inferiores a la recomendación dada por

ACI (45% $f'c$). Por tanto, las columnas no soportarán cargas que puedan afectar su correcto funcionamiento ante un evento sísmico.

b) Evaluación del estado actual de los elementos estructurales

Como se muestra en la fotografía N°16, los elementos estructurales como son vigas y columnas de los módulos N°1, N°2 y N°3 se encuentran en muy buen estado de conservación, no presentando fisuras, ni grietas o algún tipo de daño que pudiera representar algún peligro en caso de un evento sísmico, asimismo se evidenció que tampoco existen asentamientos diferenciales en todos los edificios. El único módulo que representa un peligro en la institución educativa es el módulo N°4, y esto debido a que fue construido hace más de 50 años, y su ejecución se llevó a cabo de manera empírica por los mismos padres de familia.

c) Evaluación de elementos no estructurales

Al realizar el análisis de la estabilidad de los tabiques se pudo apreciar según la Tabla N°39 que en los módulos N°1, N°2 y N°3 que el momento actuante es mucho mayor al momento resistente, siendo los muros inestables ante cargas perpendiculares al plano, lo cual podría generar un colapso en caso de un evento sísmico.

Finalmente de los resultados obtenidos en las tablas precedentes se pudo observar que los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002 presentan una vulnerabilidad sísmica baja, esto debido a que los desplazamientos promedio relativos de entrepiso en todos los edificios no superan el máximo establecido por la norma E030 (diseño sismorresistente), asimismo el acero necesario en columnas es suficiente para las cargas de servicio solicitadas, el esfuerzo admisible a compresión en las columnas no supera el 45% de la resistencia del concreto recomendada por ACI, y finalmente el estado actual de todos sus elementos estructurales es el adecuado. Siendo el único módulo que no pudo ser evaluado en el SAP debido a que no presenta elementos estructurales y sus componentes son únicamente unidades de albañilería de hace más de 50 años, se determinó que el módulo N°4 presenta una vulnerabilidad sísmica alta.

4.7.2 Peligro sísmico de las edificaciones

Las edificaciones al estar ubicadas en la zona sísmica N°2, y al tener un suelo flexible tipo III, compuesto por arcillas inorgánicas de resistencia semi dura de mediana a elevada plasticidad con una capacidad de resistencia menor a 0.83 kg/cm². Lo cual conlleva a que tenga un peligro sísmico medio.

4.7.3 Riesgo sísmico de las edificaciones

Al combinar los resultados antes obtenidos se pudo determinar que los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002 tienen un riesgo sísmico medio, debiendo tomar precauciones con los tabiques de la edificación, dado que, ante un evento sísmico severo, estos podrían colapsar, por lo que sería necesario se implemente en la institución educativa un plan de prevención de riesgos ante un evento sísmico, esto con la finalidad de evitar pérdidas de vidas humanas. Finalmente, es preciso indicar que el módulo N°4 de la institución educativa tiene un riesgo sísmico alto, por lo que ante un evento sísmico severo este podría colapsar.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- a.** Los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002 tienen un nivel de riesgo sísmico MEDIO, mientras que el módulo N°4 tiene un nivel de riesgo sísmico ALTO
- b.** Los módulos N°1, N°2, N°3 y N°4 de la institución educativa primaria de menores N°16002 tienen un nivel de peligro sísmico MEDIO, a causa de que se encuentran en la zona sísmica N°2, tiene suelos flexibles y una topografía plana.
- c.** Los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002 tienen un nivel de vulnerabilidad sísmica BAJA, mientras que el módulo N°4 tiene vulnerabilidad sísmica ALTA.
- d.** Los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002 ante un sismo severo, sufrirán desplazamiento relativo de entrepiso mayor en la dirección “X” que en la dirección “Y”, siendo estos menores al máximo permitido 0.007 (NTE-E030, 2020).
- e.** Asimismo, se ha determinado la estabilidad de los tabiques en los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002, encontrándose que todos ellos son inestables.
- f.** Al evaluar el acero en columnas de todos los edificios, se pudo constatar que todas las secciones de columna tienen la cantidad de acero adecuado ante cargas muertas y vivas, pero ante cargas de sismo la cantidad de acero en columnas resulta insuficiente.
- g.** Los esfuerzos admisibles a la compresión del concreto para todas las columnas de los edificios de la institución educativa N°16002, son inferiores a la recomendación dada por ACI ($45\%f'c$).

5.2 RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda considerar un estudio posible de reforzamiento en las estructuras de los módulos N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N°16002 ya que el estudio de los efectos sísmicos sobre las estructuras, siempre serán materia de investigación dado que al ser edificaciones esenciales se hace indispensable y necesario salvaguardar la vida de los estudiantes, sobre todo de aquellas infraestructuras educativas que tengan más de 15 años de antigüedad.
- b. La investigación arroja falla por columna corta al momento de un sismo debido a que hasta cierta altura la columna se encuentra confinada entre dos muros, dejando ventanas en la parte superior. Lo cual ocasiona en caso de un evento sísmico que estos muros restrinjan el movimiento y las columnas cortas absorban mucho mayor rigidez que una columna larga es por eso que se recomienda una adecuada junta de construcción, de tal forma que se limpien y rellenen con Tecoport o Neopreno que son materiales que se expanden al momento de un movimiento sísmico.
- c. El estado de conservación según los resultados de nuestra investigación el módulo N°4 cuenta con deterioros en sus acabados y elementos estructurales y representa un peligro en la institución educativa, debido a que no presenta elementos estructurales y sus componentes son únicamente unidades de albañilería de hace más de 50 años, por lo que recomiendo dar mantenimiento a la edificación anualmente para cubrir ciertos deterioros que pueden ir avanzando y deteriorando más a la estructura o en todo caso una posible demolición ya que su tiempo de vida útil ha caducado.
- d. Los elementos no estructurales según los resultados de nuestra investigación son inestables ya que el momento actuante es mucho mayor al momento resistente, lo cual podría generar un colapso en caso de un evento sísmico. Se recomienda arriostrar los muros de tabiquería a través de cortes perimétricos donde ira una columneta que pueda arriostrar en todo su perímetro a la tabiquería que dará la estabilidad al muro a la hora del movimiento sísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Cabezas, P.A. (2016). Evaluación de la Peligrosidad sísmica del centro sur de Chile a partir de la simulación de un terremoto probable, mediante un S.I.G. 1-94 PP. Chile.
- Álvarez Sánchez , J. J., & Pulgar Santacruz, X. O. (2019). Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el Distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales. 1-172 pp. Lima, Perú.
- Arteaga Mora, P. A. (2016). Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de cuenca Ecuador. 1-83 pp. Ecuador.
- Frank Lorenzo, A. H., & José Luis, C. V. (2015). Análisis del riesgo sísmico en edificaciones de albañilería mediante fichas de evaluación sistematizadas en una plataforma geoespacial en el sector 19, 20, 21 y 22 Distrito de Chorrillos. 34 p. Lima, Perú.
- Gonzáles Olórtegui, C. E. (2018). Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del Distrito de Gregorio Pita – Provincia de San Marcos 2017. 1-163 pp. Cajamarca, Perú.
- Gonzáles Vásquez, F. J. (2017). Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1-101 pp. Cajamarca, Perú.
- Instituto Geofísico del Perú;. (2014). Evaluación del Peligro Sísmico en Perú. 1-66 pp. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén. 1-170 pp. Jaén, Perú.
- Instituto para la Resiliencia ante Desastres. (2022). *Aprende Resiliencia*. Obtenido de <https://aprenderesiliencia.cl/magnitud-e-intensidad-de-un-terremoto/>
- Mamani Padilla, C. J., & Fhilco Arce, H. O. (2021). Vulnerabilidad sísmica en las edificaciones escolares públicas del Distrito de ciudad nueva, Tacna 2021. 1-89 pp. Tacna, Perú.

- Mc Cormac, Jack y Brown, Russell (2011). “Diseño de Concreto Reforzado”. (8° ed.) México. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Morales Morales, Roberto (2006). “Diseño en Concreto Armado”. (3° ed.) Lima Perú. Instituto de la Construcción y Gerencia – ICG.
- Morocho Orellana, J. C., Inca Balseca, L., Cornejo Reyes, P. J., & Mena Reinoso, A. P. (2022). Vulnerabilidad sísmica en edificaciones educativas ecuatorianas evaluadas mediante modelos matemáticos de análisis dinámico. 2073-2092 pp. Guayaquil, Ecuador.
- Mosqueira Moreno, M. A. (2012). Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca. 1-158 pp. Cajamarca, Perú.
- Norma E. 030 - Diseño Sismorresistente. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-030. 1-81 pp. Lima, Perú.
- Orrillo Rojas, J. D. (2017). Riesgo sísmico del edificio “2J” de la Universidad Nacional de Cajamarca. 1-160 pp. Cajamarca, Perú.
- RNE. (2020). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E-020, E-0.30, E-070. Lima, Perú.
- Universidad Autónoma de México. (2011). Riesgo Sísmico. 1-30 pp. México, México.

ANEXOS

ANEXO 01: ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

1.1. CONCLUSIÓN

Se concluye según los ensayos de esclerómetro el ensayo de índice de rebote del sedimentador si **cumplen** la resistencia mínima. Según el cuadro de resumen podremos ver los resultados en las hojas de cálculo.

CUADRO DE RESUMEN

Nº	Lugar	Lectura del Esclerómetro – I.E.P.M. N° 16002											Resistencia
		(N/mm ²)											Corregida
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	F'c (Kg/cm ²)
1	Colum. M - 2	38	39	40	36	39	38	41	40	39	41	43.30	265.12
2	Viga M - 3	36	32	36	36	34	36	30	33	35	36	38.22	233.85
3	Viga M - 1	30	31	26	36	38	32	33	38	37	37	37.56	229.77

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Segundo Dávila Bernillo
 CIP: 165089

RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MARTILLO

TESISTA : PAULA DE FATIMA MARIN MARIN
PROYECTO DE TESIS : RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N° 16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA
UBICACIÓN : LOCALIDAD JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA
DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²
FECHA : JUNIO DEL 2022

EDAD DE LA ESTRUCTURA : 18 AÑOS DE ANTIGÜEDAD - AÑO 2004

Nº	UBICACIÓN	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	(MPA)	F'C (kg/cm ²)
1	COLUMNA - MODULO N° 2	38	43.33	26.00	265.12
2	COLUMNA - MODULO N° 2	39			
3	COLUMNA - MODULO N° 2	40			
4	COLUMNA - MODULO N° 2	36			
5	COLUMNA - MODULO N° 2	38			
6	COLUMNA - MODULO N° 2	38			
7	COLUMNA - MODULO N° 2	41			
8	COLUMNA - MODULO N° 2	40			
9	COLUMNA - MODULO N° 2	39			
10	COLUMNA - MODULO N° 2	41			

OBSERVACIONES : ENSAYOS EFECTUADOS CON MARTILLO MARCA RUMISTONE LC - 010200 CON LECTURAS EN ; (MPA) ; SE HICIERON LAS CONVERSIONES A Kg/cm²; (MPA)= 10.197Kg/cm² Y SEGUN TABLA DE CONVERSIÓN

Registro INDECOPI N° 00129178

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Segundo Dávila Bernillo
CIP: 165089

RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MARTILLO

TESISTA : PAULA DE FATIMA MARIN MARIN
PROYECTO DE TESIS : RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N° 16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA
UBICACIÓN : LOCALIDAD JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA
DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²
FECHA : JUNIO DEL 2022

EDAD DE LA ESTRUCTURA : 18 AÑOS DE ANTIGÜEDAD - AÑO 2004

Nº	UBICACIÓN	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	(MPA)	F'C (kg/cm ²)
1	VIGA - MODULO N° 3	36	38.22	22.93	233.85
2	VIGA - MODULO N° 3	32			
3	VIGA - MODULO N° 3	36			
4	VIGA - MODULO N° 3	36			
5	VIGA - MODULO N° 3	34			
6	VIGA - MODULO N° 3	36			
7	VIGA - MODULO N° 3	30			
8	VIGA - MODULO N° 3	33			
9	VIGA - MODULO N° 3	35			
10	VIGA - MODULO N° 3	36			

OBSERVACIONES : ENSAYOS EFECTUADOS CON MARTILLO MARCA RUMISTONE LC - 010200 CON LECTURAS EN ; (MPA) ; SE HICIERON LAS CONVERSIONES A Kg/cm²; (MPA)= 10.197Kg/cm² Y SEGUN TABLA DE CONVERSIÓN

Registro INDECOPi N° 00129178

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo Dávila Bernillo
CIP: 165088

RESISTENCIA DEL CONCRETO CON MARTILLO

TESISTA : PAULA DE FATIMA MARIN MARIN
PROYECTO DE TESIS : RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N° 16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA
UBICACIÓN : LOCALIDAD JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA
DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²
FECHA : JUNIO DEL 2022

EDAD DE LA ESTRUCTURA : 18 AÑOS DE ANTIGÜEDAD - AÑO 2004

Nº	UBICACIÓN	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	(MPA)	F'C (kg/cm ²)
1	VIGA - MODULO N°1	30	37.56	22.53	229.77
2	VIGA - MODULO N°1	31			
3	VIGA - MODULO N°1	26			
4	VIGA - MODULO N°1	36			
5	VIGA - MODULO N°1	38			
6	VIGA - MODULO N°1	32			
7	VIGA - MODULO N°1	33			
8	VIGA - MODULO N°1	38			
9	VIGA - MODULO N°1	37			
10	VIGA - MODULO N°1	37			

OBSERVACIONES : ENSAYOS EFECTUADOS CON MARTILLO MARCA RUMISTONE LC - 010200 CON LECTURAS EN ; (MPA) ; SE HICIERON LAS CONVERSIONES A Kg/cm²; (MPA)= 10.197Kg/cm² Y SEGUN TABLA DE CONVERSIÓN

Registro INDECOPI N° 00129178

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Segundo Dávila Bernillo
CIP: 165088

ANEXO 02: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

2.1 Trabajos de Campo

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde se tomaron muestras de tres calicatas a cielo abierto y extrayendo las muestras alteradas e inalteradas, que permitieron caracterizar al suelo de fundación en el área delimitada para el Proyecto en mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.

2.2 Exploración

Se realizaron la ejecución de tres (03) calicatas (de 1 m x 1 m y 2.00 m de profundidad) designada como C – 01, C – 02 y C - 03; ubicadas convenientemente.

2.3 Muestreo y registros de Exploración

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas para determinar sus propiedades y características físico – mecánicas fundamentales, tales como: Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, Pesos Unitarios, Pesos Específicos, Corte Directo y Análisis Químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

PROFUNDIDAD DE CALICATAS

EXPLORACIONES	COORDENADAS	PROF(m)
C – 01	E = 0742131.133 N = 9368930.262	2.00
C – 02	E = 0742140.701 N = 9368951.507	2.00
C – 03	E = 0742158.591 N = 9368968.801	2.00

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Segundo Dávila Bernillo
EIP: 183088

2.4 Tipo de Suelo y Período

De acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo **tipo S3**, con un período **Tp (s) = 1.00 seg.** Y un factor de suelo **S = 1.4.**

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION
C - 01 - COORD. E = 742131.133 - N = 9368930.262
Profesional Responsable: SEGUNDO DAVILA BERNILLA **ING. CIVIL C.I.P.:** 165089

Tesista : MARIA PAULA DE FATIMA MARIN MARIN

Tesis : "RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N° 16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA

Ubicación : LOC. JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA

Tipo de Cimentacion Superficial:	Zapatras Conectadas con Vigas de Cimentacion y/o Zapatras continuas, Solado o Platea armada
Estratos de Apoyo de la Cimentacion:	CL, Arcillas inorganicas de mediana a elevada plasticidad
Profundidad De la Napa Freatica:	No Fecha: JUNIO DEL 2022

PARAMETROS DE DISEÑOS DE CIMENTACION

Profundidad de Cimentacion:	Df = 2.0 m (Minima desde la Superficie)
Presion Admisible del Terreno:	Qa = 0.83 Kg/cm² (Zapata Cuadrada) Qa = 0.92 Kg/cm² (Zapata Corrida)
Factor de Seguridad:	3
Asentamiento Inmediato:	1.41 cm < 2.54 cm (1" Asentamiento permisible)

PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO (NORMA E.030)

Zona Sismica:	2	Z:	0.25
Categoria de Edificacion	A	U:	1.50
Tipo de Perfil del Suelo:	S3		
Factor del Suelo:	1.4		
Periodo TP (S)	1.00		
Periodo TL (S)	1.60		
Agresividad del Suelo a la Cimentacion:	Insignificante (Cemento Portland Tipo I)		

PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION

Licucacion:	No Licuable
Colapso:	No Colapsable
Expansion:	Expansion Menor a la Capacidad de Soporte

Recomendaciones Adicionales: No debe cimentarse sobre turba, suelo organico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, estos materiales deben ser removidos en su totalidad

 SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


 Fabian Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

 SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


 Ing. Segundo Dávila Bernilla
 C.I.P: 165089

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

C - 02 - COORD. E = 742140.701 - N = 9368951.507

Profesional Responsable: SEGUNDO DAVILA BERNILLA **ING. CIVIL C.I.P.:** 165089

Tesista : MARIA PAULA DE FATIMA MARIN MARIN

Tesis : "RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N° 16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA

Ubicación : LOC. JAEN, DISTRITO JAEN, PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA

Tipo de Cimentacion Superficial:	Zapatras Conectadas con Vigas de Cimentacion y/o Zapatras continuas, Solado o Platea armada
Estratos de Apoyo de la Cimentacion:	MH, Limos inorganicas de elevada plasticidad
Profundidad De la Napa Freatica:	No Fecha: JUNIO DEL 2022

PARAMETROS DE DISEÑOS DE CIMENTACION

Profundidad de Cimentacion:	Df = 2.0 m (Minima desde la Superficie)
Presion Admisible del Terreno:	Qa = 0.77 Kg/cm ² (Zapata Cuadrada) Qa = 0.90 Kg/cm ² (Zapata Corrida)
Factor de Seguridad:	3
Asentamiento Inmediato:	1.31 cm < 2.54 cm (1" Asentamiento permisible)

PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO (NORMA E.030)

Zona Sismica:	2	Z:	0.25
Categoria de Edificacion	A	U:	1.50
Tipo de Perfil del Suelo:	S3		
Factor del Suelo:	1.4		
Periodo TP (S)	1.00		
Periodo TL (S)	1.60		
Agresividad del Suelo a la Cimentacion:	Insignificante (Cemento Portland Tipo I)		

PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION

Licucion:	No Licuable
Colapso:	No Colapsable
Expansion:	Expansion Menor a la Capacidad de Soporte

Recomendaciones Adicionales: No debe cimentarse sobre turba, suelo organanico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, estos materiales deben ser removidos en su totalidad

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

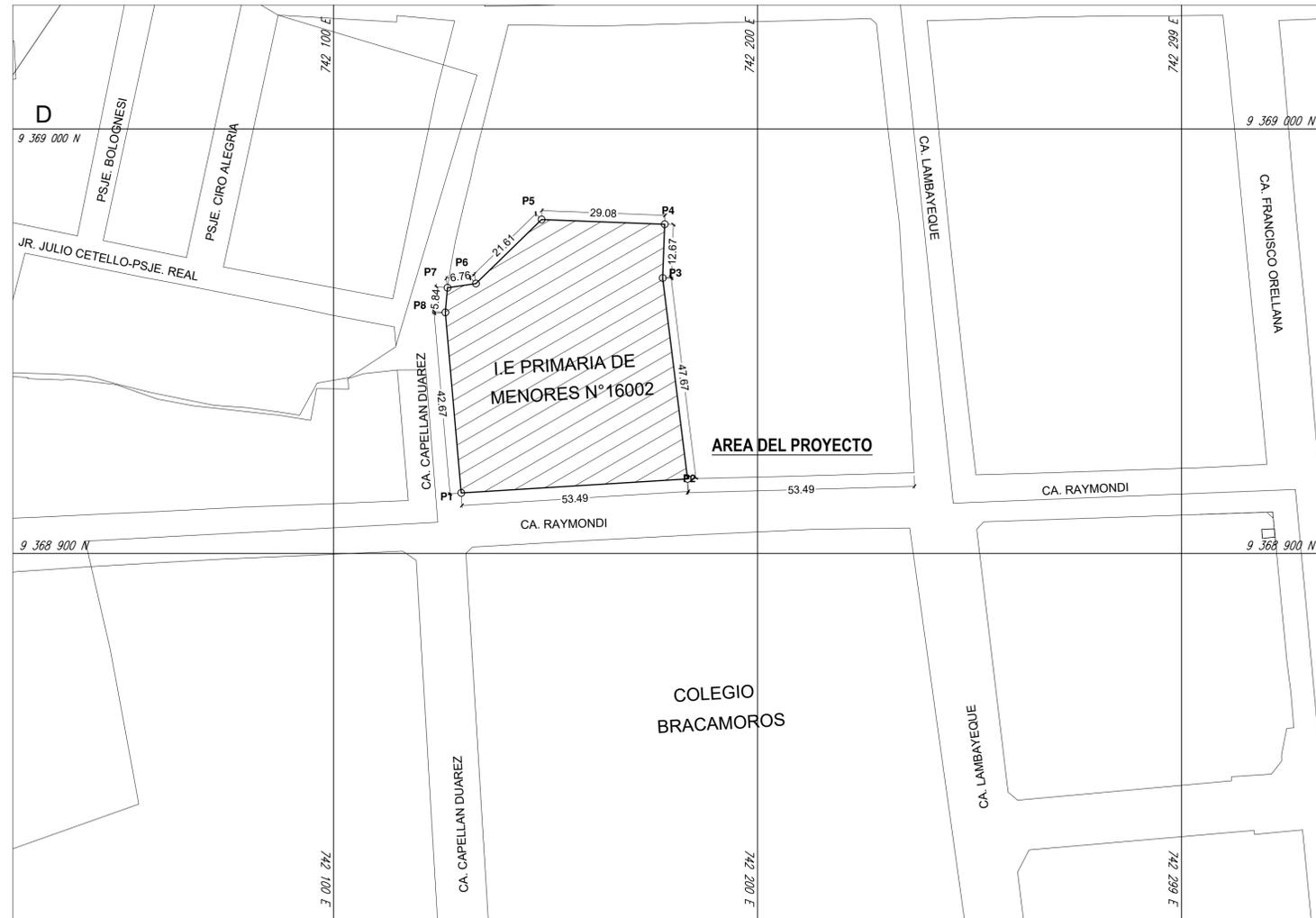
Fabian Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

SUELOS GEOCONTROL S.R.L.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Segundo Dávila Bernilla
C.I.P: 165089

ANEXO 3

PLANOS DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



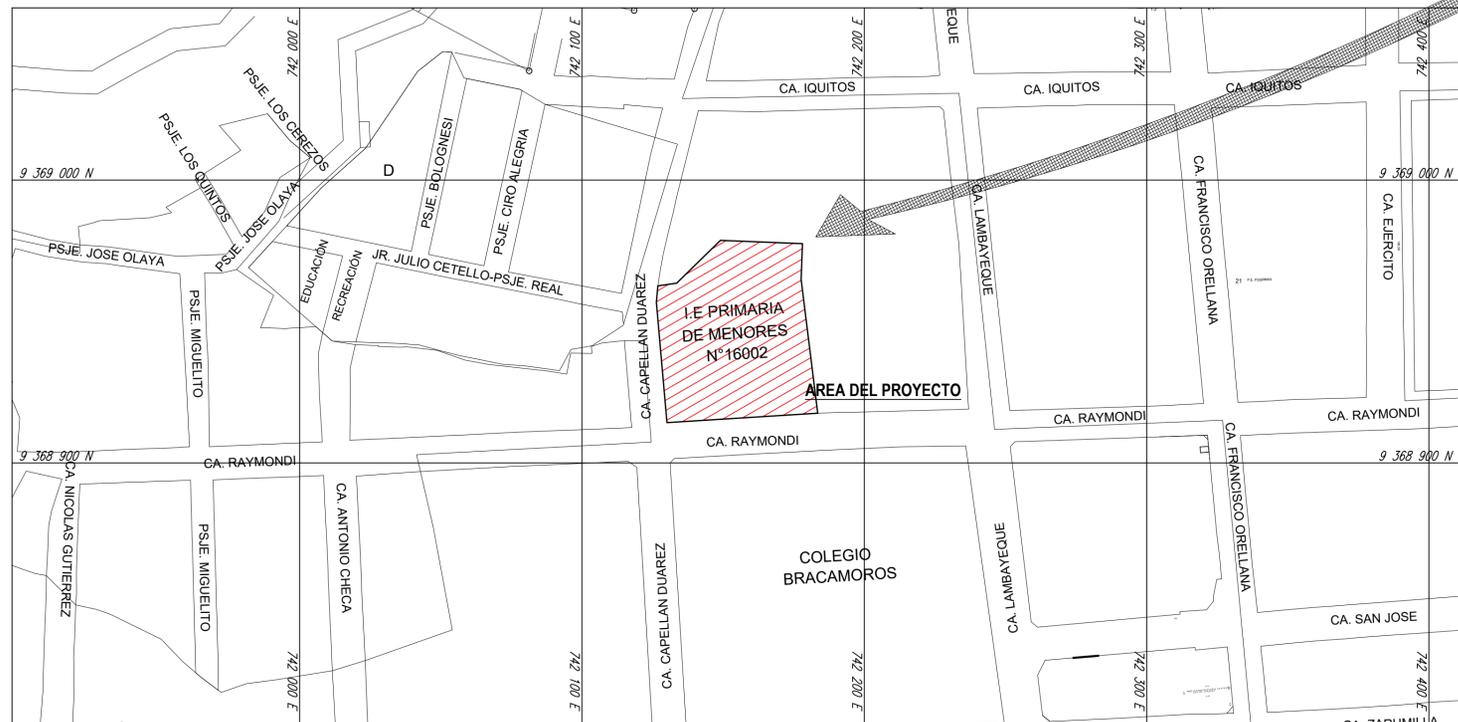
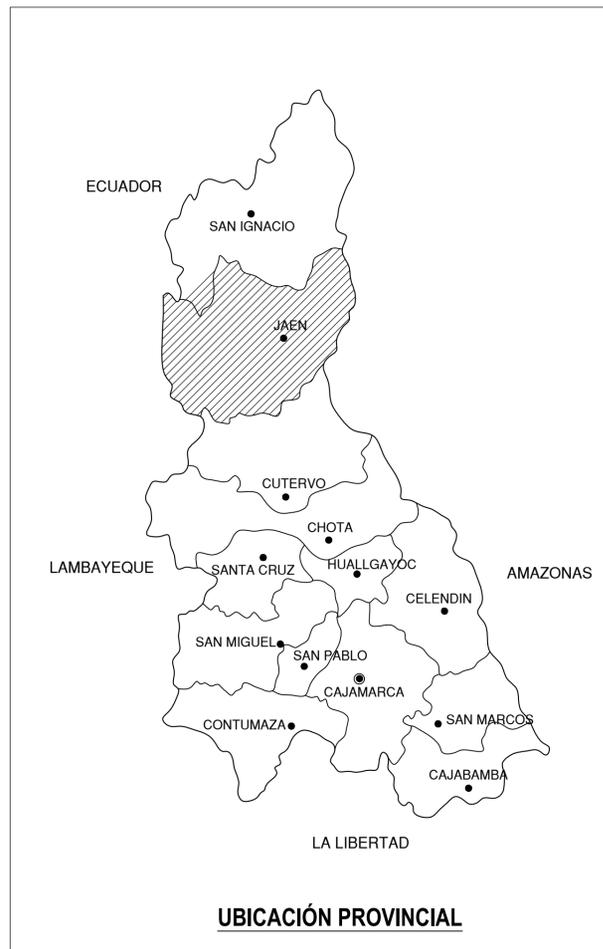
CUADRO DE COORDENADAS UTM DATUM WGS84					
VERT. LADO		DISTANCIA	ANG.INT.	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	P1-P2	53.486	91°30'16.81"	742,130.0958	9,368,914.2496
P2	P2-P3	47.674	86°27'9.32"	742,183.4801	9,368,917.5417
P3	P3-P4	12.674	189°17'53.62"	742,177.6071	9,368,964.8527
P4	P4-P5	29.083	90°0'0.00"	742,178.0985	9,368,977.5173
P5	P5-P6	21.613	133°31'11.28"	742,149.0376	9,368,978.6449
P6	P6-P7	6.757	215°53'0.37"	742,133.5582	9,368,963.5612
P7	P7-P8	5.841	103°29'40.72"	742,126.8729	9,368,962.5771
P8	P8-P1	42.674	169°50'47.89"	742,126.3517	9,368,956.7595
		AREA = 3,047.94 m ²		PERIMETRO = 219.80 m	

PROYECTO DE TESIS:
RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA

PLANO:
PLANO DE UBICACIÓN

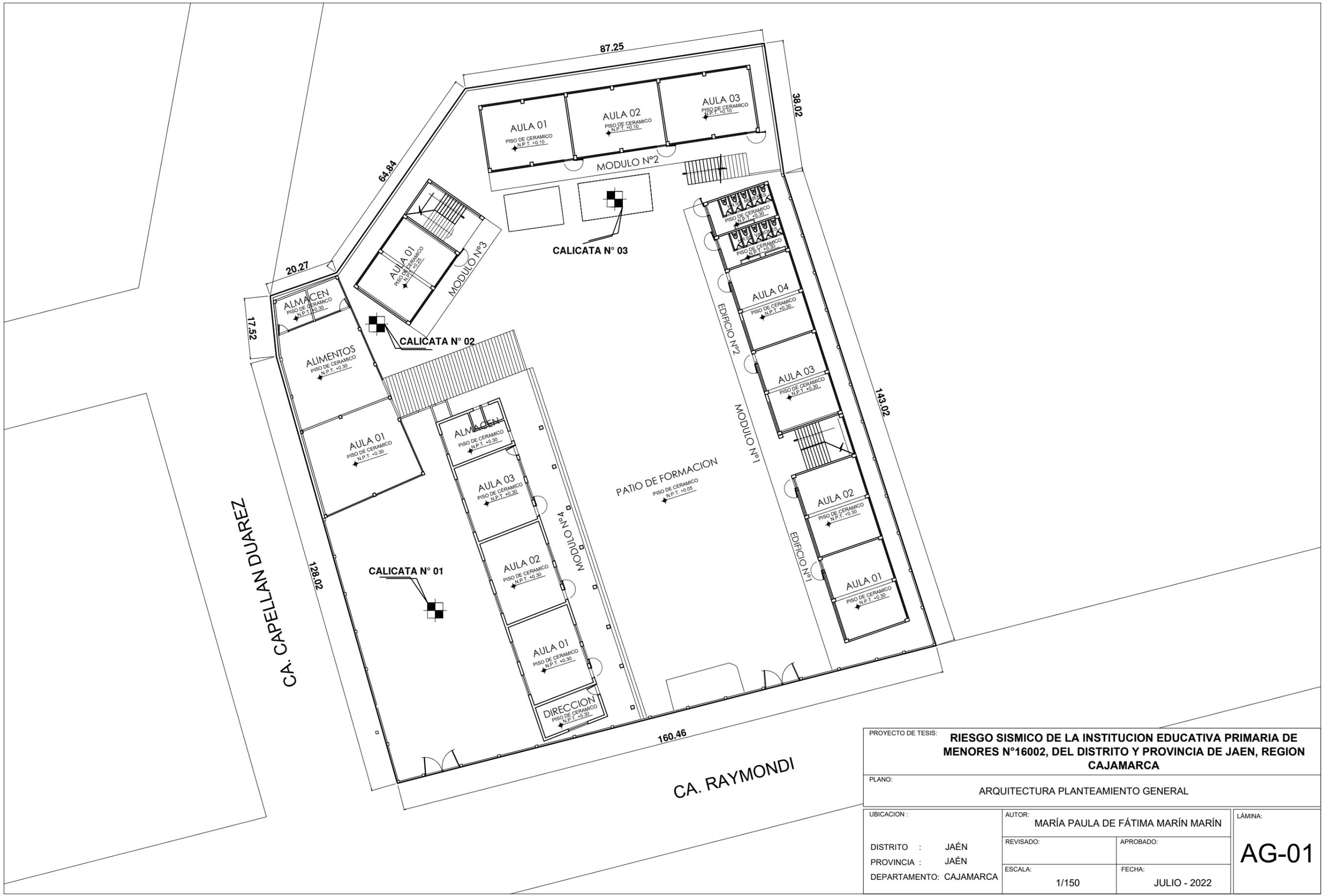
UBICACION :	AUTOR: María Paula de Fátima Marín Marín	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	REVISADO:	APROBADO:
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA:	FECHA:
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	1/150	JULIO - 2022

PU-01



PROYECTO DE TESIS:				
RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA				
PLANO:				
PLANO DE LOCALIZACIÓN				
UBICACION :	AUTOR:	LAMINA:		
DISTRITO : JAEN	Maria Paula de Fátima Marín Marín	PL-01		
PROVINCIA : JAÉN	REVISADO:			APROBADO:
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	ESCALA:			FECHA:
	1/150	JULIO - 2022		

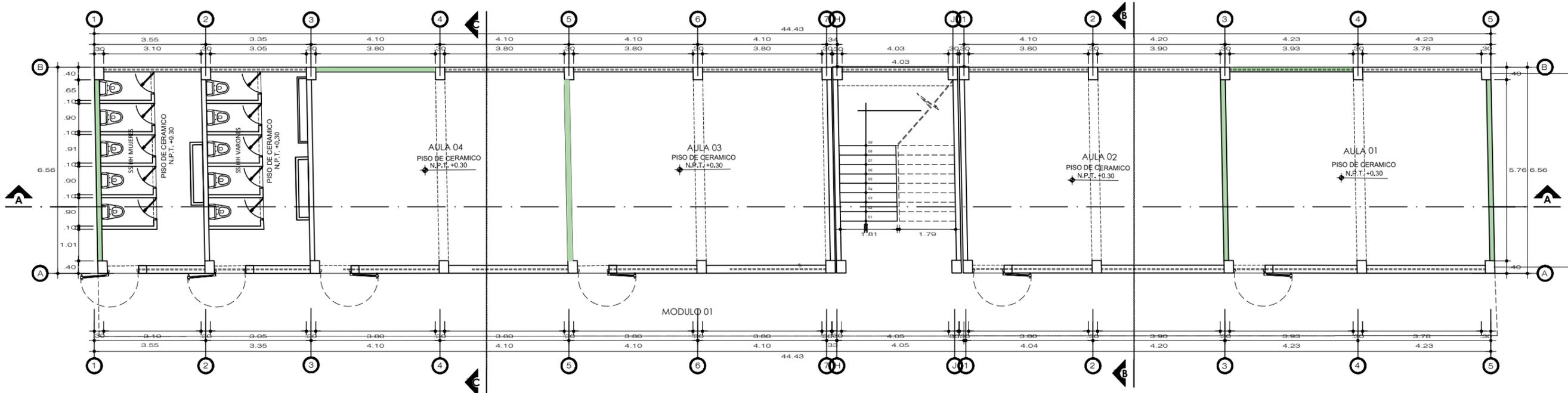
ANEXO 4
PLANOS DE ARQUITECTURA Y
ESTRUCTURAS



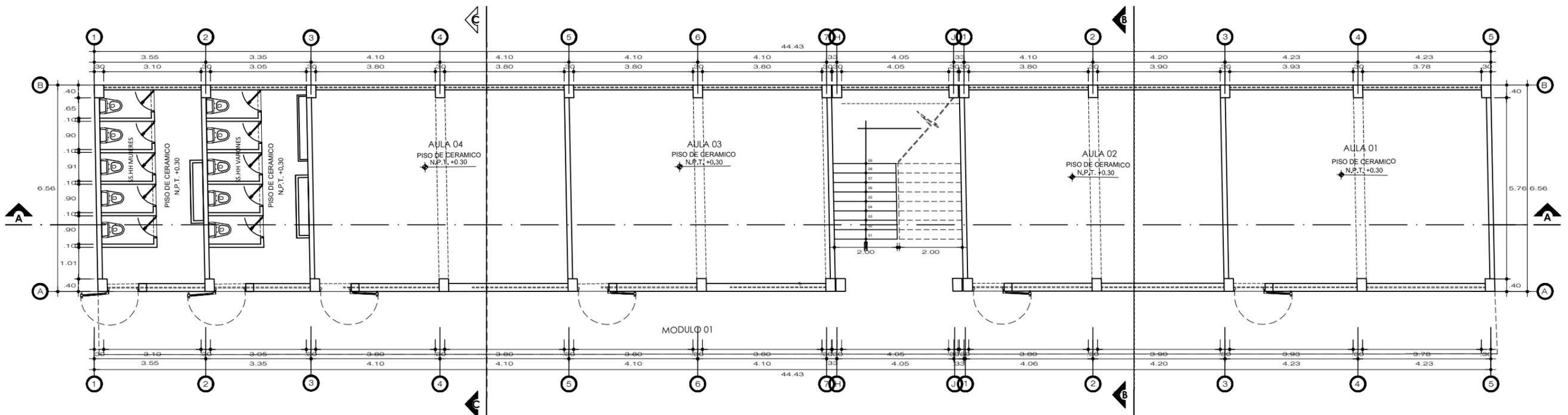
PROYECTO DE TESIS: **RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA**

PLANO: **ARQUITECTURA PLANTEAMIENTO GENERAL**

UBICACION :	AUTOR: MARÍA PAULA DE FÁTIMA MARÍN MARÍN		LÁMINA:
DISTRITO : JAÉN	REVISADO:	APROBADO:	AG-01
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA:	FECHA:	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	1/150	JULIO - 2022	

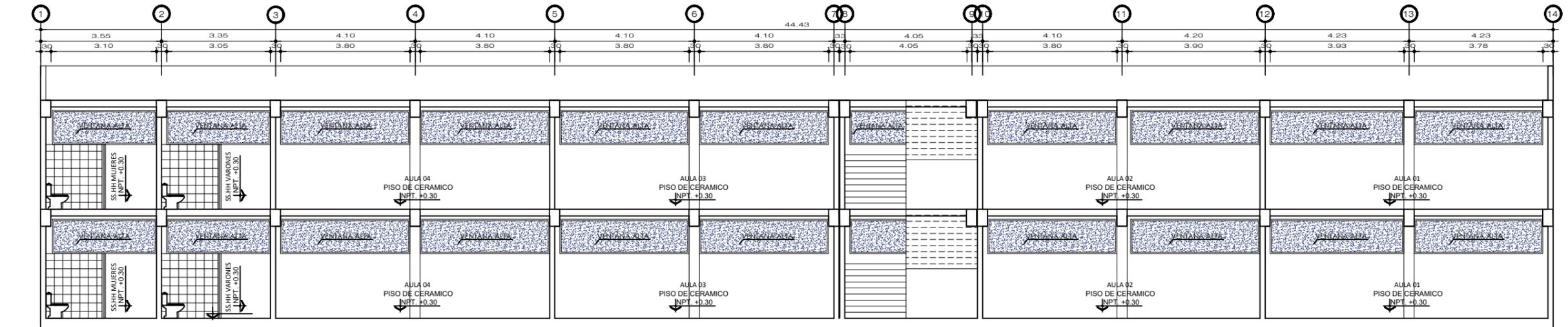


PLANTA PRIMER NIVEL - MODULO N°1
ESCALA: 1/50

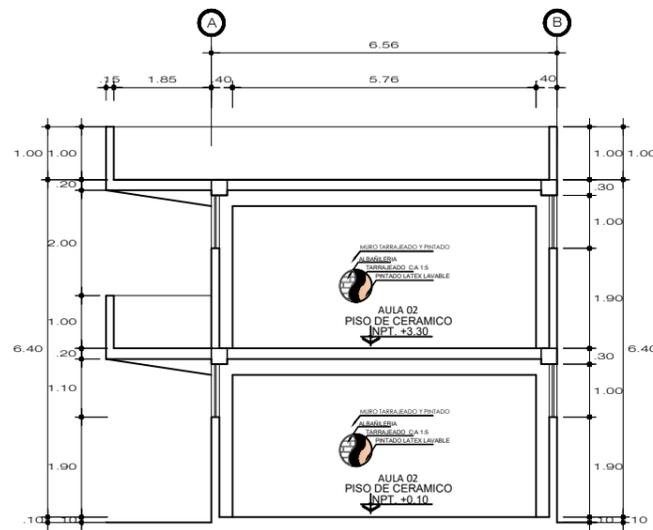


PLANTA SEGUNDO NIVEL - MODULO N°1
ESCALA: 1/50

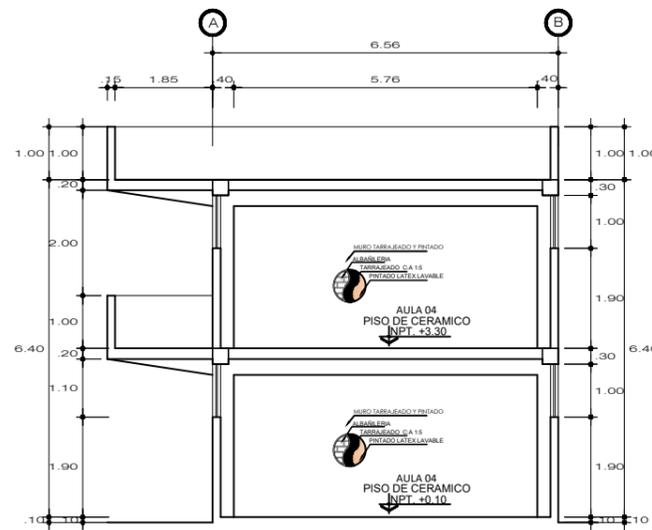
PROYECTO: RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA			
PLANO: ARQUITECTURA - MODULO N°1			
UBICACION:	AUTOR: MARIA PAULA DE FATIMA MARIN MARIN	LAMINA:	A-03
DISTRITO : JAEN	APROBADO:	DISEÑO: ARQUITECTURA	
PROVINCIA : JAEN	ESCALA: 1/50	FECHA: JULIO - 2022	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA			



CORTE A-A MODULO N°1
ESCALA: 1/50

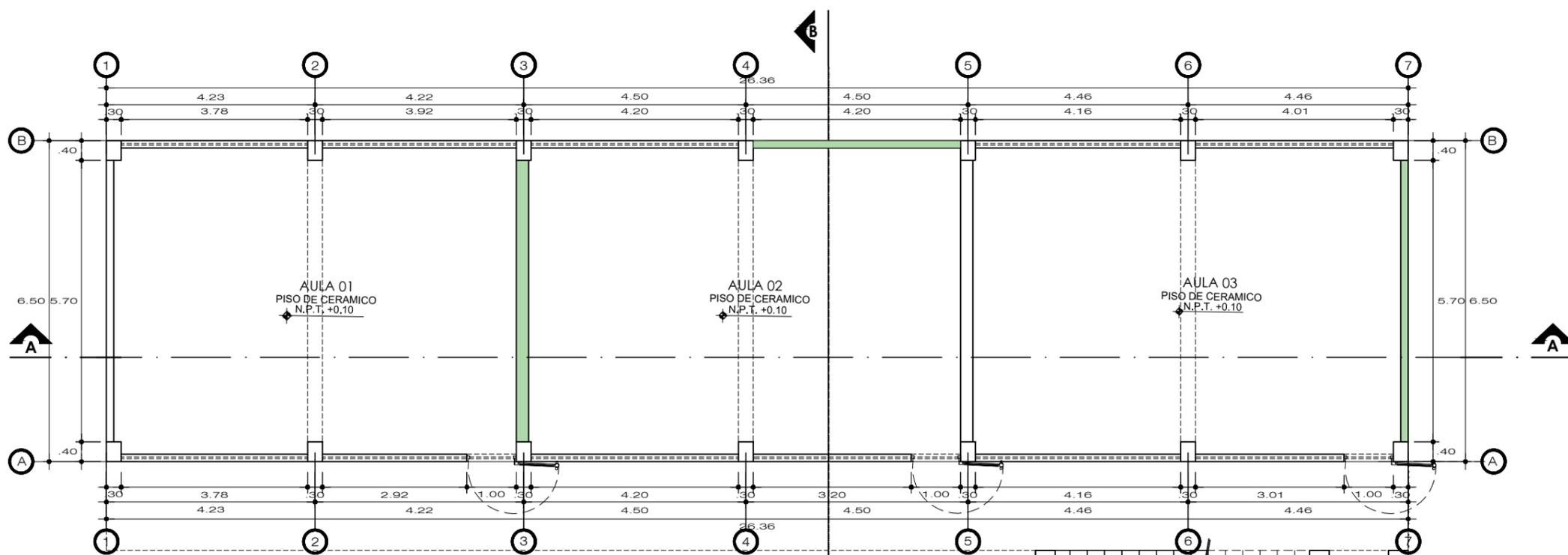


CORTE B-B MODULO N°1
ESCALA: 1/50

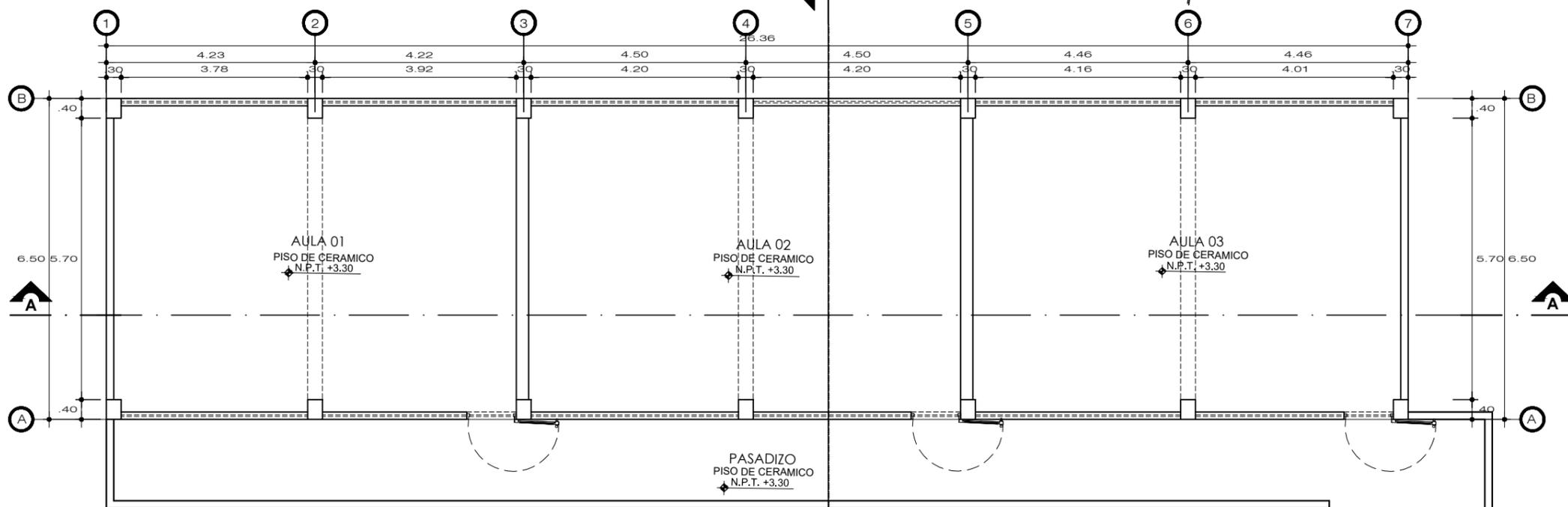


CORTE C-C MODULO N°1
ESCALA: 1/50

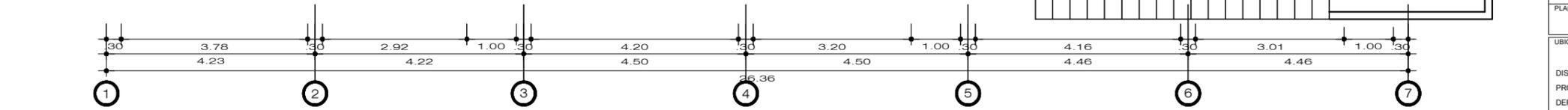
PROYECTO: RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA			
PLANO: ARQUITECTURA - MODULO N°1			
UBICACION:	AUTOR: MARIA PAULA DE FATIMA MARIN MARIN	LAMINA:	
DISTRITO : JAEN	APROBADO:	DISEÑO: ARQUITECTURA	
PROVINCIA : JAEN	ESCALA: 1/50	FECHA: JULIO - 2022	
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		A-03	



PLANTA PRIMER NIVEL - MODULO N°2
 ESCALA: 1/50

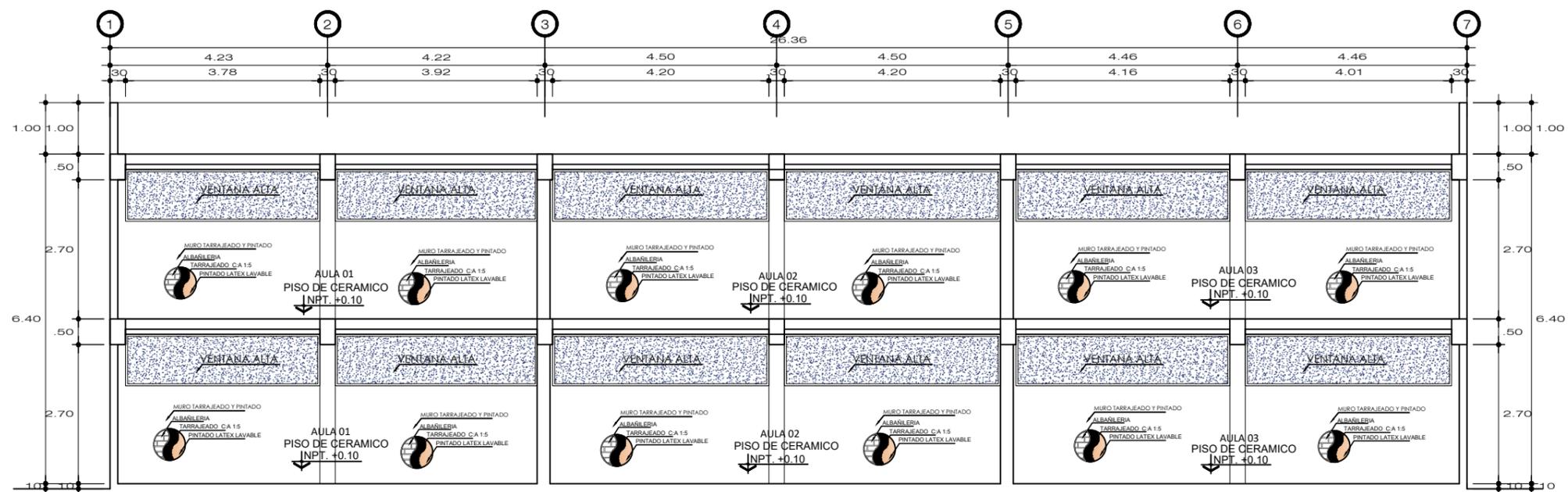


PLANTA SEGUNDO NIVEL - MODULO N°2
 ESCALA: 1/50

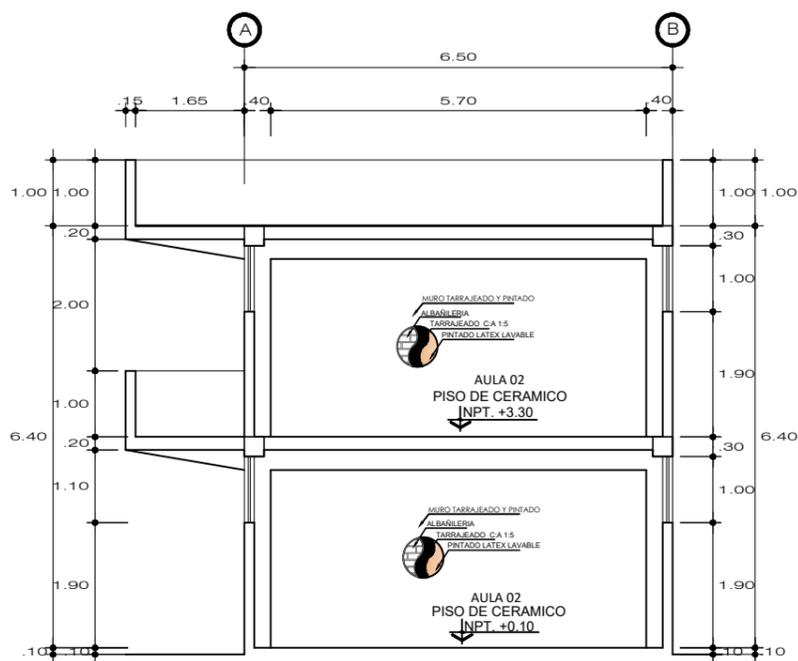


PROYECTO: RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA		
PLANO: ARQUITECTURA - MODULO N°2		
UBICACION:	AUTOR: MARIA PAULA DE FATIMA MARIN MARIN	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	APROBADO:	DIBUJO: ARQUITECTURA
PROVINCIA : JAEN	ESCALA: 1/50	FECHA: JULIO - 2022
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		

A-04



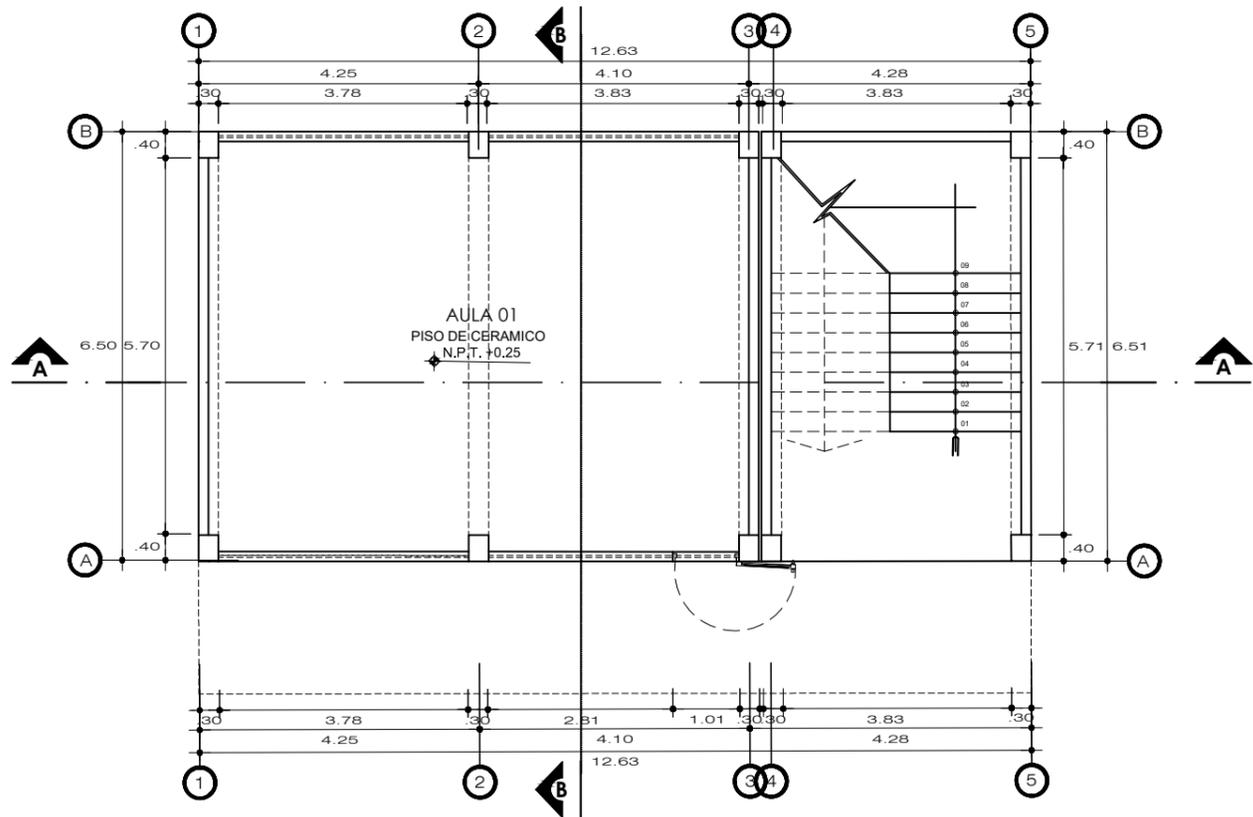
CORTE A-A MODULO N°2
ESCALA: 1/50



CORTE B-B MODULO N°2
ESCALA: 1/50

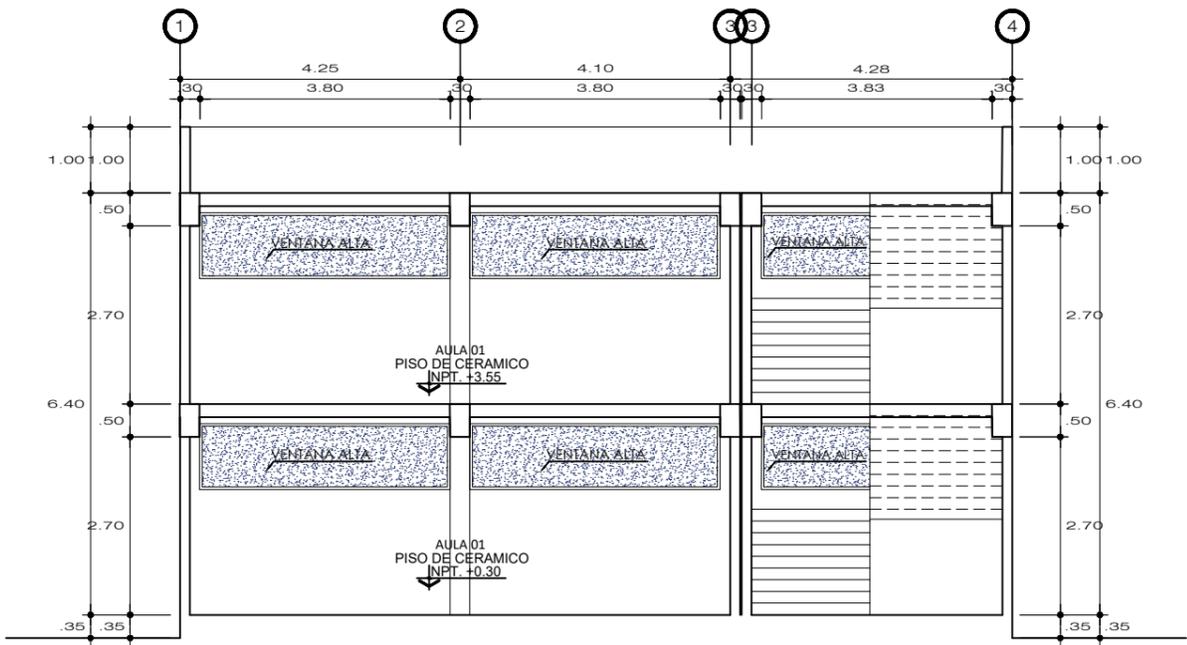
PROYECTO: RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA		
PLANO: ARQUITECTURA - MODULO N°2		
UBICACION:	AUTOR: MARÍA PAULA DE FÁTIMA MARÍN MARÍN	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	APROBADO:	DIBUJO: ARQUITECTURA
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA: 1/50	FECHA: JULIO - 2022
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		

A-04



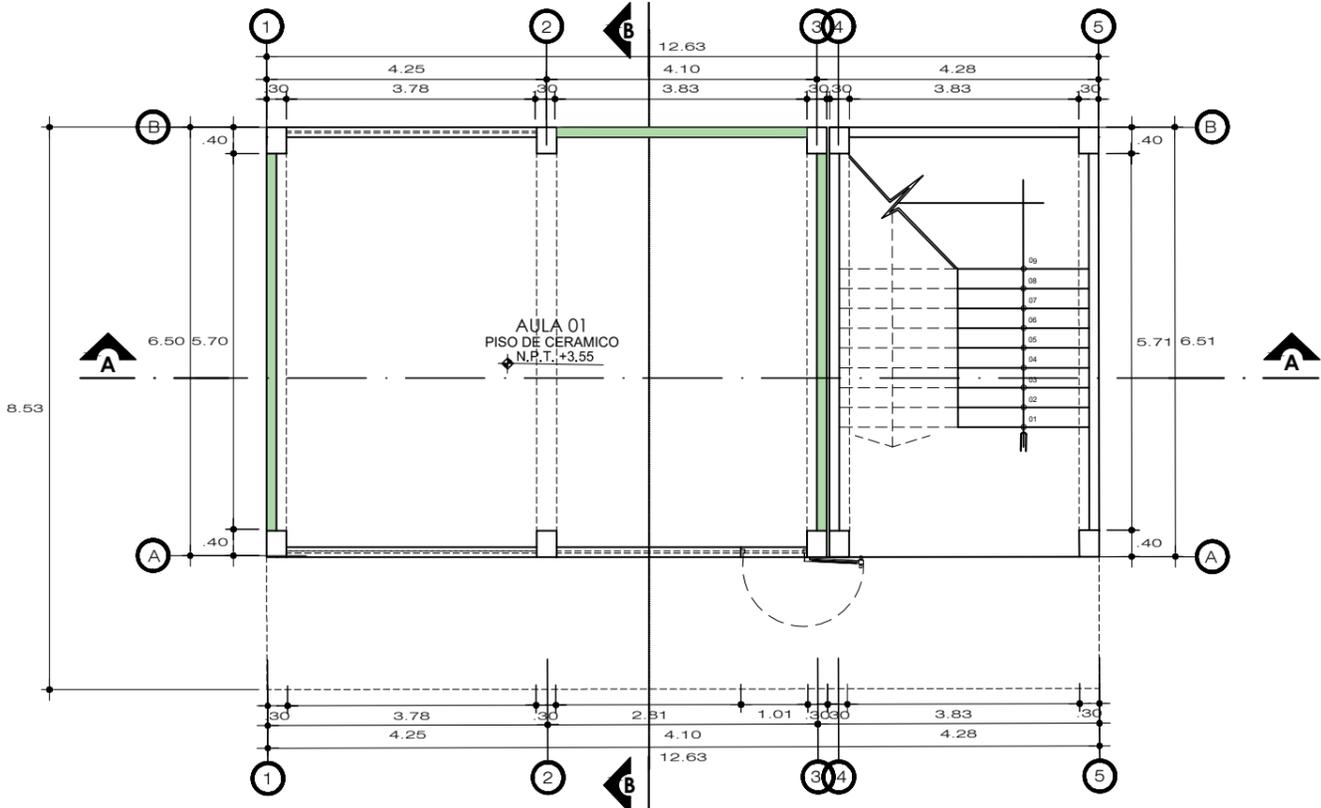
PLANTA PRIMER NIVEL - MODULO N°3

ESCALA: 1/50



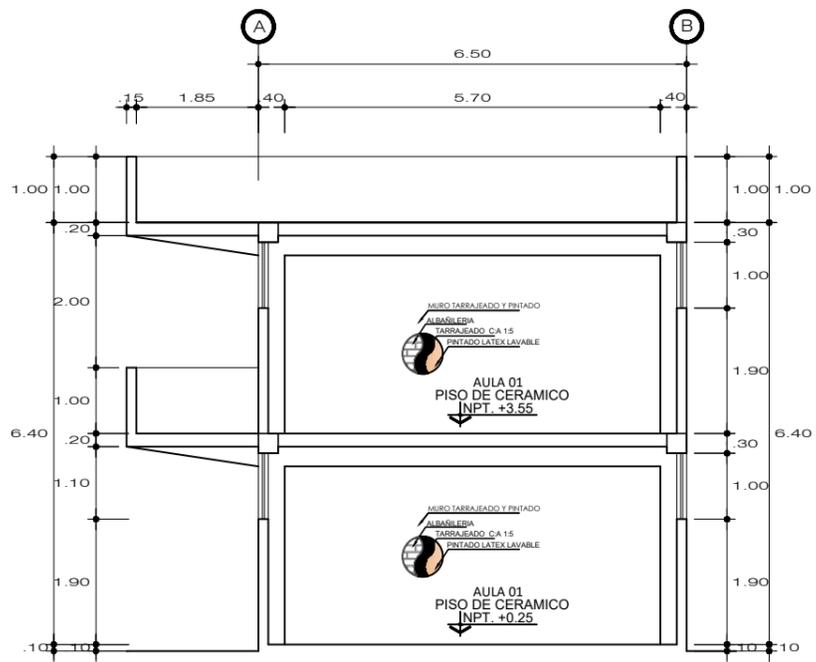
CORTE A-A MODULO N°3

ESCALA: 1/50



PLANTA SEGUNDO NIVEL - MODULO N°3

ESCALA: 1/50

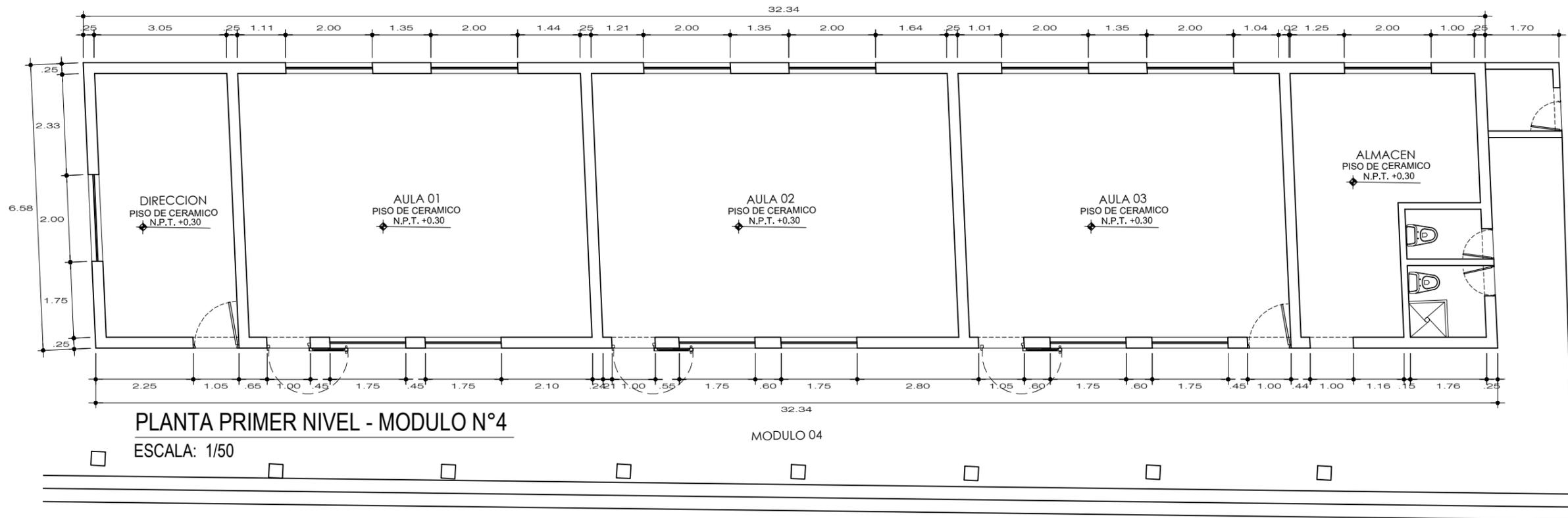


CORTE B-B MODULO N°3

ESCALA: 1/50

PROYECTO: RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA		
PLANO: ARQUITECTURA - MODULO N°3		
UBICACION:	AUTOR: MARÍA PAULA DE FÁTIMA MARÍN MARÍN	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	APROBADO:	DIBUJO: ARQUITECTURA
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA:	FECHA:
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	1/50	JULIO - 2022

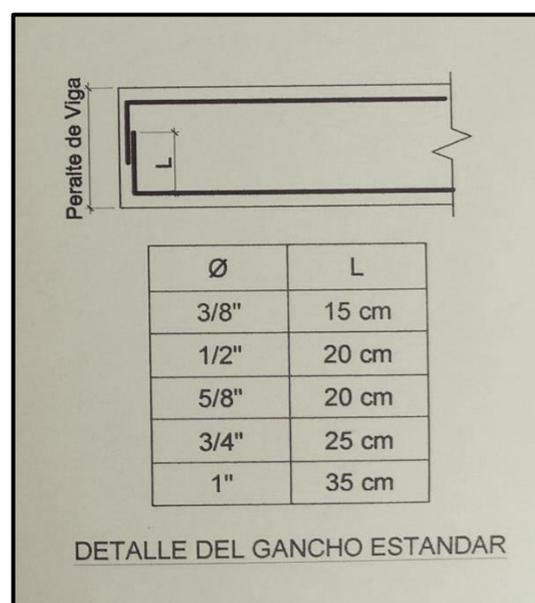
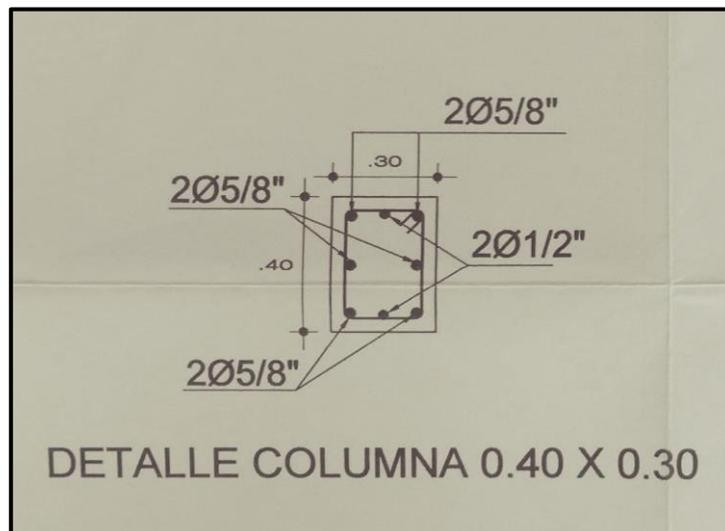
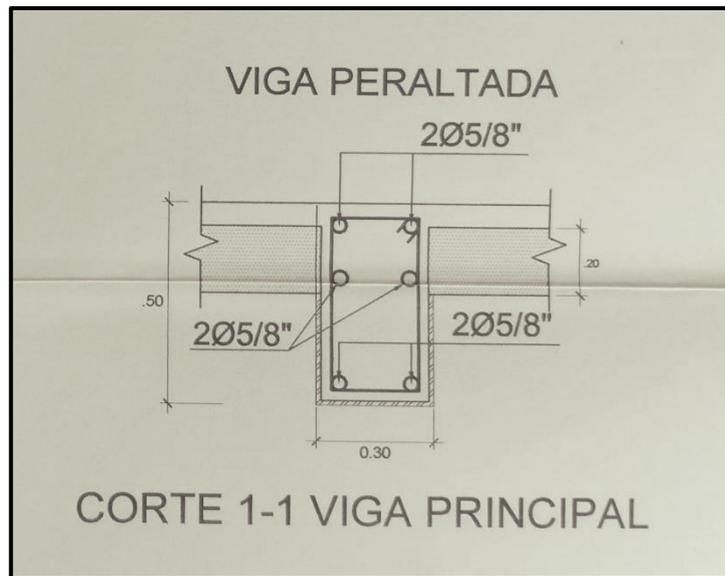
A-05

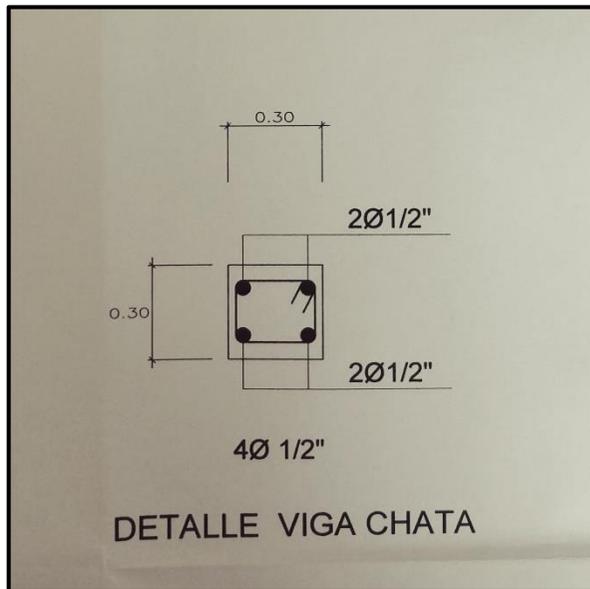
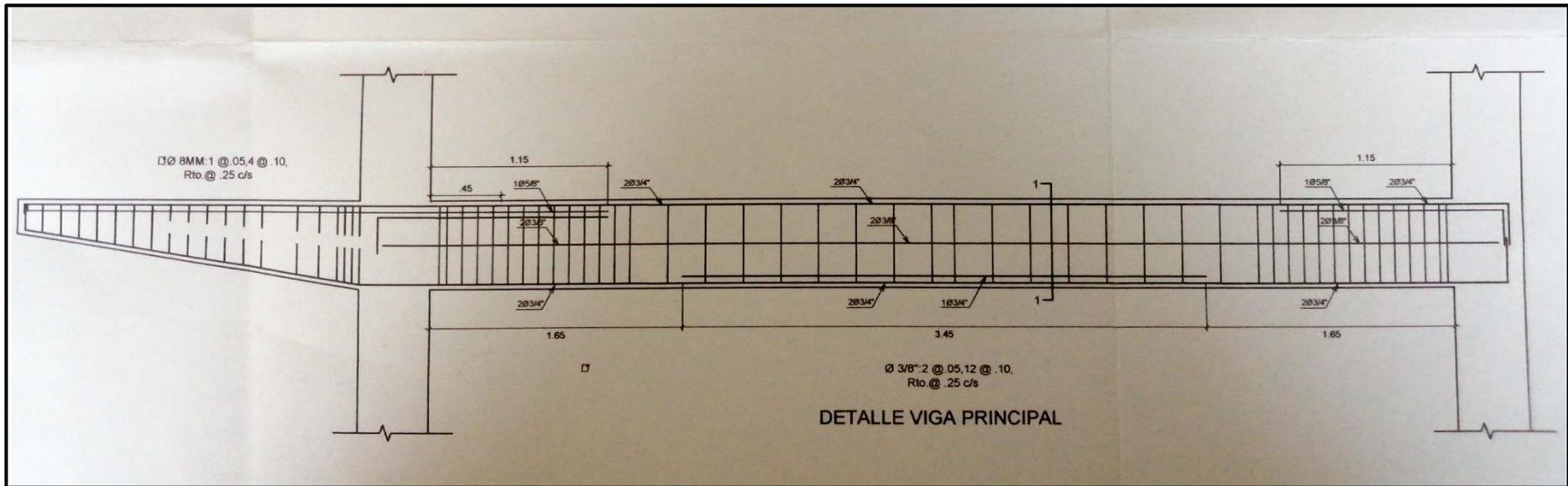


PROYECTO: RIESGO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA PRIMARIA DE MENORES N°16002, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE JAEN, REGION CAJAMARCA		
PLANO: ARQUITECTURA - MODULO N°4		
UBICACION:	AUTOR: MARÍA PAULA DE FÁTIMA MARÍN MARÍN	LAMINA:
DISTRITO : JAEN	APROBADO:	DIBUJO: ARQUITECTURA
PROVINCIA : JAÉN	ESCALA:	FECHA: JULIO - 2022
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	1/50	

A-06

FOTOGRAFÍAS DE PLANOS ESTRUCTURALES





ANEXO 05: METRADO DE CARGAS

METRADO DE CARGAS DEL EDIFICIO N°1 DEL MODULO N°1

Metrado de columnas en kg

Nivel	Número	b	d	h	Peso columna
2	10	0.3	0.4	3.2	9,216.00
1	10	0.3	0.4	3.2	9,216.00
					18,432.00

Metrado de vigas en kg

Nivel	Viga	Número	l	b	h	P. Viga	P. Total
2	A x-x	1	15.41	0.30	0.30	3,328.56	16,989.12
	B x-x	1	15.41	0.30	0.30	3,328.56	
	1 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	2 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	3 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	4 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	5 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
1	A x-x	1	15.41	0.30	0.30	3,328.56	16,989.12
	B x-x	1	15.41	0.30	0.30	3,328.56	
	1 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	2 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	3 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	4 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	5 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
						33,978.24	

Metrado de tabiquería en kg

Nivel	Muro	Número	t (m)	l (m)	h (m)	P. Muro (kg)	P. Total (kg)
2	A x-x	1	0.25	13.41	1.90	11,465.55	37,194.48
	B x-x	1	0.25	15.41	1.90	13,175.55	
	1 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	3 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	5 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
1	A x-x	1	0.25	13.41	1.90	11,465.55	37,194.48
	B x-x	1	0.25	15.41	1.90	13,175.55	
	1 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	3 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	5 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
						74,388.96	

Metrado de parapetos en kg

Nivel	Parapeto	Número	t	l	h	P. Parapeto	P. Total
Cubierta	P x-x	2	0.15	15.41	1	8,321.40	12,511.80
	P y-y	2	0.15	7.76	1	4,190.40	
2	P x-x	1	0.15	16.91	1	4,565.70	5,564.70
	P y-y	2	0.15	1.85	1	999.00	
						18,076.50	

Metrado de losas aligeradas de espesor e = 0.20 m en kg

Nivel	Área	Peso Unitario	P. Losa	P. Total
2	127.06	300	38,118.00	38,118.00
1	127.06	300	38,118.00	38,118.00
				76,236.00

Carga viva en kg

Nivel	Ocupación	Live	Área	Peso
2	Techo	100	127.06	12,706.00
1	Aulas	250	93.18	23,295.00
	Pasadizos	400	33.88	13,552.00
				49,553.00

Pesos efectivos en kg

Nivel	Cm	Cv	Peso por nivel	Peso Acumulado
2	119,594.10	12,706.00	132,300.10	132,300.10
1	101,517.60	36,847.00	138,364.60	270,664.70
				270,664.70

METRADO DE CARGAS DEL EDIFICIO N°2 DEL MODULO N°1

Metrado de columnas en kg

Nivel	Número	b	d	h	Peso columna
2	14	0.3	0.4	3.2	12,902.40
1	14	0.3	0.4	3.2	12,902.40
					25,804.80

Metrado de vigas en kg

Nivel	Viga	Número	l	b	h	P. Viga	P. Total
2	A x-x	1	21.35	0.30	0.30	4,611.60	23,688.00
	B x-x	1	21.35	0.30	0.30	4,611.60	
	1 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	2 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	3 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	4 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	5 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	6 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
1	7 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	23,688.00
	A x-x	1	21.35	0.30	0.30	4,611.60	
	B x-x	1	21.35	0.30	0.30	4,611.60	
	1 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	2 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	3 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	4 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
	5 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40	
6 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40		
7 y-y	1	5.74	0.30	0.50	2,066.40		
						47,376.00	

Metrado de tabiquería en kg

Nivel	Muro	Número	t	l	h	P. Muro	P. Total
2	A x-x	1	0.25	17.37	1.90	14,851.35	45,658.98
	B x-x	1	0.25	21.35	1.90	18,254.25	
	1 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	2 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	3 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	5 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	7 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
1	A x-x	1	0.25	17.37	1.90	14,851.35	45,658.98
	B x-x	1	0.25	21.35	1.90	18,254.25	
	1 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	2 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	3 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	5 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
	7 y-y	1	0.15	5.74	2.70	4,184.46	
						91,317.96	

Metrado de parapetos en kg

Nivel	Parapeto	Número	t	l	h	P. Parapeto	P. Total
Cubierta	P x-x	2	0.15	21.35	1	11,529.00	15,719.40
	P y-y	2	0.15	7.76	1	4,190.40	
2	P x-x	1	0.15	23.45	1	6,331.50	7,330.50
	P y-y	2	0.15	1.85	1	999.00	

23,049.90**Metrado de losas aligeradas de espesor e = 0.20 m en kg**

Nivel	Área	Peso Unitario	P. Losa	P. Total
2	172.77	300	51,829.80	51,829.80
1	172.77	300	51,829.80	51,829.80

103,659.60**Carga viva en kg**

Nivel	Ocupación	Live	Área	Peso
2	Techo	100	172.766	17,276.60
1	Aulas	250	125.666	31,416.50
	Pasadizos	400	47.1	18,840.00

67,533.10**Pesos efectivos en kg**

Nivel	Cm	Cv	Peso por nivel	Peso Acumulado
2	157,129.08	17,276.60	174,405.68	174,405.68
1	134,079.18	50,256.50	184,335.68	358,741.36

358,741.36

METRADO DE CARGAS DEL MODULO N°2

Metrado de columnas en kg

Nivel	Número	b	d	h	Peso columna
2	14	0.3	0.4	3.2	12,902.40
1	14	0.3	0.4	3.2	12,902.40
					25,804.80

Metrado de vigas en kg

Nivel	Viga	Número	l	b	h	P. Viga	P. Total
2	A x-x	1	24.26	0.30	0.30	5,240.16	24,844.32
	B x-x	1	24.26	0.30	0.30	5,240.16	
	1 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	2 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	3 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	4 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	5 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	6 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
1	7 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	24,844.32
	A x-x	1	24.26	0.30	0.30	5,240.16	
	B x-x	1	24.26	0.30	0.30	5,240.16	
	1 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	2 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	3 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	4 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
	5 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00	
6 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00		
7 y-y	1	5.70	0.30	0.50	2,052.00		
						49,688.64	

Metrado de tabiquería en kg

Nivel	Muro	Número	t	l	h	P. Muro	P. Total
2	A x-x	1	0.15	21.27	1.90	10,911.51	44,133.39
	B x-x	1	0.15	24.26	1.90	12,445.38	
	1 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
	3 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
	5 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
	7 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
1	A x-x	1	0.15	21.27	1.90	10,911.51	44,133.39
	B x-x	1	0.15	24.26	1.90	12,445.38	
	1 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
	3 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
	5 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
	7 y-y	1	0.25	5.70	2.70	6,925.50	
						88,266.78	

Metrado de parapetos en kg

Nivel	Parapeto	Número	t	l	h	P. Parapeto	P. Total
Cubierta	P x-x	2	0.15	24.26	1	13,100.40	17,150.40
	P y-y	2	0.15	7.5	1	4,050.00	
2	P x-x	1	0.15	26.36	1	7,117.20	8,008.20
	P y-y	2	0.15	1.65	1	891.00	

25,158.60

Metrado de losas aligeradas de espesor e = 0.20 m en kg

Nivel	Área	Peso Unitario	P. Losa	P. Total
2	190.61	300	57,184.20	57,184.20
1	190.61	300	57,184.20	57,184.20

114,368.40

Carga viva en kg

Nivel	Ocupación	Live	Área	Peso
2	Techo	100	190.614	19,061.40
1	Aulas	250	143.154	35,788.50
	Pasadizos	400	47.46	18,984.00

73,833.90

Pesos efectivos en kg

Nivel	Cm	Cv	Peso por nivel	Peso Acumulado
2	164,222.91	19,061.40	183,284.31	183,284.31
1	139,064.31	54,772.50	193,836.81	377,121.12

377,121.12

METRADO DE CARGAS DEL MODULO N°3

Metrado de columnas en kg

Nivel	Número	b	d	h	Peso columna
2	6	0.3	0.4	3.2	5,529.60
1	6	0.3	0.4	3.2	5,529.60
					11,059.20

Metrado de vigas en kg

Nivel	Viga	Número	l	b	h	P. Viga	P. Total
2	A x-x	1	7.60	0.30	0.30	1,641.60	9,460.80
	B x-x	1	7.60	0.30	0.30	1,641.60	
	1 y-y	1	5.72	0.30	0.50	2,059.20	
	2 y-y	1	5.72	0.30	0.50	2,059.20	
	3 y-y	1	5.72	0.30	0.50	2,059.20	
1	A x-x	1	7.60	0.30	0.30	1,641.60	9,460.80
	B x-x	1	7.60	0.30	0.30	1,641.60	
	1 y-y	1	5.72	0.30	0.50	2,059.20	
	2 y-y	1	5.72	0.30	0.50	2,059.20	
	3 y-y	1	5.72	0.30	0.50	2,059.20	
					18,921.60		

Metrado de tabiquería en kg

Nivel	Muro	Número	t	l	h	P. Muro	P. Total
2	A x-x	1	0.15	6.60	1.90	3,385.80	15,624.36
	B x-x	1	0.15	7.60	1.90	3,898.80	
	1 y-y	1	0.15	5.72	2.70	4,169.88	
	3 y-y	1	0.15	5.72	2.70	4,169.88	
1	A x-x	1	0.15	6.60	1.90	3,385.80	15,624.36
	B x-x	1	0.15	7.60	1.90	3,898.80	
	1 y-y	1	0.15	5.72	2.70	4,169.88	
	3 y-y	1	0.15	5.72	2.70	4,169.88	
					31,248.72		

Metrado de parapetos en kg

Nivel	Parapeto	Número	t	l	h	P. Parapeto	P. Total
Cubierta	P x-x	2	0.15	7.60	1	4,104.00	8,278.20
	P y-y	2	0.15	7.73	1	4,174.20	
2	P x-x	1	0.15	8.5	1	2,295.00	3,294.00
	P y-y	2	0.15	1.85	1	999.00	
					11,572.20		

Metrado de losas aligeradas de espesor e = 0.20 m en kg

Nivel	Área	Peso Unitario	P. Losa	P. Total
2	97.29	300	29,187.00	29,187.00
1	97.29	300	29,187.00	29,187.00
			58,374.00	

Carga viva en kg

Nivel	Ocupación	Live	Área	Peso
2	Techo	100	97.29	9,729.00
1	Aulas	250	71.81	17,952.50
	Pasadizos	400	25.48	10,192.00
				37,873.50

Pesos efectivos en kg

Nivel	Cm	Cv	Peso por nivel	Peso Acumulado
2	71,373.96	9,729.00	81,102.96	81,102.96
1	59,801.76	28,144.50	87,946.26	169,049.22
				169,049.22

ANEXO 06: MODELAMIENTO SAP 2000 V.24.0.0

Para el caso del edificio N°01 del módulo N°01 con sistema estructural aporticado y con altura de entrepiso de 3.20 metros, y con las siguientes características:

Resistencia a la compresión del concreto	:	2400 tn/m ²
Módulo de elasticidad del concreto	:	2323790.0 tn/m ²
Coefficiente de Poisson del concreto	:	0.2
Losa de techo aligerada de espesor (e)	:	0.20 m

Pesos para el análisis sísmico:

P2 =	125.95 tn
P1 =	119.94 tn

Se obtuvo los desplazamientos relativos de entrepiso una vez realizado el siguiente procedimiento:

Excentricidad accidental Doctor. Genner Villarreal Castro

$$e_x = 0.05 \times 16.91 \text{ m} \longrightarrow 0.846$$

$$e_y = 0.05 \times 8.54 \text{ m} \longrightarrow 0.427$$

Distribución de masas por altura

Piso 2

Masa traslacional

$$M_{t-2} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-2}}}{g} = 12.839 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-2} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 383.961 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud en x

b : longitud en y

Piso 1

Masa traslacional

$$M_{t-1} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-1}}}{g} = 12.226 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-1} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 365.651 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud en x

b : longitud en y

Factor de escala

$$F. E. = \frac{ZUSg}{R} = 0.64378$$

R = 8, coeficiente básico de reducción para el sistema aporticado de concreto armado

Propiedades del material

Material Property Data (Concrete)

Property	Value
Material Name and Display Color	concreto 240
Material Type	Concrete
Material Grade	Fc 4000 psi
Modulus Of Elasticity, E	2323790.0077244
Poisson, U	0.2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	968245.8
Specified Concrete Compressive Strength, fc	2400
Expected Concrete Compressive Strength	2400

Material Property Data (Rebar)

Property	Value
Material Name and Display Color	corrugado
Material Type	Rebar
Material Grade	Grade 60
Modulus Of Elasticity, E	21e6
Poisson, U	0.3
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	7841930.
Minimum Yield Stress, Fy	42000
Minimum Tensile Stress, Fu	63276.27
Expected Yield Stress, Fye	46402.6
Expected Tensile Stress, Fue	69603.89

Propiedades de sección

Rectangular Section

Property	Value
Section Name	C30x40
Display Color	Cyan
Depth (t3)	0.40
Width (t2)	0.30
Material	concreto 240

Asignación de empotramiento en la base

S Assign Joint Restraints ✕

Restraints in Joint Local Directions

<input checked="" type="checkbox"/> Translation 1	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 1
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 2	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 2
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 3	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 3

Fast Restraints

OK Close Apply

Asignación de brazos rígidos en ambas direcciones

S Assign Frame End Length Offsets ✕

Options for End Offset Along Length

Automatic from Connectivity
 User Defined Lengths

Parameters

User Defined Length Offset at End-I

User Defined Length Offset at End-J

Rigid Zone Factor

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Asignación de diafragmas rígidos a nivel de entrepiso

S Diaphragm Constraint ✕

Constraint Name

Coordinate System ▼

Constraint Axis

X Axis Auto
 Y Axis
 Z Axis

Semi-rigid Diaphragm Option

Semi-rigid

Note: Defined for application of seismic and wind loads. Option is only active when the Coordinate System is Global and the Constraint Axis is Z Axis.

Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level

OK Cancel

Asignación de masas en el centro de masas

Nivel N°02

S Assign Joint Masses ×

Specify Joint Mass

As Mass
 As Weight
 As Volume and Material Property

Material + A416Gr270

Mass Coordinate System

Direction Local

Mass

Translation 1 12.839 tonf-s²/m
Translation 2 12.839 tonf-s²/m
Translation 3 0 tonf-s²/m

Mass Moment of Inertia

Rotation about 1 0 tonf-m-s²
Rotation about 2 0 tonf-m-s²
Rotation about 3 383.961 tonf-m-s²

Options

Add to Existing Masses
 Replace Existing Masses
 Delete Existing Masses

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Nivel N°01

S Assign Joint Masses ×

Specify Joint Mass

As Mass
 As Weight
 As Volume and Material Property

Material + A416Gr270

Mass Coordinate System

Direction Local

Mass

Translation 1 12.226 tonf-s²/m
Translation 2 12.226 tonf-s²/m
Translation 3 0 tonf-s²/m

Mass Moment of Inertia

Rotation about 1 0 tonf-m-s²
Rotation about 2 0 tonf-m-s²
Rotation about 3 365.651 tonf-m-s²

Options

Add to Existing Masses
 Replace Existing Masses
 Delete Existing Masses

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Definición de la función de espectro de respuesta

S Response Spectrum Function Definition ×

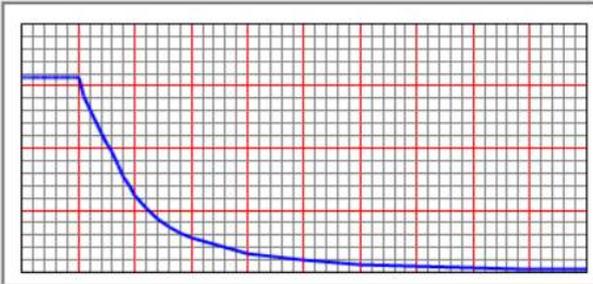
Function Name C Function Damping Ratio 0.05

Define Function

Period	Acceleration
0.	2.5
0.	2.5
0.02	2.5
0.04	2.5
0.06	2.5
0.08	2.5
0.1	2.5
0.12	2.5
0.14	2.5

Add Modify Delete

Function Graph



Display Graph 0,0,0,0

OK Cancel

Definición de estado de carga modal

S Load Case Data - Modal ✕

Load Case Name: MODAL Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Modal Design...

Stiffness to Use:
 Zero Initial Conditions - Unstressed State
 Stiffness at End of Nonlinear Case ▼
Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:
 Eigen Vectors
 Ritz Vectors

Number of Modes:
Maximum Number of Modes: 6
Minimum Number of Modes: 3

Mass Source: MSSSRC1

Loads Applied:
 Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Frequency Shift (Center): 0.1
Cutoff Frequency (Radius): 0.
Convergence Tolerance: 1.000E-09
 Allow Automatic Frequency Shifting

OK Cancel

Definición de estado de carga espectral

Sismo en "x"

S Load Case Data - Response Spectrum ✕

Load Case Name: SISMO X Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:
 CQC SRSS Absolute GMC NRC 10 Percent Double Sum
GMC f1: 1.
GMC f2: 0.
Periodic + Rigid Type: SRSS ▼

Directional Combination:
 SRSS CQC3 Absolute
Scale Factor:

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:
Eccentricity Ratio: 0.
Override Eccentricities: Override...

Modal Load Case:
Use Modes from this Modal Load Case: MODAL ▼
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	C	0.6438
Accel	U1	C	0.6438

Add Modify Delete

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK Cancel

Sismo en "y"

S Load Case Data - Response Spectrum ✕

Load Case Name
SISMO Y Set Def Name Modify/Show...

Notes

Load Case Type
Response Spectrum Design...

Modal Combination

CQC GMC f1 1.
 SRSS GMC f2 0.
 Absolute Periodic + Rigid Type SRSS
 GMC
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Directional Combination

SRSS
 CQC3
 Absolute
Scale Factor

Mass Source
Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity
Eccentricity Ratio 0.
Override Eccentricities Override...

Modal Load Case
Use Modes from this Modal Load Case MODAL
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0

Show Advanced Load Parameters Add Modify Delete

Other Parameters
Modal Damping Constant at 0.05 Modify/Show... OK
Cancel

Definición de combinaciones en ambas direcciones

S Load Combination Data ✕

Load Combination Name (User-Generated) DX Modify/Show Notes...

Notes

Load Combination Type Linear Add

Options
Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO X	Response Spectrum		6
SISMO X	Response Spectrum		6

Add Modify Delete

OK Cancel

Combinaciones de carga

S Load Combination Data ×

Load Combination Name (User-Generated)
Notes

Load Combination Type

Options

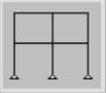
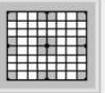
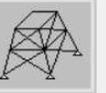
Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO Y	Response Spectrum		1

Verificación de que todos los grados de libertad se encuentren activos

S Analysis Options ×

Available DOFs
 UX UY UZ RX RY RZ

Fast DOFs
Space Frame Plane Frame Plane Grid Space Truss
   
XZ Plane XY Plane

Tabular File

No files specified for automatic tabular output

Para el caso del edificio N°02 del módulo N°01 con sistema estructural aporticado y con altura de entrepiso de 3.20 metros, y con las siguientes características:

Resistencia a la compresión del concreto	:	2400 tn/m ²
Módulo de elasticidad del concreto	:	2323790 tn/m ²
Coefficiente de Poisson del concreto	:	0.2
Losa de techo aligerada de espesor (e)	:	0.20 m

Pesos para el análisis sísmico:

$$P_2 = 165.77 \text{ tn}$$

$$P_1 = 159.21 \text{ tn}$$

Se obtuvo los desplazamientos relativos de entrepiso una vez realizado el siguiente procedimiento:

Excentricidad accidental

$$e_x = 0.05 \times 23.45 \text{ m} \longrightarrow 1.173$$

$$e_y = 0.05 \times 8.54 \text{ m} \longrightarrow 0.427$$

Distribución de masas por altura

Piso 2

Masa traslacional

$$M_{t-2} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-2}}}{g} = 16.898 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-2} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 877.044 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Piso 1

Masa traslacional

$$M_{t-1} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-1}}}{g} = 16.229 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-1} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 842.336 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Factor de escala

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R} = 0.64378$$

R = 8, coeficiente básico de reducción para el sistema aporticado de concreto armado

Propiedades del material

The image shows two side-by-side screenshots of the 'Material Property Data' dialog box. The left window is for 'concreto 240' (Concrete) and the right window is for 'corrugado' (Rebar).

concreto 240 (Concrete):

- Material Name and Display Color: concreto 240
- Material Type: Concrete
- Material Grade: Fc 4000 psi
- Weight and Mass: Weight per Unit Volume: 0, Mass per Unit Volume: 0, Units: Tonf, m, C
- Isotropic Property Data: Modulus Of Elasticity, E: 2323790.0077244, Poisson, U: 0.2, Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06, Shear Modulus, G: 968245.8
- Other Properties For Concrete Materials: Specified Concrete Compressive Strength, fc: 2400, Expected Concrete Compressive Strength: 2400, Lightweight Concrete:

corrugado (Rebar):

- Material Name and Display Color: corrugado
- Material Type: Rebar
- Material Grade: Grade 60
- Weight and Mass: Weight per Unit Volume: 0, Mass per Unit Volume: 0, Units: Tonf, m, C
- Uniaxial Property Data: Modulus Of Elasticity, E: 21e6, Poisson, U: 0.3, Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.170E-05, Shear Modulus, G: 7841930
- Other Properties For Rebar Materials: Minimum Yield Stress, Fy: 42000, Minimum Tensile Stress, Fu: 63276.27, Expected Yield Stress, Fye: 46402.6, Expected Tensile Stress, Fue: 69603.89

Propiedades de sección

The image shows the 'Rectangular Section' dialog box. The section name is 'C30x40' and the display color is cyan. The dimensions are Depth (t3) = 0.40 and Width (t2) = 0.30. The material is 'concreto 240'. The section diagram shows a rectangular cross-section with four red dots representing reinforcement bars. The properties section includes buttons for 'Section Properties...', 'Time Dependent Properties...', and 'Concrete Reinforcement...'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Asignación de empotramiento en la base

S Assign Joint Restraints ×

Restraints in Joint Local Directions

<input checked="" type="checkbox"/> Translation 1	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 1
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 2	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 2
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 3	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 3

Fast Restraints

Asignación de brazos rígidos en ambas direcciones

S Assign Frame End Length Offsets ×

Options for End Offset Along Length

Automatic from Connectivity
 User Defined Lengths

Parameters

User Defined Length Offset at End-I

User Defined Length Offset at End-J

Rigid Zone Factor

Asignación de diafragmas rígidos a nivel de entrepiso

S Diaphragm Constraint ×

Constraint Name

Coordinate System ▾

Constraint Axis

X Axis Auto
 Y Axis
 Z Axis

Semi-rigid Diaphragm Option

Semi-rigid

Note: Defined for application of seismic and wind loads. Option is only active when the Coordinate System is Global and the Constraint Axis is Z Axis.

Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level

Asignación de masas en el centro de masas

Nivel N°02

S Assign Joint Masses

Specify Joint Mass

As Mass
 As Weight
 As Volume and Material Property

Material: A416Gr270

Mass Coordinate System
 Direction: Local

Mass

Translation 1: 16.898 tonf-s²/m
 Translation 2: 16.898 tonf-s²/m
 Translation 3: 0 tonf-s²/m

Mass Moment of Inertia

Rotation about 1: 0 tonf-m-s²
 Rotation about 2: 0 tonf-m-s²
 Rotation about 3: 877.044 tonf-m-s²

Options

Add to Existing Masses
 Replace Existing Masses
 Delete Existing Masses

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Nivel N°01

S Assign Joint Masses

Specify Joint Mass

As Mass
 As Weight
 As Volume and Material Property

Material: A416Gr270

Mass Coordinate System
 Direction: Local

Mass

Translation 1: 16.229 tonf-s²/m
 Translation 2: 16.229 tonf-s²/m
 Translation 3: 0 tonf-s²/m

Mass Moment of Inertia

Rotation about 1: 0 tonf-m-s²
 Rotation about 2: 0 tonf-m-s²
 Rotation about 3: 842.336 tonf-m-s²

Options

Add to Existing Masses
 Replace Existing Masses
 Delete Existing Masses

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Definición de la función de espectro de respuesta

S Response Spectrum Function Definition

Function Name: C

Function Damping Ratio: 0.05

Define Function

Period	Acceleration
0.	2.5
0.	2.5
0.02	2.5
0.04	2.5
0.06	2.5
0.08	2.5
0.1	2.5
0.12	2.5
0.14	2.5

Buttons: Add, Modify, Delete

Function Graph

Display Graph

0,0,0,0

OK Cancel

Definición de estado de carga modal

S Load Case Data - Modal ✕

Load Case Name: MODAL Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Modal Design...

Stiffness to Use:
 Zero Initial Conditions - Unstressed State
 Stiffness at End of Nonlinear Case ▼
Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:
 Eigen Vectors
 Ritz Vectors

Number of Modes:
Maximum Number of Modes: 6
Minimum Number of Modes: 3

Mass Source: MSSSRC1

Loads Applied:
 Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Frequency Shift (Center): 0
Cutoff Frequency (Radius): 0
Convergence Tolerance: 1.000E-09
 Allow Automatic Frequency Shifting

OK Cancel

Definición de estado de carga espectral

Sismo en "x"

S Load Case Data - Response Spectrum ✕

Load Case Name: SISMO X Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:
 CQC SRSS Absolute GMC NRC 10 Percent Double Sum
GMC f1: 1
GMC f2: 0
Periodic + Rigid Type: SRSS ▼

Directional Combination:
 SRSS CQC3 Absolute
Scale Factor:

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:
Eccentricity Ratio: 0
Override Eccentricities: Override...

Modal Load Case:
Use Modes from this Modal Load Case: MODAL ▼
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	C	0.6438
Accel	U1	C	0.6438

Add Modify Delete

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK Cancel

Sismo en "y"

S Load Case Data - Response Spectrum ×

Load Case Name
SISMO Y

Load Case Type
Response Spectrum

Modal Combination

CQC SRSS Absolute GMC NRC 10 Percent Double Sum

GMC f1:
GMC f2:
Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination

SRSS CQC3 Absolute
Scale Factor:

Mass Source
Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity
Eccentricity Ratio:

Modal Load Case
Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Standard - Acceleration Loading Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters
Modal Damping: Constant at 0.05

Definición de combinaciones en ambas direcciones

S Load Combination Data ×

Load Combination Name (User-Generated): DX

Load Combination Type: Linear Add

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO X	Response Spectrum		6
SISMO X	Response Spectrum		6

Combinaciones de carga

S Load Combination Data ×

Load Combination Name (User-Generated)
Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO Y	Response Spectrum		1

Verificación de que todos los grados de libertad se encuentren activos

S Analysis Options ×

Available DOFs
 UX UY UZ RX RY RZ

Fast DOFs

Space Frame Plane Frame Plane Grid Space Truss

XZ Plane XY Plane

Tabular File

No files specified for automatic tabular output

Para el caso del módulo N°02 con sistema estructural aporticado y con altura de entrepiso de 3.20 metros, y con las siguientes características:

Resistencia a la compresión del concreto	:	2400 tn/m ²
Módulo de elasticidad del concreto	:	2323790 tn/m ²
Coefficiente de Poisson del concreto	:	0.2
Losa de techo aligerada de espesor (e)	:	0.20 m

Pesos para el análisis sísmico:

$$P_2 = 173.75 \text{ tn}$$

$$P_1 = 166.45 \text{ tn}$$

Se obtuvo los desplazamientos relativos de entrepiso una vez realizado el siguiente procedimiento:

Excentricidad accidental

$$e_x = 0.05 \times 26.36 \text{ m} \longrightarrow 1.318$$

$$e_y = 0.05 \times 8.54 \text{ m} \longrightarrow 0.427$$

Distribución de masas por altura

Piso 2

Masa traslacional

$$M_{t-2} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-2}}}{g} = 17.712 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-2} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 1133.238 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Piso 1

Masa traslacional

$$M_{t-1} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-1}}}{g} = 16.967 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-1} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 1085.607 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Factor de escala

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R} = 0.64378$$

R = 8, coeficiente básico de reducción para el sistema aporticado de concreto armado

Propiedades del material

The image displays two side-by-side windows of the 'Material Property Data' dialog box. The left window is for 'concreto 240' (Concrete) and the right window is for 'corrugado' (Rebar). Both windows have a 'General Data' section with fields for Material Name and Display Color, Material Type, Material Grade, and Material Notes. Below this is a 'Weight and Mass' section with fields for Weight per Unit Volume and Mass per Unit Volume, and a 'Units' dropdown set to 'Tonf, m, C'. The 'Isotropic Property Data' section includes Modulus Of Elasticity, E; Poisson, U; Coefficient Of Thermal Expansion, A; and Shear Modulus, G. The 'Other Properties For Concrete Materials' section has fields for Specified Concrete Compressive Strength, Fc and Expected Concrete Compressive Strength, with a checkbox for 'Lightweight Concrete' and a 'Shear Strength Reduction Factor' field. The 'Other Properties For Rebar Materials' section has fields for Minimum Yield Stress, Fy; Minimum Tensile Stress, Fu; Expected Yield Stress, Fye; and Expected Tensile Stress, Fue. Both windows have a 'Switch To Advanced Property Display' checkbox and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Propiedades de sección

The image shows the 'Rectangular Section' dialog box. It has a 'Section Name' field with 'C30x40' and a 'Display Color' dropdown set to cyan. Below is a 'Section Notes' field with a 'Modify/Show Notes...' button. The 'Dimensions' section has 'Depth (t3)' set to 0.40 and 'Width (t2)' set to 0.30. A 'Section' diagram shows a rectangular cross-section with reinforcement bars. The 'Material' section has a dropdown set to 'concreto 240' and a 'Property Modifiers' section with a 'Set Modifiers...' button. At the bottom, there is a 'Concrete Reinforcement...' button and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Asignación de empotramiento en la base

S Assign Joint Restraints ✕

Restraints in Joint Local Directions

<input checked="" type="checkbox"/> Translation 1	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 1
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 2	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 2
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 3	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 3

Fast Restraints

OK Close Apply

Asignación de brazos rígidos en ambas direcciones

S Assign Frame End Length Offsets ✕

Options for End Offset Along Length

Automatic from Connectivity
 User Defined Lengths

Parameters

User Defined Length Offset at End-I

User Defined Length Offset at End-J

Rigid Zone Factor

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Asignación de diafragmas rígidos a nivel de entrepiso

S Diaphragm Constraint ✕

Constraint Name

Coordinate System ▾

Constraint Axis

X Axis Auto
 Y Axis
 Z Axis

Semi-rigid Diaphragm Option

Semi-rigid

Note: Defined for application of seismic and wind loads. Option is only active when the Coordinate System is Global and the Constraint Axis is Z Axis.

Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level

OK Cancel

Asignación de masas en el centro de masas

Piso N°02

Piso N°01

Definición de la función de espectro de respuesta

Response Spectrum Function Definition

Function Name: C Function Damping Ratio: 0.05

Define Function

Period	Acceleration
0.	2.5
0.02	2.5
0.04	2.5
0.06	2.5
0.08	2.5
0.1	2.5
0.12	2.5
0.14	2.5

Function Graph

Display Graph 0,0,0.0

OK Cancel

Definición de estado de carga modal

S Load Case Data - Modal ×

Load Case Name: MODAL Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Modal Design...

Stiffness to Use:
 Zero Initial Conditions - Unstressed State
 Stiffness at End of Nonlinear Case ▼
Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:
 Eigen Vectors
 Ritz Vectors

Number of Modes:
Maximum Number of Modes: 6
Minimum Number of Modes: 3

Mass Source: MSSSRC1

Loads Applied:
 Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Frequency Shift (Center): 0
Cutoff Frequency (Radius): 0
Convergence Tolerance: 1.000E-09
 Allow Automatic Frequency Shifting

OK Cancel

Definición de estado de carga espectral

Sismo en "x"

S Load Case Data - Response Spectrum ×

Load Case Name: SISMO X Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:
 CQC SRSS Absolute GMC NRC 10 Percent Double Sum
GMC f1: 1
GMC f2: 0
Periodic + Rigid Type: SRSS ▼

Directional Combination:
 SRSS CQC3 Absolute
Scale Factor:

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:
Eccentricity Ratio: 0
Override Eccentricities: Override...

Modal Load Case:
Use Modes from this Modal Load Case: MODAL ▼
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	C	0.6438
Accel	U1	C	0.6438

Add Modify Delete

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK Cancel

Sismo en "y"

S Load Case Data - Response Spectrum ✕

Load Case Name
SISMO Y Set Def Name

Notes
Modify/Show...

Load Case Type
Response Spectrum Design...

Modal Combination

CQC GMC f1 1.
 SRSS GMC f2 0.
 Absolute
 GMC Periodic + Rigid Type SRSS
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case MODAL

Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Directional Combination

SRSS
 CQC3
 Absolute
Scale Factor

Mass Source
Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio 0.

Override Eccentricities Override...

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0

Show Advanced Load Parameters Add Modify Delete

Other Parameters

Modal Damping Constant at 0.05 Modify/Show...

OK
Cancel

Definición de combinaciones en ambas direcciones

S Load Combination Data ✕

Load Combination Name (User-Generated) DX

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Linear Add

Options

Convert to User Load Combo
Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO X	Response Spectrum		6
SISMO X	Response Spectrum		6

Add
Modify
Delete

OK Cancel

Combinaciones de carga

S Load Combination Data ×

Load Combination Name (User-Generated)
Notes

Load Combination Type ▾

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO Y ▾	Response Spectrum		1

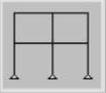
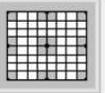
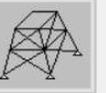
Verificación de que todos los grados de libertad se encuentren activos

S Analysis Options ×

Available DOFs
 UX UY UZ RX RY RZ

Fast DOFs

Space Frame Plane Frame Plane Grid Space Truss

XZ Plane XY Plane

Tabular File

No files specified for automatic tabular output

Para el caso del módulo N°03 con sistema estructural aporticado y con altura de entrepiso de 3.20 metros, y con las siguientes características:

Resistencia a la compresión del concreto	:	2400 tn/m ²
Módulo de elasticidad del concreto	:	2323790 tn/m ²
Coefficiente de Poisson del concreto	:	0.2
Losa de techo aligerada de espesor (e)	:	0.20 m

Pesos para el análisis sísmico:

$$P_2 = 76.24 \text{ tn}$$

$$P_1 = 73.87 \text{ tn}$$

Se obtuvo los desplazamientos relativos de entrepiso una vez realizado el siguiente procedimiento:

Excentricidad accidental

$$e_x = 0.05 \times 8.5 \text{ m} \longrightarrow 0.425$$

$$e_y = 0.05 \times 8.54 \text{ m} \longrightarrow 0.427$$

Distribución de masas por altura

Piso 2

Masa traslacional

$$M_{t-2} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-2}}}{g} = 7.772 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-2} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 94.023 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Piso 1

Masa traslacional

$$M_{t-1} = \frac{P_{\text{sismico}}^{\text{piso-1}}}{g} = 7.530 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Masa rotacional

$$M_{r-1} = \frac{M_t(a^2 + b^2)}{12} = 91.107 \text{ tn.s}^2/\text{m}$$

Donde:

a : longitud de la losa

b : ancho de la losa

Factor de escala

$$F.E. = \frac{ZUSg}{R} = 0.64378$$

R = 8, coeficiente básico de reducción para el sistema aporticado de concreto armado

Propiedades del material

Material Property Data (Concrete)

Property	Value
Material Name and Display Color	concreto 240
Material Type	Concrete
Material Grade	Fc 4000 psi
Weight per Unit Volume	0
Mass per Unit Volume	0
Modulus Of Elasticity, E	2323790.0077244
Poisson, U	0.2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	968245.8
Specified Concrete Compressive Strength, fc	2400
Expected Concrete Compressive Strength	2400

Material Property Data (Rebar)

Property	Value
Material Name and Display Color	corrugado
Material Type	Rebar
Material Grade	Grade 60
Weight per Unit Volume	0
Mass per Unit Volume	0
Modulus Of Elasticity, E	21e6
Poisson, U	0.3
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	7841930
Minimum Yield Stress, Fy	42000
Minimum Tensile Stress, Fu	63276.27
Expected Yield Stress, Fye	46402.6
Expected Tensile Stress, Fue	69603.89

Propiedades de sección

Rectangular Section

Property	Value
Section Name	C30x40
Depth (t3)	0.40
Width (t2)	0.30
Material	concreto 240

Asignación de empotramiento en la base

S Assign Joint Restraints ×

Restraints in Joint Local Directions

<input checked="" type="checkbox"/> Translation 1	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 1
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 2	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 2
<input checked="" type="checkbox"/> Translation 3	<input checked="" type="checkbox"/> Rotation about 3

Fast Restraints

OK Close Apply

Asignación de brazos rígidos en ambas direcciones

S Assign Frame End Length Offsets ×

Options for End Offset Along Length

Automatic from Connectivity
 User Defined Lengths

Parameters

User Defined Length Offset at End-I
User Defined Length Offset at End-J
Rigid Zone Factor

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Asignación de diafragmas rígidos a nivel de entrepiso

S Diaphragm Constraint ×

Constraint Name

Coordinate System ▼

Constraint Axis

X Axis Auto
 Y Axis
 Z Axis

Semi-rigid Diaphragm Option

Semi-rigid

Note: Defined for application of seismic and wind loads. Option is only active when the Coordinate System is Global and the Constraint Axis is Z Axis.

Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level

OK Cancel

Asignación de masas en el centro de masas

Piso N°02

S Assign Joint Masses

Specify Joint Mass

As Mass
 As Weight
 As Volume and Material Property

Material:

Mass Coordinate System
Direction:

Mass

Translation 1	<input type="text" value="7.772"/>	tonf-s ² /m
Translation 2	<input type="text" value="7.772"/>	tonf-s ² /m
Translation 3	<input type="text" value="0"/>	tonf-s ² /m

Mass Moment of Inertia

Rotation about 1	<input type="text" value="0"/>	tonf-m-s ²
Rotation about 2	<input type="text" value="0"/>	tonf-m-s ²
Rotation about 3	<input type="text" value="94.023"/>	tonf-m-s ²

Options

Add to Existing Masses
 Replace Existing Masses
 Delete Existing Masses

Piso N°01

S Assign Joint Masses

Specify Joint Mass

As Mass
 As Weight
 As Volume and Material Property

Material:

Mass Coordinate System
Direction:

Mass

Translation 1	<input type="text" value="7.53"/>	tonf-s ² /m
Translation 2	<input type="text" value="7.53"/>	tonf-s ² /m
Translation 3	<input type="text" value="0"/>	tonf-s ² /m

Mass Moment of Inertia

Rotation about 1	<input type="text" value="0"/>	tonf-m-s ²
Rotation about 2	<input type="text" value="0"/>	tonf-m-s ²
Rotation about 3	<input type="text" value="91.107"/>	tonf-m-s ²

Options

Add to Existing Masses
 Replace Existing Masses
 Delete Existing Masses

Definición de la función de espectro de respuesta

S Response Spectrum Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Define Function

Period	Acceleration
0.	2.5
0.02	2.5
0.04	2.5
0.06	2.5
0.08	2.5
0.1	2.5
0.12	2.5
0.14	2.5

Buttons: Add, Modify, Delete

Function Graph

Display Graph:

Buttons: OK, Cancel

Definición de estado de carga modal

S Load Case Data - Modal ✕

Load Case Name: MODAL Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Modal Design...

Stiffness to Use:
 Zero Initial Conditions - Unstressed State
 Stiffness at End of Nonlinear Case ▼
Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:
 Eigen Vectors
 Ritz Vectors

Number of Modes:
Maximum Number of Modes: 6
Minimum Number of Modes: 3

Mass Source: MSSSRC1

Loads Applied:
 Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Frequency Shift (Center): 0
Cutoff Frequency (Radius): 0
Convergence Tolerance: 1.000E-09
 Allow Automatic Frequency Shifting

OK
Cancel

Definición de estado de carga espectral

Sismo en "x"

S Load Case Data - Response Spectrum ✕

Load Case Name: SISMO X Set Def Name Modify/Show... Notes

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:
 CQC GMC f1: 1
 SRSS GMC f2: 0
 Absolute
 GMC Periodic + Rigid Type: SRSS ▼
 NRC 10 Percent
 Double Sum

Directional Combination:
 SRSS
 CQC3
 Absolute
Scale Factor

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:
Eccentricity Ratio: 0
Override Eccentricities Override...

Modal Load Case:
Use Modes from this Modal Load Case: MODAL ▼
 Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	C	0.6438
Accel	U1	C	0.6438

Add
Modify
Delete

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:
Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK
Cancel

Sismo en "y"

S Load Case Data - Response Spectrum ✕

Load Case Name
SISMO Y Set Def Name

Modal Combination

CQC GMC f1 1.

SRSS GMC f2 0.

Absolute

GMC Periodic + Rigid Type SRSS

NRC 10 Percent

Double Sum

Notes
Modify/Show...

Load Case Type
Response Spectrum Design...

Directional Combination

SRSS

CQC3

Absolute

Scale Factor

Mass Source
Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity
Eccentricity Ratio 0.

Override Eccentricities Override...

Modal Load Case
Use Modes from this Modal Load Case MODAL

Standard - Acceleration Loading

Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	Coord Sys	Angle
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0
Accel	U2	C	0.64378	GLOBAL	0

Show Advanced Load Parameters Add Modify Delete

Other Parameters

Modal Damping Constant at 0.05 Modify/Show...

OK

Cancel

Definición de combinaciones en ambas direcciones

S Load Combination Data ✕

Load Combination Name (User-Generated) DX

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Linear Add

Options

Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO X	Response Spectrum		6
SISMO X	Response Spectrum		6

Add
Modify
Delete

OK Cancel

Combinaciones de carga

S Load Combination Data ×

Load Combination Name (User-Generated)
Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
SISMO Y	Response Spectrum		1

Verificación de que todos los grados de libertad se encuentren activos

S Analysis Options ×

Available DOFs
 UX UY UZ RX RY RZ

Fast DOFs

Space Frame Plane Frame Plane Grid Space Truss

XZ Plane XY Plane

Tabular File

No files specified for automatic tabular output

ANEXO 07 : RESULTADOS SAP 2000 V.24.0.0

DESPLAZAMIENTOS DEL EDIFICIO N°1 DEL MODULO N°1

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	7.43449	0.80977	0.20315
Rotn	1.057E-04	0.00126	1.049E-04

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	6.61263	0.80977	0.03777
Rotn	1.057E-04	0.00116	1.049E-04

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	44	Joint Element	44
	1	2	3
Trans	6.61263	0.97175	0.03947
Rotn	1.271E-04	0.00116	1.049E-04

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	38	Joint Element	38
	1	2	3
Trans	7.43449	0.97175	0.24949
Rotn	1.271E-04	0.00125	1.049E-04

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

Joint Object 3		Joint Element 3	
	1	2	3
Trans	11.34463	1.21712	0.07673
Rotn	4.880E-05	5.893E-04	1.577E-04

NUDO B

Joint Object 9		Joint Element 9	
	1	2	3
Trans	10.10901	1.21712	0.04625
Rotn	4.880E-05	5.480E-04	1.577E-04

NUDO C

Joint Object 45		Joint Element 45	
	1	2	3
Trans	10.10901	1.46154	0.04834
Rotn	5.884E-05	5.471E-04	1.577E-04

NUDO D

Joint Object 39		Joint Element 39	
	1	2	3
Trans	11.34463	1.46154	0.09805
Rotn	5.884E-05	5.884E-04	1.577E-04

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

Joint Object		Joint Element		
2		2		
	1	2	3	
Trans	0.94529	2.46091	0.72425	
Rotn	3.271E-04	6.547E-05	2.371E-04	

NUDO B

Joint Object		Joint Element		
8		8		
	1	2	3	
Trans	1.05478	2.46091	0.02281	
Rotn	3.271E-04	1.685E-04	2.371E-04	

NUDO C

Joint Object		Joint Element		
44		44		
	1	2	3	
Trans	1.05478	5.2003	0.03953	
Rotn	6.854E-04	1.682E-04	2.371E-04	

NUDO D

Joint Object		Joint Element		
38		38		
	1	2	3	
Trans	0.94529	5.2003	1.51601	
Rotn	6.854E-04	6.535E-05	2.371E-04	

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

S Joint Displacements						
Joint Object	3	Joint Element			3	
	1	2	3			
Trans	1.4126	3.71774	0.35591			
Rotn	1.536E-04	2.835E-05	3.561E-04			

NUDO B

S Joint Displacements						
Joint Object	9	Joint Element			9	
	1	2	3			
Trans	1.59398	3.71774	0.02787			
Rotn	1.536E-04	7.662E-05	3.561E-04			

NUDO C

S Joint Displacements						
Joint Object	45	Joint Element			45	
	1	2	3			
Trans	1.59398	7.83661	0.04825			
Rotn	3.192E-04	7.650E-05	3.561E-04			

NUDO D

S Joint Displacements						
Joint Object	39	Joint Element			39	
	1	2	3			
Trans	1.4126	7.83661	0.73793			
Rotn	3.192E-04	2.831E-05	3.561E-04			

DESPLAZAMIENTOS DEL EDIFICIO N°2 DEL MODULO N°1

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	6.51124	0.65544	0.15465
Rotn	8.573E-05	0.00101	6.821E-05

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	5.98322	0.65544	0.04185
Rotn	8.573E-05	9.563E-04	6.821E-05

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	62	Joint Element	62
	1	2	3
Trans	5.98322	0.98066	0.03447
Rotn	1.288E-04	0.00103	6.821E-05

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	56	Joint Element	56
	1	2	3
Trans	6.51124	0.98066	0.25989
Rotn	1.288E-04	0.00109	6.821E-05

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

S Joint Displacements						
Joint Object	3			Joint Element	3	
	1	2	3			
Trans	9.73495	0.98418	0.0515			
Rotn	3.944E-05	4.516E-04	1.025E-04			

NUDO B

S Joint Displacements						
Joint Object	9			Joint Element	9	
	1	2	3			
Trans	8.94173	0.98418	0.05095			
Rotn	3.944E-05	4.267E-04	1.025E-04			

NUDO C

S Joint Displacements						
Joint Object	63			Joint Element	63	
	1	2	3			
Trans	8.94173	1.47443	0.04196			
Rotn	5.960E-05	4.528E-04	1.025E-04			

NUDO D

S Joint Displacements						
Joint Object	57			Joint Element	57	
	1	2	3			
Trans	9.73495	1.47443	0.10814			
Rotn	5.960E-05	4.793E-04	1.025E-04			

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

Joint Object		Joint Element		
2		2		
	1	2	3	
Trans	0.90801	2.25749	0.66006	
Rotn	2.986E-04	6.237E-05	2.338E-04	

NUDO B

Joint Object		Joint Element		
8		8		
	1	2	3	
Trans	1.10085	2.25749	0.01919	
Rotn	2.986E-04	1.640E-04	2.338E-04	

NUDO C

Joint Object		Joint Element		
62		62		
	1	2	3	
Trans	1.10085	5.42276	0.04098	
Rotn	7.155E-04	1.754E-04	2.338E-04	

NUDO D

Joint Object		Joint Element		
56		56		
	1	2	3	
Trans	0.90801	5.42276	1.5823	
Rotn	7.155E-04	6.649E-05	2.338E-04	

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	3	Joint Element	3
	1	2	3
Trans	1.36656	3.40262	0.32139
Rotn	1.392E-04	2.798E-05	3.513E-04

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	9	Joint Element	9
	1	2	3
Trans	1.65085	3.40262	0.02343
Rotn	1.392E-04	7.334E-05	3.513E-04

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	63	Joint Element	63
	1	2	3
Trans	1.65085	8.16639	0.05001
Rotn	3.326E-04	7.782E-05	3.513E-04

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	57	Joint Element	57
	1	2	3
Trans	1.36656	8.16639	0.76879
Rotn	3.326E-04	2.968E-05	3.513E-04

DESPLAZAMIENTOS DEL MODULO N°2

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	7.22318	0.66321	0.16249
Rotn	8.672E-05	0.00123	5.670E-05

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	6.78258	0.66321	0.03741
Rotn	8.672E-05	0.00118	5.670E-05

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	62	Joint Element	62
	1	2	3
Trans	6.78258	0.85345	0.0361
Rotn	1.118E-04	0.0012	5.670E-05

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	56	Joint Element	56
	1	2	3
Trans	7.22318	0.85345	0.2209
Rotn	1.118E-04	0.00125	5.670E-05

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	3	Joint Element	3
	1	2	3
Trans	10.97714	0.99766	0.05812
Rotn	4.019E-05	5.706E-04	8.531E-05

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	9	Joint Element	9
	1	2	3
Trans	10.31422	0.99766	0.04576
Rotn	4.019E-05	5.485E-04	8.531E-05

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	63	Joint Element	63
	1	2	3
Trans	10.31422	1.28439	0.04415
Rotn	5.192E-05	5.578E-04	8.531E-05

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	57	Joint Element	57
	1	2	3
Trans	10.97714	1.28439	0.08783
Rotn	5.192E-05	5.803E-04	8.531E-05

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	2	Joint Element	2
	1	2	3
Trans	0.81661	2.48085	0.72673
Rotn	3.269E-04	5.622E-05	2.082E-04

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	8	Joint Element	8
	1	2	3
Trans	0.94136	2.48085	0.0212
Rotn	3.269E-04	1.502E-04	2.082E-04

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	62	Joint Element	62
	1	2	3
Trans	0.94136	5.69225	0.04471
Rotn	7.481E-04	1.529E-04	2.082E-04

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	56	Joint Element	56
	1	2	3
Trans	0.81661	5.69225	1.66308
Rotn	7.481E-04	5.717E-05	2.082E-04

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

S Joint Displacements						
Joint	Object	3	Joint Element	3		
		1	2	3		
Trans		1.22366	3.73838	0.35455		
Rotn		1.525E-04	2.464E-05	3.130E-04		

NUDO B

S Joint Displacements						
Joint	Object	9	Joint Element	9		
		1	2	3		
Trans		1.42136	3.73838	0.02589		
Rotn		1.525E-04	6.808E-05	3.130E-04		

NUDO C

S Joint Displacements						
Joint	Object	63	Joint Element	63		
		1	2	3		
Trans		1.42136	8.57222	0.05456		
Rotn		3.481E-04	6.921E-05	3.130E-04		

NUDO D

S Joint Displacements						
Joint	Object	57	Joint Element	57		
		1	2	3		
Trans		1.22366	8.57222	0.80944		
Rotn		3.481E-04	2.504E-05	3.130E-04		

DESPLAZAMIENTOS DEL MODULO N°3

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

Joint Object 2		Joint Element 2	
	1	2	3
Trans	9.03219	0.94008	0.23097
Rotn	1.212E-04	0.00152	2.432E-04

NUDO B

Joint Object 8		Joint Element 8	
	1	2	3
Trans	7.11419	0.94008	0.04243
Rotn	1.212E-04	0.0013	2.432E-04

NUDO C

Joint Object 26		Joint Element 26	
	1	2	3
Trans	7.11419	1.09228	0.04391
Rotn	1.413E-04	0.0013	2.432E-04

NUDO D

Joint Object 20		Joint Element 20	
	1	2	3
Trans	9.03219	1.09228	0.27377
Rotn	1.413E-04	0.00152	2.432E-04

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION X

NUDO A

S Joint Displacements			
Joint Object	3	Joint Element	3
	1	2	3
Trans	14.04444	1.41192	0.08485
Rotn	5.568E-05	7.511E-04	3.653E-04

NUDO B

S Joint Displacements			
Joint Object	9	Joint Element	9
	1	2	3
Trans	11.16302	1.41192	0.0523
Rotn	5.568E-05	6.549E-04	3.653E-04

NUDO C

S Joint Displacements			
Joint Object	27	Joint Element	27
	1	2	3
Trans	11.16302	1.64122	0.05411
Rotn	6.505E-05	6.549E-04	3.653E-04

NUDO D

S Joint Displacements			
Joint Object	21	Joint Element	21
	1	2	3
Trans	14.04444	1.64122	0.10367
Rotn	6.505E-05	7.511E-04	3.653E-04

PRIMER NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

Joint Object		Joint Element		
2		2		
	1	2	3	
Trans	1.20356	3.13853	0.92298	
Rotn	4.164E-04	8.296E-05	2.943E-04	

NUDO B

Joint Object		Joint Element		
8		8		
	1	2	3	
Trans	1.26179	3.13853	0.03051	
Rotn	4.164E-04	2.033E-04	2.943E-04	

NUDO C

Joint Object		Joint Element		
26		26		
	1	2	3	
Trans	1.26179	4.99721	0.0373	
Rotn	6.559E-04	2.033E-04	2.943E-04	

NUDO D

Joint Object		Joint Element		
20		20		
	1	2	3	
Trans	1.20356	4.99721	1.4505	
Rotn	6.559E-04	8.296E-05	2.943E-04	

SEGUNDO NIVEL – DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCION Y

NUDO A

S Joint Displacements						
Joint Object	3	Joint Element			3	
	1	2	3			
Trans	1.782	4.73309	0.45294			
Rotn	1.950E-04	3.422E-05	4.412E-04			

NUDO B

S Joint Displacements						
Joint Object	9	Joint Element			9	
	1	2	3			
Trans	1.91792	4.73309	0.03727			
Rotn	1.950E-04	9.397E-05	4.412E-04			

NUDO C

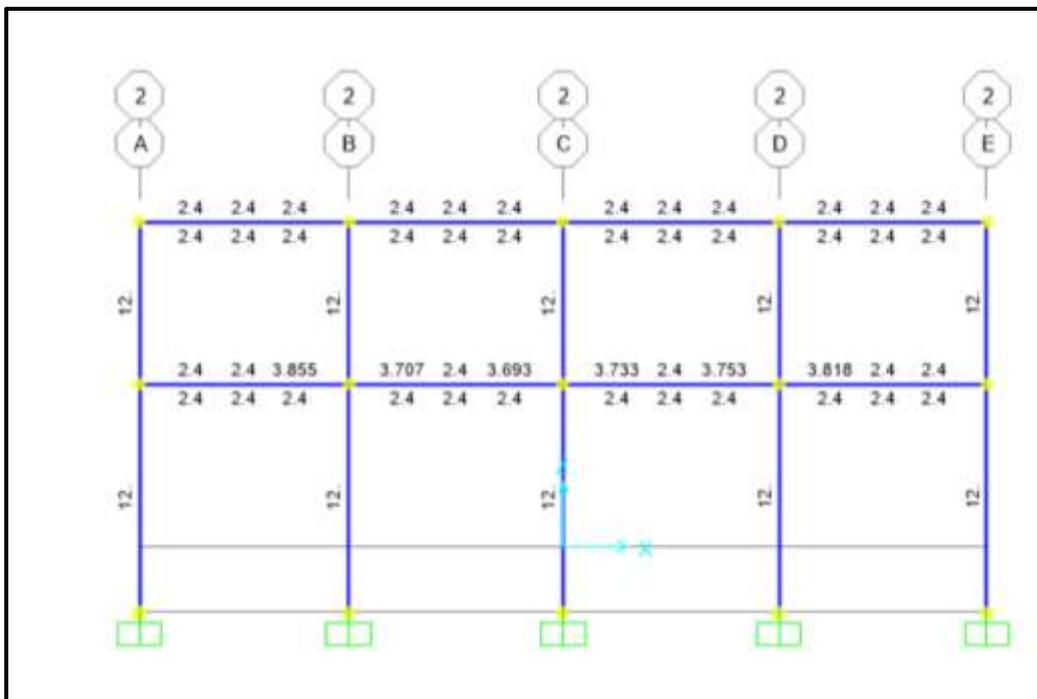
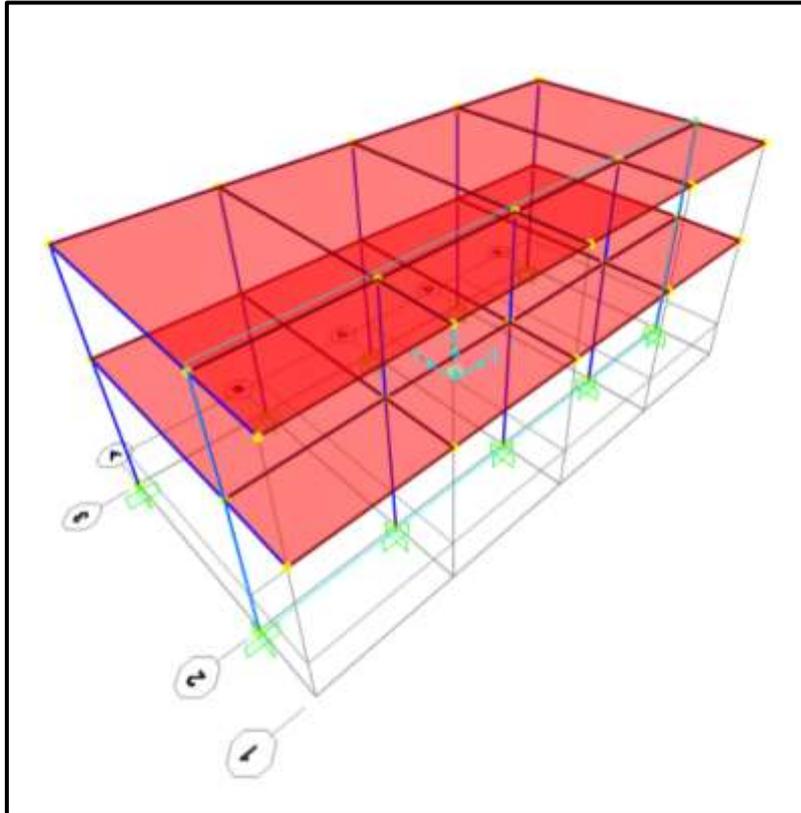
S Joint Displacements						
Joint Object	27	Joint Element			27	
	1	2	3			
Trans	1.91792	7.52008	0.04549			
Rotn	3.044E-04	9.397E-05	4.412E-04			

NUDO D

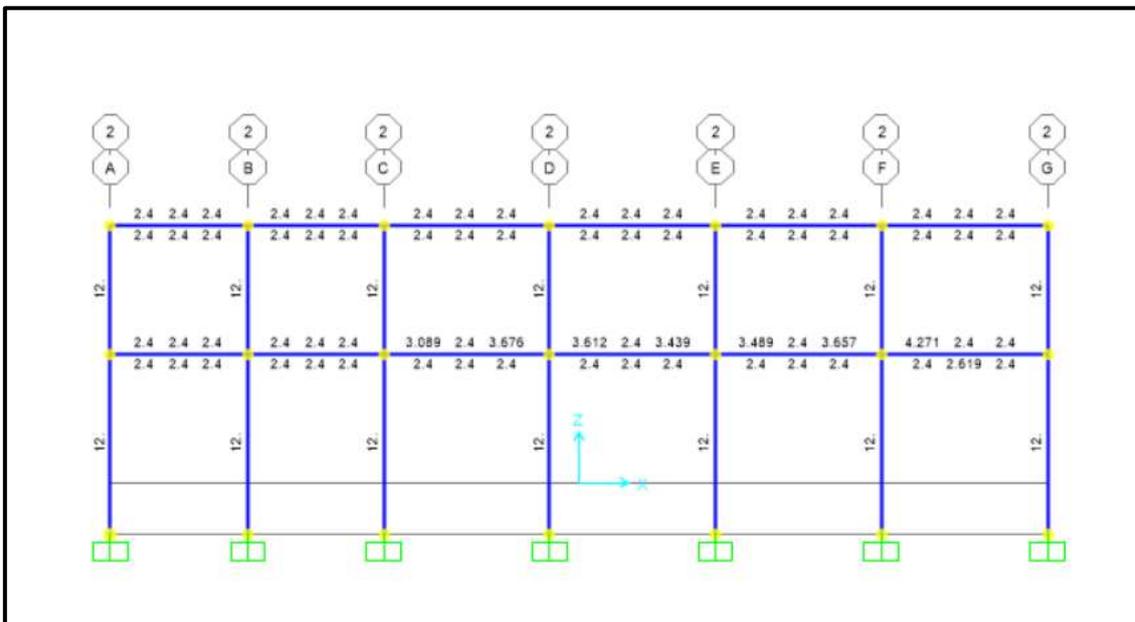
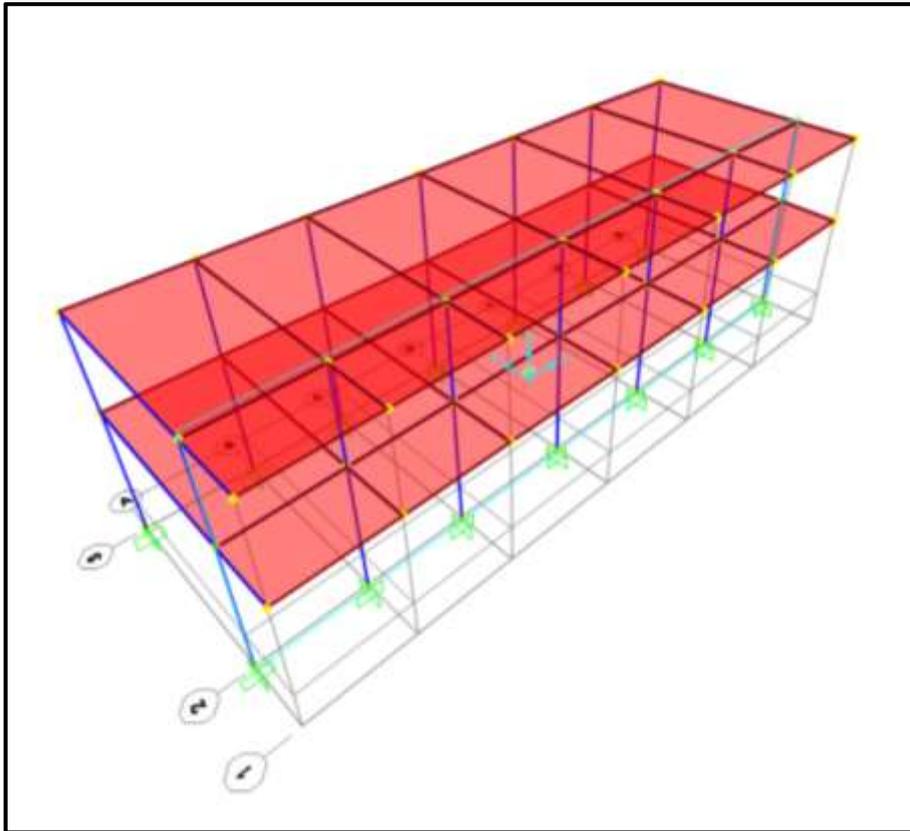
S Joint Displacements						
Joint Object	21	Joint Element			21	
	1	2	3			
Trans	1.782	7.52008	0.70386			
Rotn	3.044E-04	3.422E-05	4.412E-04			

ACERO EN COLUMNAS SIN SISMO

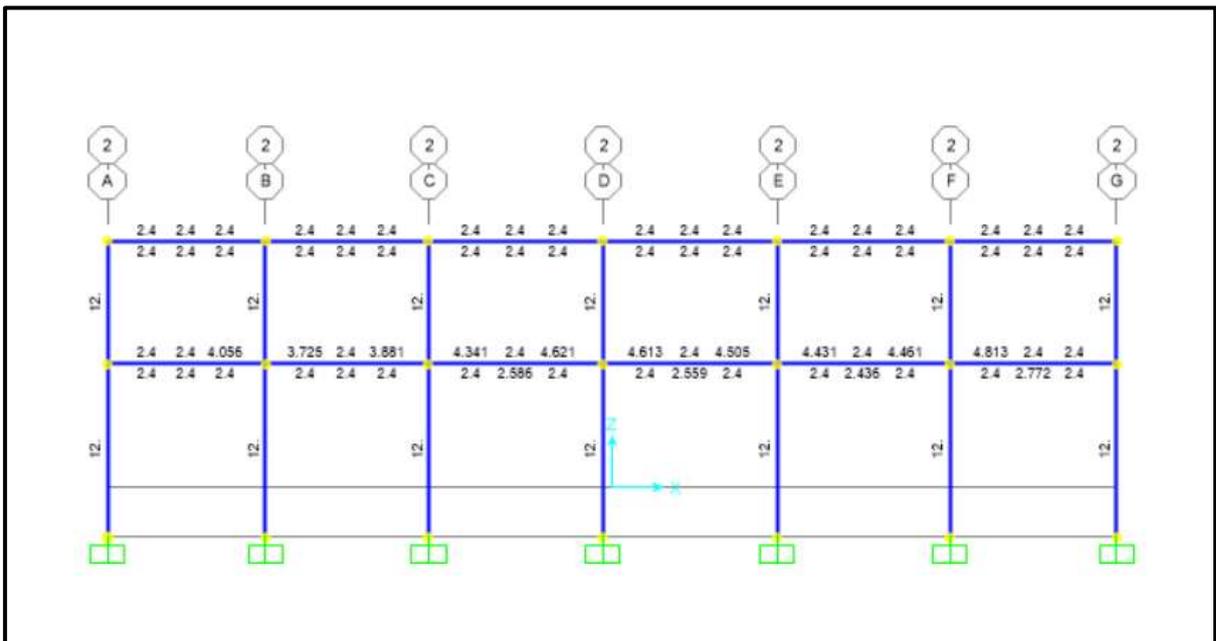
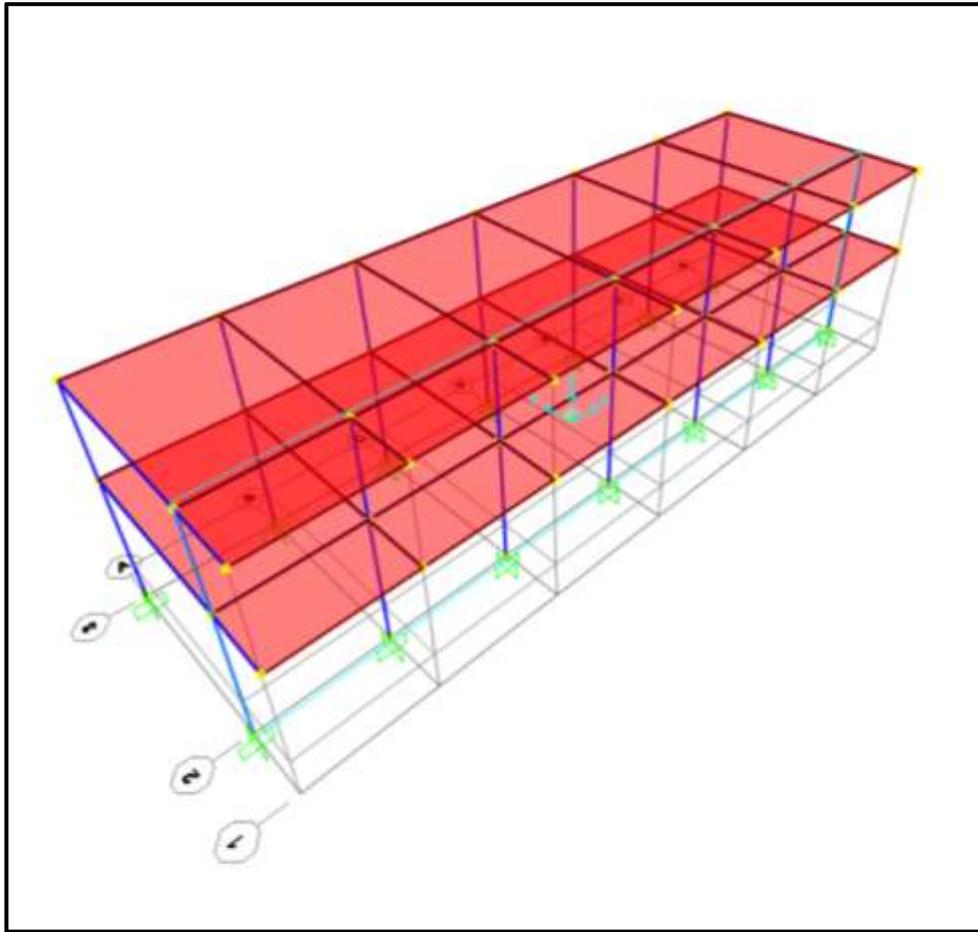
EDIFICIO N°1 DEL MODULO N°1



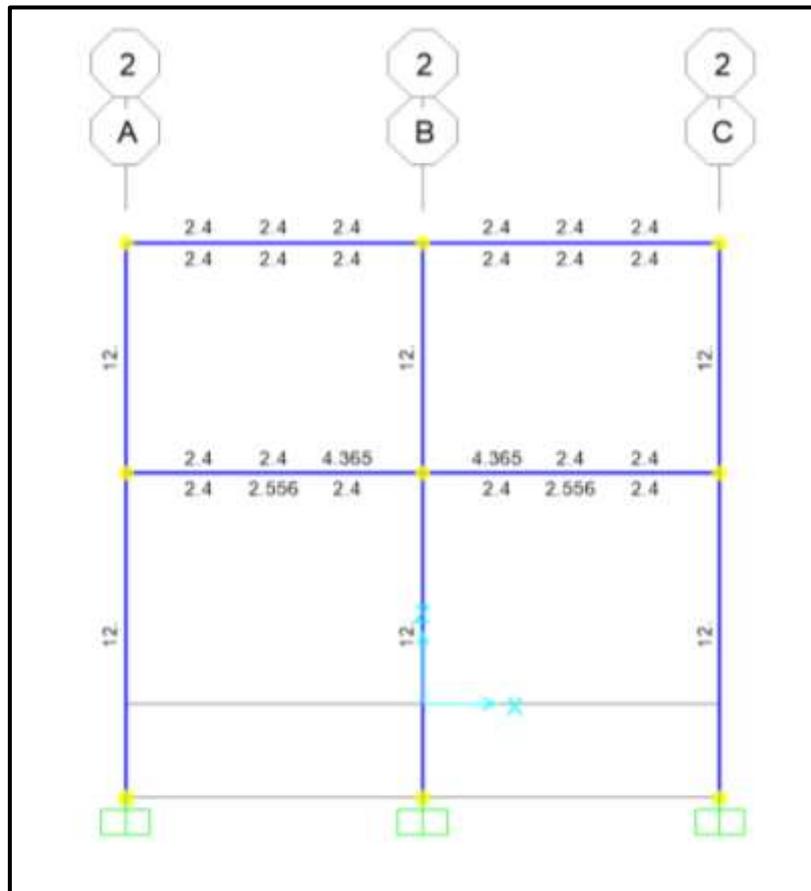
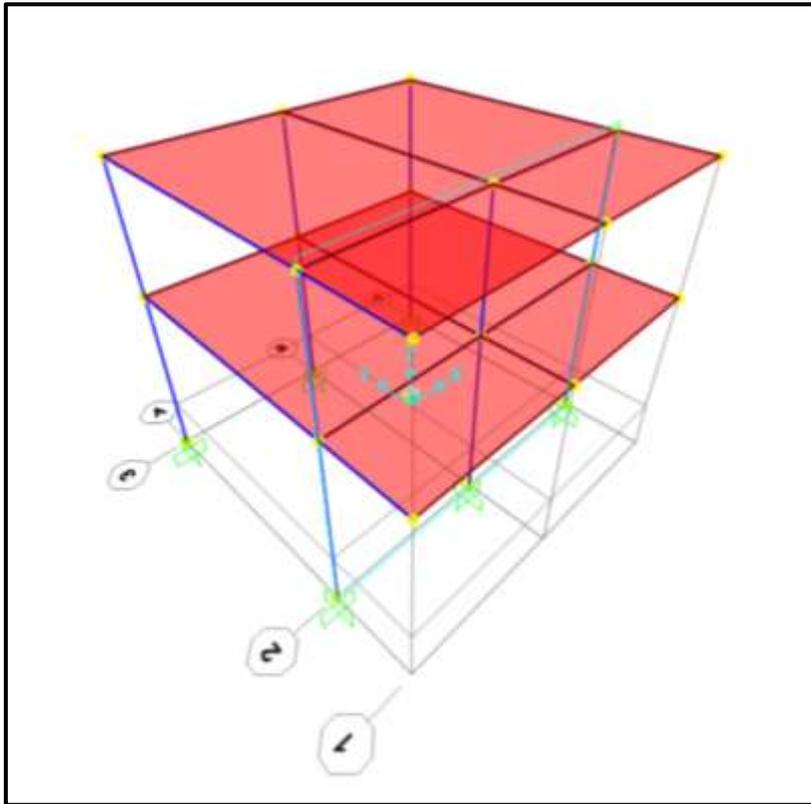
EDIFICIO N°2 DEL MODULO N°1



MODULO N°2

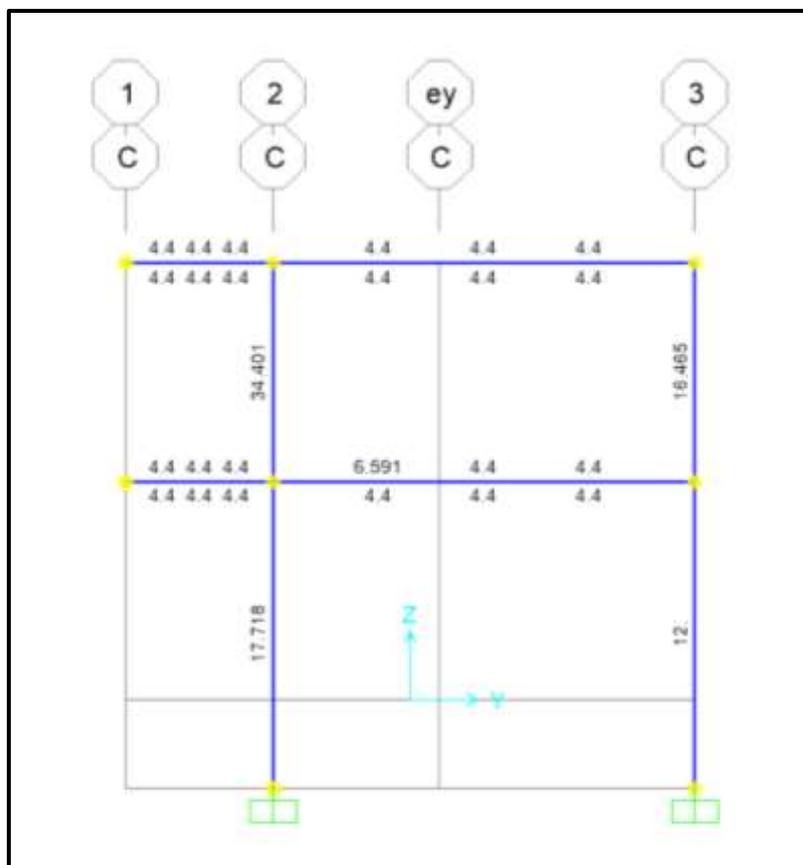
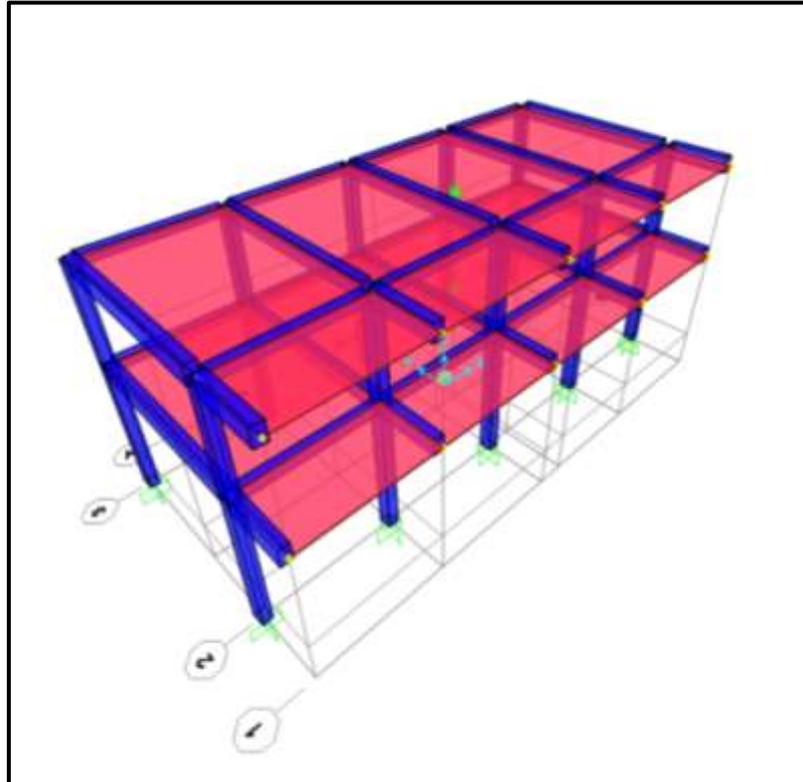


MODULO N°3

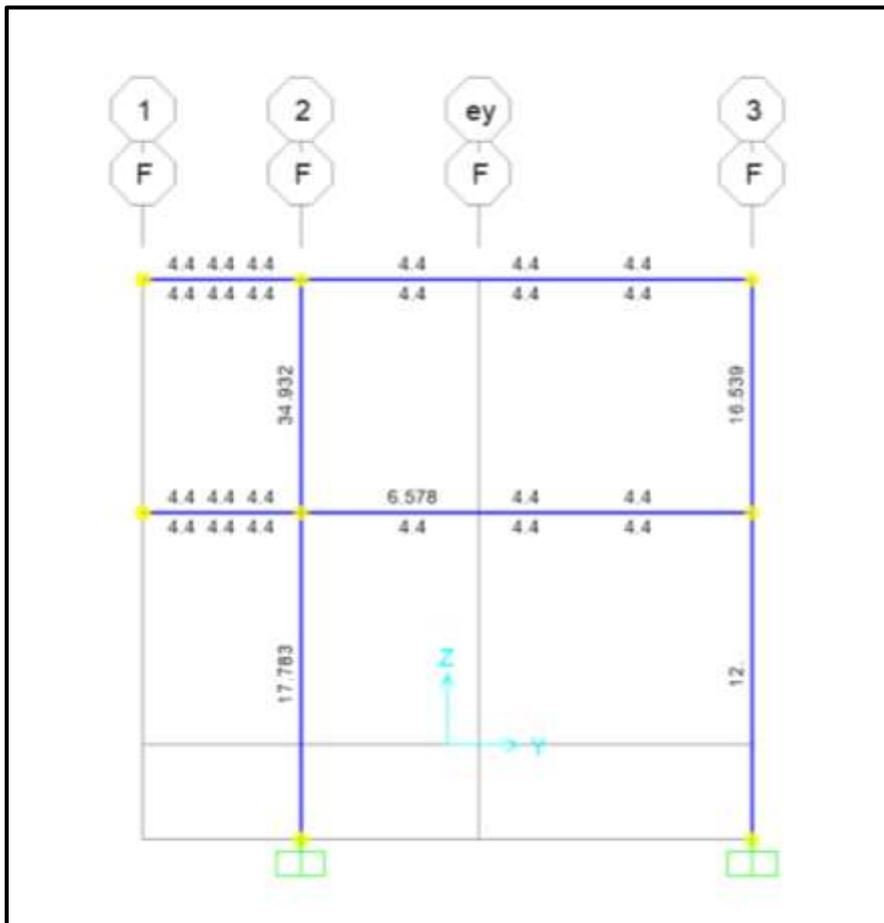
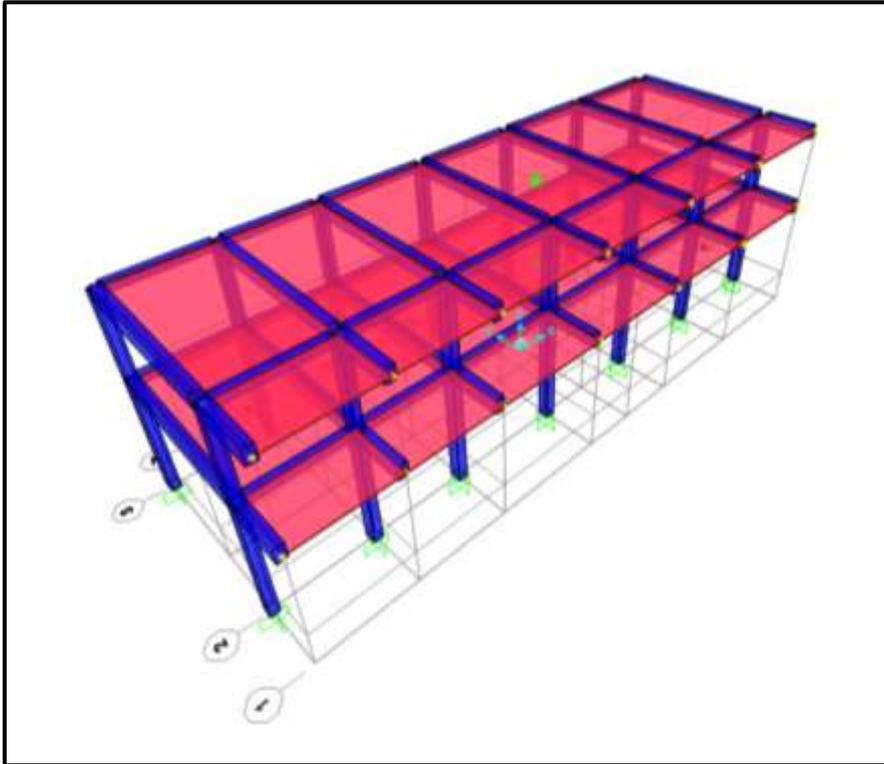


ACERO EN COLUMNAS CON SISMO

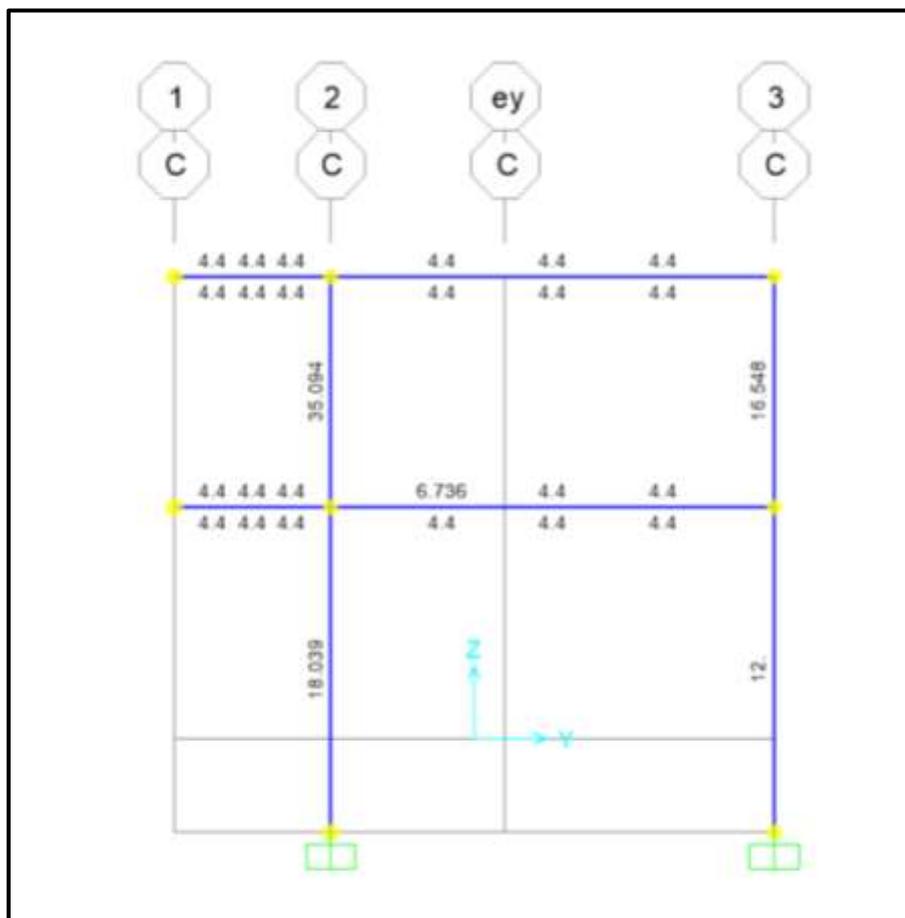
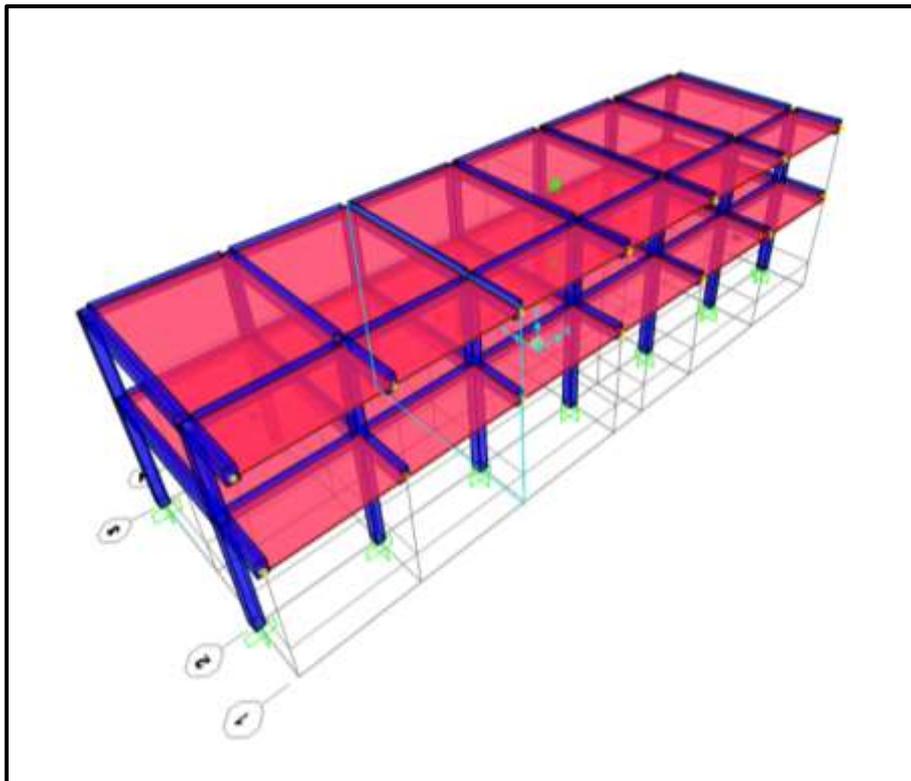
EDIFICIO N°1 DEL MODULO N°1



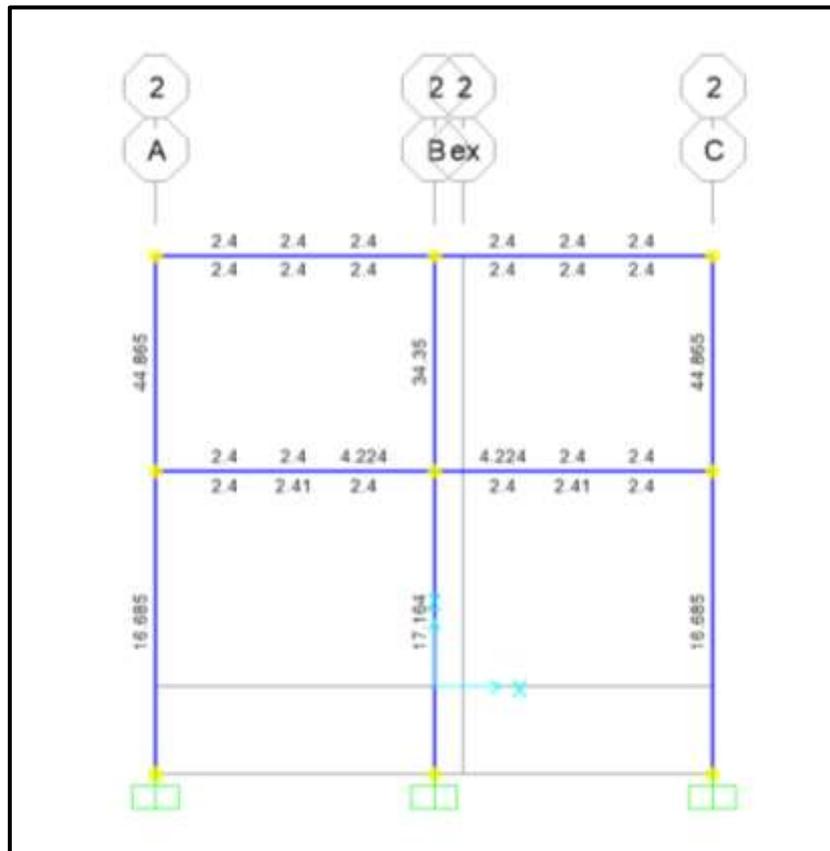
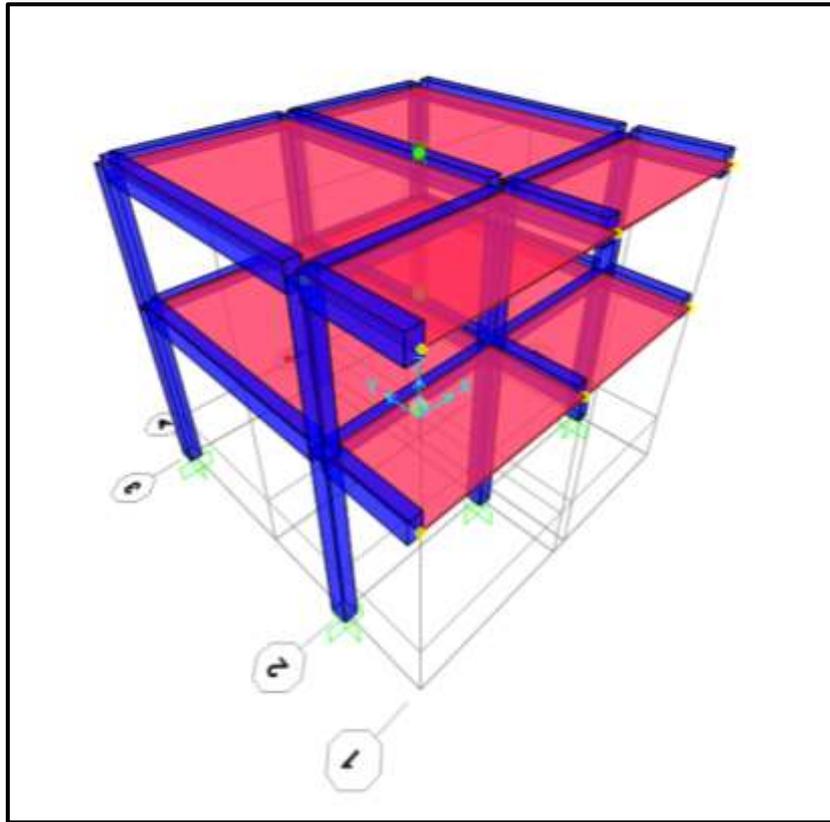
EDIFICIO N°2 DEL MODULO N°1



MODULO N°2



MODULO N°3



ANEXO 08: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: Vista fachada de la institución educativa primaria de menores N° 16002



Foto 2: Procedimiento de realización de ensayos de esclerometría (Módulos N°1, N°2 y N°3) de la institución educativa primaria de menores N° 16002.



Foto 3: Estudio de Mecánica de Suelos de la institución educativa primaria de menores N° 16002 (3 calicatas)



Foto 4: Levantamiento topográfico de la institución educativa primaria de menores N° 16002



Foto 5: Rectificación de medidas respecto al expediente técnico



Foto 6: Verificación de las medidas de los ejes de columna a columna



Foto 7: Módulo N°4 de la institución educativa primaria de menores N° 16002 (más de 50 años de antigüedad)

Módulo N°1



Módulo N°2



Módulo N°3



Foto 9: Módulo N°1, N°2 y N°3 de la institución educativa primaria de menores N° 16002 (Más de 15 años de antigüedad)