

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Diseño estructural sismorresistente asistido por computadora
de un Centro Educativo Inicial, Amarilis-2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Villanueva Sarmiento, Dancris

ASESOR: Taboada Trujillo, William Paolo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71959873

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día viernes 26 de setiembre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	PRESIDENTE
❖ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1959-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: : "DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Dancris VILLANUEVA SARMIENTO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de suficiente (Art. 47).

Siendo las 17:00 horas del día 26 del mes de setiembre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA
DNI: 22516875
ORCID: 0000-0003-2705-4300
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: DANCRIS VILLANUEVA SARMIENTO, de la investigación titulada "Diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo inicial, Amarilis-2023", con asesor(a) WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2597-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de diciembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

101. VILLANUEVA SARMIENTO DANCRIIS.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

4

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

3%

5

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

3%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, por su amor, apoyo incondicional y confianza en mí potencial; y a mis amigos, por estar a mi lado en cada paso del camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis docentes y compañeros por su guía y apoyo durante mi formación, y a Dios por darme la fortaleza y la oportunidad de alcanzar este objetivo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO	24
2.2.2. ESTUDIO DE SUELOS.....	25

2.2.3. PREDIMENSIONAMIENTO Y ESTRUCTURACIÓN	26
2.2.4. PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO	29
2.2.5. ANÁLISIS SÍSMICO	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	40
2.4. HIPÓTESIS	42
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	42
2.5. VARIABLES	42
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	42
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	42
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
CAPÍTULO III	44
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.1.1. ENFOQUE	44
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	44
3.1.3. DISEÑO	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.2.1. POBLACIÓN	45
3.2.2. MUESTRA	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.3.2. RESPECTO A LA MUESTRA DE INFORMACIÓN	53
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	54
CAPÍTULO IV	55
RESULTADOS	55
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	55
4.1.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO	55
4.1.2. PREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	58
4.1.3. CONDICIONES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	61
4.1.4. MODELAMIENTO EN ETABS	63
4.1.5. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE	70

4.1.6. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA	80
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	101
CAPÍTULO V	104
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	104
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	104
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
ANEXOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Pesos unitarios de los materiales.....	27
Tabla 2 Sobrecargas	28
Tabla 3 Peralte de Losas Aligeradas	28
Tabla 4 Parámetro del sector de la obra	30
Tabla 5 Parámetro de superficie de acuerdo a la categoría de la estructura	31
Tabla 6 Periodos Corto y Largo	31
Tabla 7 Factor de Uso o Importancia de la Edificación	32
Tabla 8 Coeficiente Básico de reducción	32
Tabla 9 Restricciones para la alteración del entrepiso estructural.....	39
Tabla 10 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.....	43
Tabla 11 Análisis de Laboratorio.....	46
Tabla 12 Requerimientos de Espacios obligatorios y no obligatorios.....	57
Tabla 13 Peralte para Losas Aligeradas	59
Tabla 14 Resumen de dimensionamiento preliminar de elementos estructurales verticales	61
Tabla 15 Intervalos de acuerdo a cada nodo de la estructura con muros de albañilería en el eje X-X.....	76
Tabla 16 Intervalos conforme a cada punto de la construcción sin paredes de mampostería en la línea X-X	76
Tabla 17 Intervalo primordial de oscilación de la construcción con paredes de mampostería en la dirección X-X	77
Tabla 18 Intervalo fundamental de oscilación de la estructura sin muros de albañilería en el eje X-X.....	77
Tabla 19 Coeficiente de reducción sísmica.....	77
Tabla 20 Deflexión máxima entre los niveles intermedios.....	79
Tabla 21 Intervalo principal de oscilación de la edificación con muros de albañilería.....	101
Tabla 22 Intervalo principal de oscilación de la estructura sin muros de albañilería.....	101
Tabla 23 Desplazamiento lateral máximo de la planta	102
Tabla 24 Tiempos de análisis y diseño	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Losa aligerado tradicional	28
Figura 2 Factor de zona del Perú.....	30
Figura 3 Procedimiento de los factores del ACI	35
Figura 4 Procedimiento de los factores del ACI	36
Figura 5 Procedimiento de los factores del ACI	36
Figura 6 Procedimiento de los factores del ACI	37
Figura 7 Evaluación granulométrica por filtrado	48
Figura 8 Grado de saturación del agua.....	49
Figura 9 Pesos específicos del estrato	50
Figura 10 Limite Plástico.....	51
Figura 11 Registro de Gravedad Específica	52
Figura 12 Respecto a la muestra de información	54
Figura 13 Mapa de localización	56
Figura 14 Diseño Arquitectónica del Proyecto	58
Figura 15 Espacio tributario de la obra	60
Figura 16 Predimensionamiento de las columnas.....	60
Figura 17 Predimensionamiento de columna L	61
Figura 18 Símbolo de ETABS.....	63
Figura 19 Cuadrículas para el diseño	64
Figura 20 Modelo tridimensional de la cuadrícula	64
Figura 21 Características del concreto-ETABS.....	65
Figura 22 Características del acero-ETABS	65
Figura 23 Acero de refuerzo - ETABS.....	66
Figura 24 Muro portante-ETABS.....	66
Figura 25 Características de columna de 40X40-ETABS.....	67
Figura 26 Propiedades de columna de L 50x50 de 25 cm-ETABS.....	67
Figura 27 Características de viga de 25X40-ETABS.....	67
Figura 28 Características de losa aligerada de 20cm-ETABS.....	68
Figura 29 Características de muros portantes de 15cm-ETABS	68
Figura 30 Representación tridimensional del modelado.....	69
Figura 31 Restricciones de la estructura.....	69
Figura 32 Intervalo de respuesta en X-X - ETABS.....	70

Figura 33 Intervalo de reacción en Y-Y - ETABS	71
Figura 34 Cargas para la estructura	71
Figura 35 Cargas viva y muerta en los entresijos	72
Figura 36 Carga sometida a las vigas.....	72
Figura 37 Carga sísmica.....	73
Figura 38 Configuraciones de peso	74
Figura 39 Brazos rígidos-ETABS	74
Figura 40 Sismo en X-X y Y-Y	75
Figura 41 Conclusiones del estudio estructural.....	75
Figura 42 Deflexión máxima entre los niveles intermedios en la dirección X-X	78
Figura 43 Deflexión máxima entre los niveles intermedios en la dirección Y-Y	79
Figura 44 Viga 25X35-ETABS	80
Figura 45 Columna 40X40-ETABS	81
Figura 46 Columna L de 25cm de espesor 50X50cm ² -ETABS.....	81
Figura 47 Prioridad en las normativas de configuración en ETABS	82
Figura 48 Conjuntos de análisis ETABS	83
Figura 49 Alternativa de proyecto-ETABS	83
Figura 50 Respuestas del acero para vigas-columnas.....	84
Figura 51 Acero en la viga de 25x35 eje B-B	85
Figura 52 Viga de 25x35 eje B-B primer nivel	86
Figura 53 Viga de 25x35 eje B-B techo.....	87
Figura 54 Varillas de acero para la viga de 25x35 eje A-A.....	87
Figura 55 Viga de 25x35 eje A-A primer nivel	88
Figura 56 Viga de 25x35 eje A-A techo.....	89
Figura 57 Varillas de acero para la viga de 25x35 eje 1-1	90
Figura 58 Viga de 25x35 eje A-A primer nivel	91
Figura 59 Viga de 25x35 eje A-A techo.....	92
Figura 60 Varillas de acero para la viga de 25x35 eje 2-2	92
Figura 61 Viga de 25x35 eje 2-2 primer nivel.....	93
Figura 62 Viga de 25x35 eje B-B techo.....	94
Figura 63 Varillas de acero para Columna 40X40.....	95
Figura 64 Columna 40X40	96

Figura 65 Acero para Columna L 50X50.....	96
Figura 66 Columna 50X50	97
Figura 67 Disposición de barras de acero para losa-SAFE.....	98
Figura 68 Varillas de acero requerido para losa - SAFE	98
Figura 69 Deformación de la losa aligerada-SAFE	99
Figura 70 Esfuerzo del terreno sobre el cimiento corrido-SAFE.....	100
Figura 71 Asignación de varillas de acero en el cimiento corrido-SAFE.....	100

RESUMEN

El trabajo de investigación abordó la problemática de la infraestructura educativa en el Perú, donde gran parte de los colegios se encuentran en mal estado, agravado por factores como la antigüedad de las edificaciones y su falta de diseño sismorresistente. En el distrito de Amarilis, más del 40% de las instituciones educativas están deterioradas, y más del 25% de las aulas presentan problemas estructurales. A través de este proyecto, se busca diseñar una estructura sismorresistente para un centro educativo en dicha localidad, siguiendo las normas peruanas, especialmente la Normativa E030 de diseño sismorresistente y la Normativa E060 de concreto armado.

La metodología empleada se basó en un enfoque cuantitativo, utilizando herramientas como el software SAFE y ETABS para el estudio y diseño de la estructura. Estos softwares permitieron optimizar los tiempos de análisis y diseño en comparación con los métodos manuales tradicionales. Además, se realizaron Análisis de Laboratorio y estudios de suelos bajo la Norma E050 para obtener los parámetros sísmicos locales.

Los resultados obtenidos confirmaron que el diseño asistido por computadora no solo optimizó los elementos estructurales, sino que también cumplió con los estándares de seguridad sísmica, reduciendo el tiempo de oscilación y asegurando que los desplazamientos relativos entre niveles de la estructura estuvieran dentro de los límites normativos. La tesis establece que la aplicación de herramientas computacionales mejora notablemente los resultados tanto la precisión como la eficiencia del proceso de diseño estructural, contribuyendo a la seguridad y estabilidad de las edificaciones educativas en zonas sísmicas.

Palabras clave: Diseño, análisis, tiempo de oscilación, vigas, columnas, ACI 318-14.

ABSTRACT

The research work addressed the problem of educational infrastructure in Peru, where a large part of the schools are in poor condition, aggravated by factors such as the age of the buildings and their lack of earthquake-resistant design. In the Amarilis district, more than 40% of educational institutions are deteriorated, and more than 25% of classrooms have structural problems. Through this project, the aim is to design an earthquake-resistant structure for an educational center in said town, following Peruvian standards, especially Regulation E030 for earthquake-resistant design and Regulation E060 for reinforced concrete.

The methodology used was based on a quantitative approach, using tools such as SAFE and ETABS software for the study and design of the structure. These software made it possible to optimize analysis and design times compared to traditional manual methods. In addition, laboratory tests and soil studies were carried out under Standard E050 to obtain local seismic parameters.

The results obtained confirmed that the computer-aided design not only optimized the structural elements, but also met the seismic safety standards, reducing the oscillation time and ensuring that the relative displacements between levels of the structure were within the regulatory limits. . The thesis establishes that the application of computational tools significantly improves the results, both the precision and efficiency of the structural design process, contributing to the safety and stability of educational buildings in seismic zones.

Keywords: Design, analysis, swing time, beams, columns, ACI 318-14.

INTRODUCCIÓN

La educación es uno de los soportes esenciales para el progreso y avance de toda sociedad, y su correcta infraestructura es vital para garantizar espacios adecuados y seguros para el aprendizaje. Sin embargo, en el contexto peruano, especialmente en zonas alejadas como la sierra, la calidad de las instalaciones educativas presenta serias deficiencias. Según el Ministerio de Educación (Minedu, 2021), existen numerosos centros educativos en mal estado, agravado por fenómenos naturales como lluvias intensas, deslizamientos y, en particular, la sismicidad. Estas condiciones ponen en riesgo la integridad física de los estudiantes y docentes, especialmente en aquellas instituciones que no han sido diseñadas bajo los parámetros sismorresistentes adecuados. A ello se suma la pandemia del COVID-19, que evidenció la necesidad de reestructurar las aulas para asegurar el distanciamiento social, problema que afecta a más del 50% de los colegios en distritos como Amarilis, Huánuco. La problemática radica no solo en la antigüedad de las infraestructuras, sino en la falta de estudios de suelos, expedientes técnicos deficientes y la ausencia de diseño sismorresistente en muchas de estas construcciones. En respuesta a esta realidad, el presente proyecto se plantea como una propuesta de diseño estructural sismorresistente, utilizando herramientas computacionales para un centro educativo inicial en Amarilis, con la finalidad de proteger la integridad estructural en caso de probables terremotos. Para ello, se seguirá la normativa vigente, particularmente las normativas E030 de diseño sismorresistente y E060 de concreto armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, asegurando que la infraestructura propuesta cumpla con los más altos estándares de seguridad.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según el Ministerio de Educación, la educación es uno de los derechos fundamental que toda persona tuvo la cual nos brinda el estado con el fin de adquirir conocimientos y alcanzar una vida social plena; pero lamentablemente la educación en nuestro país es uno de los sectores más descuidados por el gobierno añadido con el inicio de la pandemia la educación virtual no asegura el correcto aprendizaje que podría recibir en una educación presencial. (Minedu ,2021)

A pesar de que el estado peruano viene realizando esfuerzos para mejorar la educación, en donde uno de sus principales objetivos es invertir en la infraestructura educativa ya que muchos centros educativos están en mal estado con paredes agrietados techos fisurados y por no mencionar la falta de seguridad en sus estructuras. Otro componente fundamental que perjudica la infraestructura de las instituciones educativas, en especial en la región andina del territorio peruano, las severas precipitaciones y deslizamientos de tierra (huaycos) han afectado a más de 500 colegios y retrasando el inicio del año escolar actual. (Minedu ,2021)

Según el Ministerio de Educación el Perú en la actualidad hay 55 mil colegios, de los cuales 28 mil tuvo que ser demolidas ya que su presentan daños estructurales irreparables y representa un elevado peligro para la estabilidad del docente y alumno. Aproximadamente 12 mil instituciones carecen de acceso a agua potable y sistemas de alcantarillado, mientras que otras 12 mil poseen inconvenientes con su cerco perimétrico. Generalmente la mayor parte los colegios de carácter nacional poseen inconvenientes en su infraestructura, y que uno de los más importantes factores es preparación deficiente de expedientes técnicos, la inexistencia de los estudios de suelos y topografía y la falta del saneamiento de los colegios. (Minedu ,2021).

El distrito de amarilis no es ajeno de estos problemas que vienen afectando al país, ya que la contraloría verificó la situación los colegios del distrito de amarilis dando como resultado que más del 40% de las instituciones educativas no se encuentran en mal estado, y más del 50% requieren aulas más amplias para el distanciamiento social debido al covid-19. También este mismo informe nos indica que más del 25 % de las aulas presentan problemas en su infraestructura, como columnas, vigas, paredes agrietadas debido a los diferentes eventos sísmicos ocurridos en la zona, también debido a edad de esta ya que estas instituciones son estructuras que fueron construidas sin tener en cuenta el diseño sismorresistente. (Salas, 2019)

Partiendo de esta problemática el presente proyecto tuvo como objetivo principal realizar el diseño estructural siguiendo la normativa vigente en el reglamento nacional de edificaciones principalmente en la norma E060 de concreto armado y E030 de diseño sismorresistente para de esta manera asegurar las vidas de los estudiantes antes eventos sísmicos de gran magnitud.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo se realizaría el diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles serán los desplazamientos obtenidos del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se realizaría el modelamiento y análisis de la estructura para el diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023?

- ¿Cómo se determinaría las dimensiones de los elementos estructurales del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los desplazamientos obtenidos del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.
- Realizar el modelamiento y análisis de la estructura para el diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.
- Proponer dimensiones de los elementos estructurales del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La tesis tuvo como finalidad aportar ideas, datos y métodos para poder solucionar el problema que presentan muchos centros educativos en la ciudad de Huánuco, ya que estas no cuentan con una infraestructura adecuada para albergar estudiantes por ello se solicita

realizar el diseño estructural de los componentes de una estructura un centro educativo utilizando el software ETABS.

Debido a esto se buscó aplicar nuevas metodologías aplicando este software para Optimizar tiempo y perfeccionar el diseño convencional de los centros educativos.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La tesis se basó en el diseño estructural asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, en donde tuvo como base teórica el uso del reglamento nacional de edificaciones, como la normativa E020 para asignar las cargas, E030 para el estudio sismorresistente de la estructura, E050 para el estudio de suelos con el propósito de obtener la capacidad portante y otras propiedades mecánicas del suelo y finalmente se empleara la normativa E060 y la normativa de diseño ACI318-14 para la elaboración de los componentes estructurales. con la ayuda del software ETABS disminuyendo el tiempo del análisis y mejorando el análisis tradicional.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para poder lograr los objetivos del estudio, se siguió un proceso sistematizado, Se llevó a cabo un análisis de suelos del lugar, se consultaron los parámetros sísmicos establecidos en el reglamento nacional de edificaciones y, para el análisis y diseño de la infraestructura, se utilizará el programa ETABS.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La tesis tuvo como primordial obstáculo el momento de pandemia en el cual nos encontramos; ya que no se podrá tener la opinión de todos los ingenieros propuestos al iniciar la investigación de manera que para llenar el vacío en algunos puntos para tomar decisiones al momento de diseñar se optó por recurrir al internet la cual no es una fuente confiable.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La tesis es factible debido a que toma en cuenta los siguientes puntos:

- ❖ Recursos humanos: Asesor y Asistente de campo
- ❖ Recursos tecnológicos: Laptop, celular, estación total, GPS e impresora.
- ❖ Recursos financieros: Pasajes, loncheras, textos e impresiones.

Y otros como recursos materiales los cuales son indispensables en una oficina; con todo lo mencionado La tesis será viable ya que se llevará a cabo con el fin de realizar un adecuado diseño de la infraestructura del centro educativo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Barahona (2020) en su trabajo titulado: “Edificios resistentes a los terremotos en Chile”; Presentada a la Universidad técnica federico Santa María Sede Viña Del Mar; El objetivo principal del estudio fue evaluar las características y normativas del diseño estructural sísmico en Chile, con el fin de mejorar la resistencia sísmica de los edificios frente a terremotos. La metodología empleada consistió en una revisión exhaustiva de las normas de construcción chilenas, en particular la NCh 433, y en el análisis de la clasificación de suelos y la zonificación sísmica del país. Se evaluaron los diferentes tipos de suelos y su impacto en la seguridad estructural de los edificios. Los resultados obtenidos muestran que la correcta implementación de las normativas sísmicas y el uso de materiales adecuados pueden incrementar significativamente la capacidad de los edificios para resistir terremotos. Se concluyó que el diseño sísmico, adaptado a las características geológicas y sísmicas locales, es crucial para la seguridad de la infraestructura, especialmente en zonas de alta actividad sísmica como Chile. Además, se destacó la importancia de realizar estudios geotécnicos detallados antes de la construcción para asegurar que las edificaciones sean resistentes y seguras en caso de terremotos.

Flores (2018) en su trabajo titulado: “Edificios resistentes a los terremotos en Chile”; Presentada a la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador; El objetivo principal de este estudio fue evaluar la eficacia de las normativas y técnicas de diseño estructural aplicadas en Chile para la construcción de edificios resistentes a terremotos. La metodología empleada consistió en una revisión bibliográfica exhaustiva de los códigos sísmicos, junto con el análisis de casos reales de edificios

construidos bajo estas normativas. Se incluyó también una comparación de la evolución histórica de los códigos sísmicos en Chile y su impacto en la reducción de daños durante los terremotos. Los resultados revelaron que las normativas chilenas, como la NCh 433, se han ido adaptando de manera eficaz a las características sísmicas del país, mejorando la seguridad estructural y reduciendo el riesgo de colapsos en sismos de alta magnitud. Sin embargo, se observó que la implementación efectiva de estas normativas depende en gran medida de la calidad de la construcción y la capacitación de los profesionales involucrados. Las conclusiones del estudio destacaron la importancia de continuar con la actualización de las normativas sísmicas y la necesidad de promover un mayor control en la ejecución de los proyectos de construcción para garantizar la seguridad en zonas de alto riesgo sísmico.

Canchig (2016) en su tesis titulada “Análisis comparativo del diseño estructural de un proyecto de vivienda en hormigón armado aplicando las Normas del Código Ecuatoriano de Construcción (CEC 2002) y la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015)”. Presentada a la Universidad Internacional del Ecuador. El objetivo principal del estudio fue comparar el diseño estructural de un proyecto de vivienda utilizando las normativas CEC 2002 y NEC 2015, evaluando la diferencia en la geometría, las cuantías de acero y hormigón, y los costos asociados. La metodología consistió en aplicar ambos códigos en el diseño de la misma estructura y analizar los resultados obtenidos en términos de seguridad sísmica y eficiencia de los recursos. Los resultados mostraron que la implementación de la NEC 2015 requirió mayores cantidades de materiales y aumentó los costos debido a las modificaciones en los criterios de diseño, aunque se logró una mayor resistencia sísmica en el diseño final. Las conclusiones destacaron que, a pesar de los mayores costos, la NEC 2015 ofrece un diseño más seguro y adecuado para la protección sísmica en Ecuador.

Se concluyó que la cantidad de acero necesario, al combinar la NEC con la CEC, presenta un aumento del 33,34% para una vivienda de dos pisos, un 24,75% para una vivienda de tres pisos y un 26,57% para un edificio de apartamentos. Estos valores corresponden a las decisiones del ingeniero calculista al determinar la cantidad de acero de refuerzo más adecuada para los materiales diseñados. En cuanto al volumen de concreto utilizado, no se observó un incremento significativo en las viviendas de dos y tres pisos, ya que las secciones de los elementos estructurales, al aplicar tanto la NEC como la CEC, son prácticamente iguales. Sin embargo, en el caso de la construcción de apartamentos, se registró un aumento en el volumen de concreto: con la CEC se requerían 539,11 m³, mientras que con la NEC se necesitan 544,88 m³, lo que representa un incremento de 13,34 m³, equivalente al 2,52%.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Norabuena (2018) en tesis titulado: “Diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan Bautista de la Salle, Yungay 2018”; presentada por la Universidad Cesar Vallejo; El objetivo principal fue realizar un diseño estructural de un pabellón educativo en Yungay, tanto con cómo sin la incorporación de aisladores sísmicos, para evaluar su desempeño en sismos. La metodología incluyó estudios de mecánica de suelos, topografía, y canteras, así como el predimensionamiento de los elementos estructurales. Se emplearon normas sísmicas locales (E.030-2018, E.031-2018) y software especializado para modelar y analizar las estructuras. Los resultados mostraron que el uso de aisladores sísmicos redujo las derivas de la estructura en más del 35%, mejorando la respuesta sísmica de la edificación, especialmente durante sismos severos. Las conclusiones indicaron que los aisladores sísmicos optimizan el comportamiento estructural frente a sismos moderados y severos, cumpliendo con las normativas de deriva máxima. Este diseño ofrece una alternativa eficiente para reducir el daño estructural en zonas sísmicamente activas.

Huaranga (2019) en su tesis: “Diseño estructural en concreto armado del colegio inicial N° 935 de Acos”; presentada a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; El objetivo principal del estudio fue llevar a cabo el diseño estructural en concreto armado de una infraestructura educativa adecuada para la Institución Educativa Inicial N° 935 Apóstol Santiago, ubicada en la localidad de Acos, Distrito de Chumpi, Provincia de Parinacochas, Ayacucho. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo y aplicado, con un diseño no experimental transversal y enfoque cuantitativo, apoyado en el uso del software ETABS v. 2016 para el análisis estructural. Como resultado, se obtuvo un diseño arquitectónico adecuado, con determinación de las características del suelo (capacidad portante de 3.07 kg/cm²), y se definieron las secciones de los elementos estructurales como vigas y columnas con dimensiones específicas. El análisis sísmico realizado verificó la adecuación de las secciones estructurales para la zona sísmica en la que se encuentra el proyecto. En conclusión, se logró un diseño estructural en concreto armado que garantiza una infraestructura segura y adecuada para el colegio mencionado.

Sánchez (2020) en su tesis: “Diseño estructural de aulas y laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La Libertad”; presentada a la Universidad Cesar Vallejo; El objetivo principal del estudio fue desarrollar el diseño estructural de tres pabellones de aulas y un pabellón de laboratorios para dicho colegio militar, cumpliendo con las normativas nacionales vigentes en cuanto a cargas y diseño sísmico. La metodología empleada incluyó el predimensionamiento de los elementos estructurales y el cálculo de cargas, siguiendo las normativas E.020, E.030 y E.060, que rigen sobre cargas, diseño sismorresistente y concreto armado. Además, se realizó un estudio topográfico, análisis de mecánica de suelos, y un diseño estructural detallado. Los resultados del estudio permitieron concluir que el diseño estructural propuesto cumplía con los parámetros exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, garantizando la seguridad sísmica y funcionalidad de las instalaciones educativas. El proyecto

proporciona un diseño adecuado para la construcción de espacios educativos seguros y eficientes en una zona sísmica.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Simón (2016) en tesis titulado: “Vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas nivel secundario del distrito de Panao Pachitea-Huánuco”; presentada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; El objetivo principal del estudio fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del nivel secundario en el distrito de Panao, con el fin de identificar las debilidades estructurales de los edificios y proponer medidas que mejoren su resistencia frente a un posible sismo. Para ello, se utilizó el modelo de evaluación de vulnerabilidad sísmica propuesto por Benedetti y Petrini, el cual permite estimar un índice de vulnerabilidad basado en las características estructurales de las edificaciones. El análisis abarcó diversas instituciones educativas, como las de Tupac Amaru II, Ichu Yanuna, Tayagasha, entre otras. Los resultados revelaron que muchas de estas edificaciones presentaban deficiencias significativas en cuanto a su configuración estructural, lo que las hacía vulnerables a sismos de mediana a alta magnitud. Como conclusiones, se destacó la necesidad urgente de implementar programas de mejora estructural en estas instituciones, y se propusieron recomendaciones para mitigar los riesgos sísmicos, tales como reforzar los sistemas resistentes y mejorar los materiales de construcción para garantizar la seguridad de los estudiantes y personal docente en caso de un terremoto.

Chiuyari (2018) en tesis titulado: “Evaluación y propuesta de reparación estructural de la institución educativa Mariano Melgar De Huariaca aplicando el análisis no lineal pushover”; presentada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; El objetivo principal de este estudio fue evaluar la estructura de la mencionada institución educativa y proponer un modelo de reparación estructural utilizando el análisis no lineal pushover, con base en las normativas vigentes para determinar su resistencia sísmica. La metodología aplicada incluyó una inspección

visual inicial, seguida de estudios de campo y laboratorio para evaluar las propiedades de los materiales utilizados en la construcción. Posteriormente, se verificó si el diseño estructural cumplía con los requisitos de la normativa RNE E-060-2016. Finalmente, se llevó a cabo un análisis estático no lineal tipo pushover para determinar la necesidad de refuerzos en la estructura. Los resultados obtenidos indicaron que la edificación presentaba deficiencias importantes debido a un deficiente proceso constructivo, lo que exigió la propuesta de una reparación estructural para garantizar la seguridad y funcionalidad de la institución educativa en caso de sismos.

Parra (2019) en tesis titulado: “Determinación de la carga viva de piso en las instituciones educativas públicas del distrito de Huánuco - 2018”; presentada por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; tuvo como objetivo principal determinar la carga viva promedio en los pisos de instituciones educativas públicas del distrito de Huánuco para el año 2018. El estudio utilizó una metodología que incluyó la selección aleatoria de centros educativos, donde se midió el área libre de aulas y el peso de mobiliario, equipos y ocupantes bajo condiciones normales. Se calculó la carga viva promedio y se comparó con los valores establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los resultados mostraron que el promedio de carga viva observada en las aulas fue aproximadamente un 10% menor al valor normado, lo que sugiere un sobredimensionamiento en los diseños estructurales en ciertas condiciones locales. Se concluyó que ajustar estos valores podría optimizar el diseño estructural, reduciendo costos sin comprometer la seguridad. Estos hallazgos proponen la necesidad de revisar las normativas para adaptarlas mejor a contextos específicos de uso.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Según el reglamento nacional de edificaciones para el diseño de una infraestructura educativa es importante tener las mínimas

condiciones que presentan la arquitectura como la funcionalidad y la habitabilidad, también otros aspectos como el uso, accesibilidad, iluminación, ventilación, etc. Para ello se debe tomar en cuenta las consideraciones que indica el reglamento nacional de edificaciones las cuales fueron:

- A.040 educación
- Criterios de diseño para espacios seguros en un colegio (Normativa Técnica para el Diseño de Locales de Educación Básica Regular Nivel Inicial)

2.2.2. ESTUDIO DE SUELOS

2.2.2.1. NORMATIVA

Para establecer las características del terreno donde se ubicará el proyecto se tomará en cuenta la normativa E-050 de Suelos y Cimentaciones, así como además la normativa E-030 de Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de edificaciones (Norma E.050, 2018)

2.2.2.2. TOPOGRAFÍA

La topografía actual se dedica generalmente a la cuantificación y documentación de los límites de altura, generando un modelo 3D de la geografía terrestre. Se selecciona una serie de localizaciones que se miden según sus coordenadas en el plano, como la posición geográfica (latitud y longitud), y su nivel vertical, en términos de elevación. Al anotar estas coordenadas geográficas en una secuencia, se obtienen curvas de nivel que reflejan variaciones suaves en el suelo. (Concepto.pe, 2021)

2.2.2.3. DISEÑO DE CIMENTACIÓN

Según ingeniero Ángel San Bartolomé para el diseño de las cimentaciones de la estructura se tuvo que tomar que esta soportara las cargas de la edificación luego serán transferidas al

suelo del terreno, para ello debemos valorar la capacidad de carga permisible del suelo. (San Bartolomé, 1998)

El diseño de las cimentaciones de la edificación debería obtenerse de un análisis de suelos donde se señale cada una de sus características. Las cimentaciones, en especial las zapatas se estimaron haciendo un metrado con cargas de gravedad, y aplicando el software SAFE para verificar que la presión sea por debajo del valor permitido. Para determinar la presión sobre el lote se adoptó una repartición lineal de presiones, por consiguiente, el esfuerzo va a ser definido por:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M \cdot Y}{I}$$

2.2.3. PREDIMENSIONAMIENTO Y ESTRUCTURACIÓN

Criterios de Estructuración

En su libro del ingeniero San Bartolomé de análisis estructural, nos indica que para tener un buen comportamiento sísmico en una estructura se deberá buscar una estructura simétrica tanto en planta como en altura, de modo que sea lo más simple, pero teniendo en cuenta los criterios que dicta la norma E030 diseño sismorresistente los cuales son: Simetría, Resistencia, Ductilidad, Simplicidad, hiperestaticidad y monolitismo, uniformidad y continuidad, etc. (San Bartolomé, 1998)

Cabe mencionar, que en todo el tiempo se demostró que las construcciones básicas (Estructuras simétricas) responden de manera más eficiente ante los terremotos, La simetría en ambas direcciones es favorable, lo que provoca la ausencia de esta causa efectos de torsión que resultan complejos de analizar.

La construcción debería tener resistencia sísmica correcta en cada uno de los sentidos. El mecanismo de resistencia estructural debería estar presente al menos en dos orientaciones perpendiculares o en ángulos rectos, de manera que se certifique la uniformidad tanto de la

composición como de la totalidad de los elementos y componentes. Para que el proyecto logre resistir acciones de las fuerzas horizontales sin deformarse, se debe tener en cuenta un correcto análisis y sobre todo elaborar los elementos estructurales con materiales los cuales aporten la rigidez necesaria al proyecto. (San Bartolomé, 1998)

Primeramente, partiremos de los planos de arquitectura, elaboraremos tales planos de modo que cumplan con los criterios que nos dicta la E030 para luego ubicar las columnas en puntos donde no afecten la distribución arquitectónica de igual forma las vigas, como observación solo consideraremos el peso de la tabiquería en el análisis.

Predimensionamiento de Elementos Estructurales

En su libro del ingeniero San Bartolomé de análisis estructural, nos indica para el diseño preliminar, se considerarán medidas estimadas de los componentes estructurales, que en algunos casos coinciden con las medidas definitivas. En este proyecto, se emplearán diversos criterios para el predimensionamiento, incluyendo los establecidos en la normativa E060 y los aportados por autores como el Ing. Blanco. (San Bartolomé, 1998).

A. Cargas De Diseño

Las sobrecargas serán obtenidas de la norma E020 de cargas como se muestra en la siguiente tabla (Norma E.020, 2019):

Tabla 1

Pesos unitarios de los materiales

MATERIAL	Peso Unitario (kg/m³)
Unidades de albañilería de arcilla cocida solidas	1800
Concreto Armado	2400
Agua	1000

Fuente. RNE (2019)

Tabla 2*Sobrecargas*

Ocupación o Uso	S/C (kg/m ²)
Centros de educación - Aulas	250
Azotea - Techo	100

*Fuente. RNE (2019)***B. Losas Aligeradas**

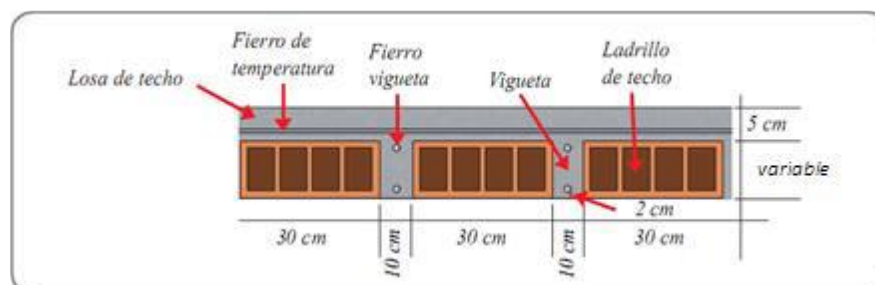
Para el diseño preliminar de la placa aligerada se considerará el vano libre de modo que el Ing. Blanco nos brinda la siguiente tabla para el predimensionamiento: (Norma E.020, 2019)

Tabla 3*Peralte de Losas Aligeradas*

Espesor del Aligerado (cm)	Espesor del Ladrillo	Para luces (L) de:
17	12	Menores a 4m
20	15	Entre 4 y 5.5 m
25	20	Entre 5 y 6.5 m
30	25	Entre 6 y 7.5 m

Fuente. RNE (2019)

Estos grosores que nos proporciona el Ing. Blanco serán específicos para elementos ligeros en un sentido.

Figura 1*Losa aligerado tradicional**Fuente. RNE (2019)*

C. Acabados y coberturas

En la cobertura, se incorporará una loseta andina con una carga completa de 83.00 Kg/m², y en los recubrimientos se tomará en cuenta una carga completa de 100 kg/m². (Norma E.020, 2019)

Vigas

Para calcular preliminarmente las dimensiones de las vigas, se debe considerar la clase de la construcción, y según esto se podrá determinar el espesor tentativo. Para el ancho, se tomará la mitad del espesor, y como norma antisísmica, este no debe ser menor de 25 cm.

D. Columnas

Para estimar las columnas se debe considerar la carga vertical existente en cada una de ellas y asimismo el área de influencia de cada uno.

2.2.4. PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO

Zonificación Sísmica

Nuestro territorio se encuentra en una de las áreas más vulnerables al fenómeno sísmico, y por ello, las edificaciones en nuestro territorio están expuestas a deterioros e incluso a pérdidas humanas.

Esta situación se debe a la presencia de dos placas geológicas que, al colisionar, provocan movimientos sísmicos en la superficie terrestre. En este contexto, el reglamento E030 especifica que existen cuatro diferentes zonas con intensidades sísmicas variadas, siendo la zona 4 la más susceptible a los impactos sísmicas. (RNE, Norma E.030, 2019)

Figura 2

Factor de zona del Perú



Fuente. RNE (2019)

Tabla 4

Parámetro del sector de la obra

Departamento-Provincia-Distrito	ZONA SISMICA	FACTOR DE ZONA Z
Huánuco-Huánuco-Amarilis	2	2.5

Fuente. RNE (2019)

Condiciones Geotécnicas: Factor S, TP y TL

Para poder elegir el coeficiente de expansión del terreno donde se ubica el proyecto debemos emplear los parámetros constituidos por NTE E030 diseño sismorresistente, en donde nos indica el factor de amplificación del suelo (S), tal y como se muestra en la próxima matriz, que emplearemos posteriormente, será esencial para especificar la estructura del módulo C. (RNE, NORMA E.030, 2019)

Tabla 5*Parámetro de superficie de acuerdo a la categoría de la estructura*

FACTOR DE SUELO S				
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. RNE (2019)***Tabla 6***Periodos Corto y Largo*

PERIODOS TP Y TL				
Perfil de suelo				
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

*Fuente. RNE (2019)***Coeficiente de intensificación geodinámica: Factor C**

Para calcular la velocidad límite de aceleración debemos determinar la composición en su cimentación (ZS) es aumentada a través de cualquier composición en funcionalidad de su lapso importante de oscilación T. El reglamento facilita evaluar el incremento de velocidades de la reacción para infraestructura, en correspondencia con la rapidez en el terreno por medio de la componente C, que se define como: (RNE, Norma E.030, 2019)

$$\begin{aligned}
 T < TP & \quad C=2.5 \\
 TP < T < TL & \quad C = 2.5 \times \left(\frac{TP}{T} \right) \\
 T > TL & \quad C = 2.5 \times \left(\frac{TP \times TL}{T} \right)
 \end{aligned}$$

Categoría de las Edificaciones, Coeficiente de Uso e Importancia

De acuerdo a la normativa E030 las estructuras se clasifican en cuatro categorías cuales se les asigna un valor de factor U, para nuestro proyecto se tuvo el siguiente valor U. (RNE, Norma E.030, 2019)

Tabla 7

Factor de Uso o Importancia de la Edificación

Categoría de las edificaciones y factor u		
Categoría	Descripción	Factor u
A. Edificaciones esenciales	Todas aquellas construcciones que sean capaces de funcionar como albergue después de una calamidad, como por ejemplo centros educativos, academias tecnológicas superiores y entidades académicas superiores.	1.5

Fuente. RNE (2019)

Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las fuerzas sísmicas

De acuerdo a la normativa E030 las estructuras las cuales sean regulares tanto en planta como en altura tuvo los siguientes coeficientes de los factores $I_a=1$ y $I_p=1$. (RNE, Norma E.030, 2019)

Las estructuras estarán clasificadas según el elemento de uso y el sistema estructural que presente en cada orientación, de modo que se tuvo la siguiente tabla:

Tabla 8

Coeficiente Básico de reducción

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6

Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos excéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7

Fuente. RNE (2019)

2.2.5. ANÁLISIS SÍSMICO

Realizar un análisis sísmico a una estructura no ayuda a conocer las fuerzas internas que intervienen o participan ante un evento sísmico, esto se basa en datos registrados anteriormente, al realizar el análisis sísmico debemos tener en cuenta las características de la estructura como su regularidad, su uso, el nivel de piso etc., ya que estos influyen directamente a energías vibratorias. (RNE, Norma E.030, 2019)

MODELO ESTRUCTURAL

Hay diferentes procedimientos y esquemas para la indagación de los elementos constructivos tanto de manera individual como colectiva. Estudio de Placas Aliviadas: Las superficies soportadas sin restricciones son sistemas estables y no manifiestan complicaciones para la selección de sus esfuerzos internos, ya que estos se calculan mediante las cargas de estabilidad. A pesar de que, los paneles ininterrumpidos, precisan de parámetros extras de estabilidad para el cálculo de sus esfuerzos internos. (RNE, Norma E.030, 2019)

Procedimiento de los factores del ACI

La normativa del ACI recomienda un procedimiento estimado para la decisión de las tensiones internas en construcciones de elementos

estructurales. Este método solo es aplicable para vigas y losas en una orientación. (RNE, Norma E.030, 2019)

- Restricciones

El procedimiento aproximado del ACI, denominado además procedimiento de los factores, podría ser usado continuamente que se cubran las próximas restricciones:

1. La viga o losa debe contar con 2 o más secciones.
2. Las secciones deben tener dimensiones casi idénticas. La medida de la más larga de dos segmentos contiguos no deberá diferir de la del más corto en más de un 20%.
3. Las fuerzas deben estar distribuidas de manera uniforme.
4. La carga dinámica no debe superar el triple de la carga estática.
5. Los recursos evaluados tienen que ser de forma prismática.

- Parámetros de Diseño

Según el código, Las fuerzas cortantes y momentos según la carga máxima aplicada, la distancia libre entre los tramos y las condiciones de sujeción, se podrá calcular de la siguiente manera: (RNE, Norma E.030, 2019)

Momento positivo

Tramo exterior

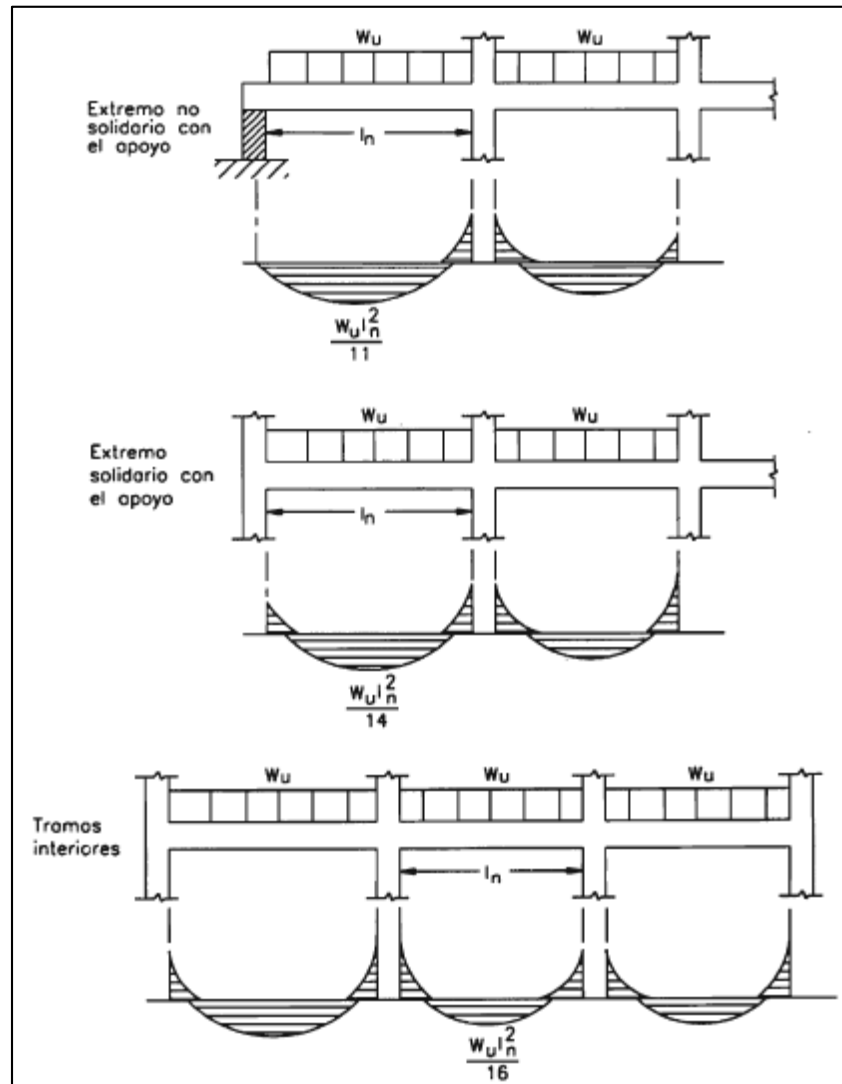
Extremo discontinuo no solidario con el apoyo: $wu1n^2/11$

Extremo solidario con el apoyo: $wu1n^2/14$

Tramos interiores: $wu1n^2/16$

Figura 3

Procedimiento de los factores del ACI



Fuente. Teodoro (2014)

Momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior

Dos tramos: $w_u l_n^2 / 9$

Más de dos tramos: $w_u l_n^2 / 10$

Momento negativo en las otras caras de los apoyos: $w_u l_n^2 / 11$

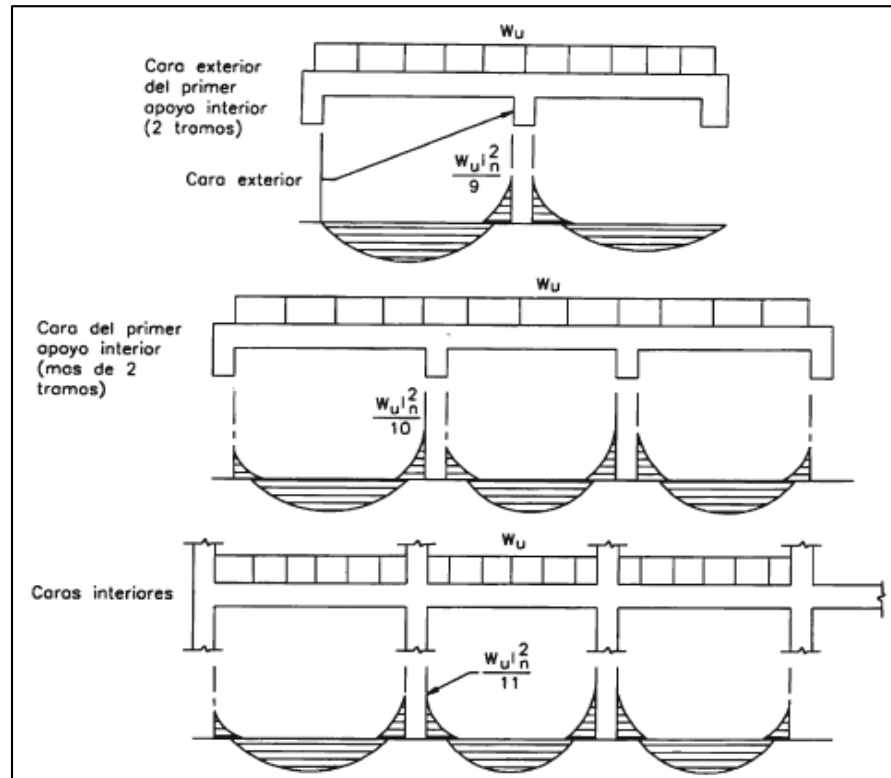
Momento negativo en la cara interior del apoyo exterior con el apoyo

Si el apoyo es una viga de borde: $w_u l_n^2 / 24$

Si el apoyo es una columna: $w_u l_n^2 / 16$

Figura 4

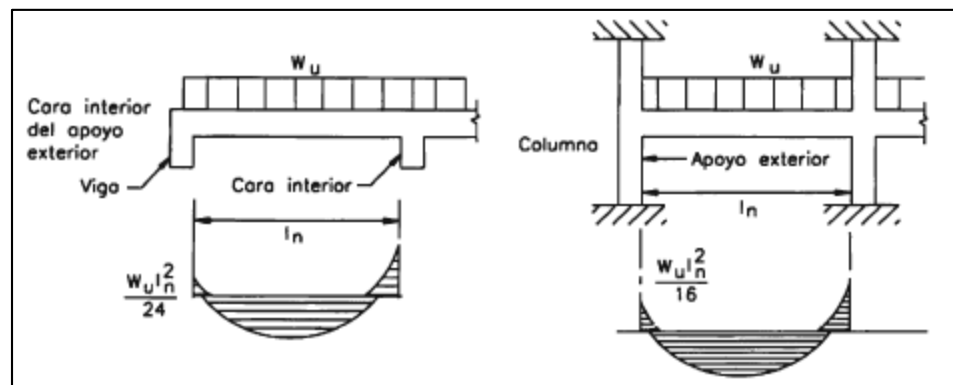
Procedimiento de los factores del ACI



Fuente. Teodoro (2014)

Figura 5

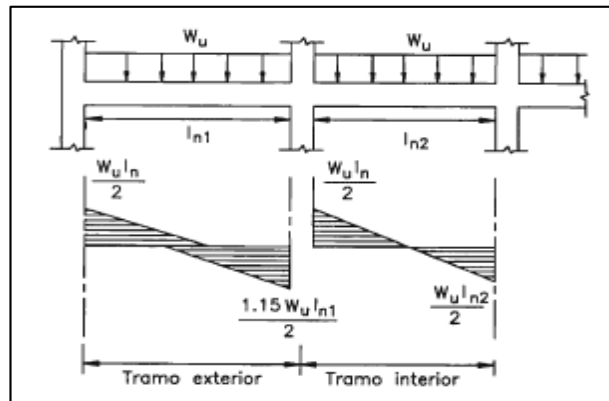
Procedimiento de los factores del ACI



Fuente. Teodoro (2014)

Figura 6

Procedimiento de los factores del ACI



Fuente. Teodoro (2014)

En cada una de las ecuaciones previas, W_u representa la carga de diseño aplicada por unidad de longitud y el factor, mientras que l_n es la medida total de dicha longitud de los claros libres de las losas adyacentes. El procedimiento del factor ACI tuvo las limitaciones mencionadas anteriormente, en caso de que algunas de estas vistas no se cumplan, se utiliza otro procedimiento para calcular el momento y la fuerza cortante. (RNE, Norma E.030, 2019).

Análisis estático

Es posible analizar por este método cada construcción permanente o irregular dentro del campo sísmico 1, estructuras clasificadas como permanentes, con una elevación límite de 30 metros y estructuras de paredes portantes en concreto reforzado y albañilería armada no supera los 15 metros de altura, ni siquiera esporádicamente. (RNE, Norma E.030, 2019)

Fuerza Cortante en la Base

Para calcular la fuerza cortante total que actúa en la base de la estructura se deberá tener en cuenta la siguiente fórmula que nos brinda la norma E030: (RNE, Norma E.030, 2019)

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

Donde el valor de C/R no deberá ser menor que 0.125.

Excentricidad Accidental

La normativa E030 señala que para cuyas estructuras que posean un diafragma rígido se deben considerar los siguientes: la fuerza en cada entrepiso que actúa en el centro de masa del respectivo entrepiso adicional a ello se debe considerar la excentricidad propia de la estructura como se indica a continuación: (RNE, Norma E.030, 2019)

Se aplicará un momento torsor accidental en el centro de masa de cada entrepiso de modo que se calcula con la siguiente expresión:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Según la norma E030 Para cada orientación de estudio, la excentricidad accidental en cada grado (e_i) se tomará como 0,05 veces la dimensión del inmueble en el sentido perpendicular a la orientación de estudio. (RNE, Norma E.030, 2019)

Se puede dar por sentado que las condiciones más desfavorables se obtuvieron tomando en cuenta las desalineaciones imprevistas se representarán con la misma señal en todos los pisos, considerándose únicamente el incremento de las cargas laterales, y no así las reducciones.

Fuerzas Sísmicas Verticales

Muchos autores nos recomiendan emplear $2/3 Z \times U \times S$ para hallar la fuerza simiesca vertical aplicada a la edificación. (RNE, Norma E.030, 2019)

Análisis dinámico

Debemos saber que para emplear el análisis dinámico primeramente debemos definir los parámetros sismorresistentes para poder indicar con este el análisis.

Modos de Vibración

Las configuraciones de oscilación es una parte del análisis dinámico el cual analiza la estructura según el grado de rigidez y según el centro de masas, cuando se realiza los modos se debe considerar 3 modos por nivel, y en estos modos al menos el 90 por ciento de la masa total. (RNE, Norma E.030, 2019)

Aceleración Espectral

La normativa de diseño sismorresistente nos señala que para poder calcular la aceleración espectral en las direcciones horizontales debemos emplear un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones determinado por:

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g$$

Fuerza Cortante Mínima

La energía de corte en el primer nivel del inmueble no logrará superar el 80 por ciento del valor hallado según el estudio estructural para estructuras convencionales, ni podrá ser inferior al 90 por ciento para construcciones asimétricas. (RNE, Norma E.030, 2019)

De acuerdo a la normativa E030 Si fuera primordial aumentar el cortante para llevar a cabo los mínimos definidos, se tendrán ajustarse de manera proporcional a los demás datos obtenidos, con la excepción de los movimientos. (RNE, Norma E.030, 2019)

Tabla 9

Restricciones para la alteración del entrepiso estructural

Material Predominante	Peso
	Unitario ($\Delta I / h_{ei}$)
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005

Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente. RNE (2019)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Carga: Se entiende por carga a la aplicación de una cantidad de fuerza de un elemento como carga de los elementos de creación, habitantes y sus objetos, efectos ecológicos, etc. (Blanco, 1996)

Carga Muerta: Es la carga de los elementos, equipos de servicio, sistemas, particiones y otros medios sustentados por la edificación, considerando su carga propia, que sean duraderos o con una modificación en su magnitud, mínima en un intervalo de tiempo. (Blanco, 1996)

Carga Viva: Es la carga total de todos los habitantes, materiales, sistemas, mobiliario y otros objetos desplazables que son sostenidos por la edificación. (Blanco, 1996)

Columna: Componente con una interacción entre elevación y menor magnitud lateral más grande que 3, utilizado primordialmente para resistir carga axial de compresión. (Blanco, 1996)

Concreto Armado: El concreto armado es la mezcla o fusión de dos elementos los cuales son el concreto simple y el acero estructural, estos componentes se usan en conjunto debido a que trabajan mejor según las sollicitaciones de diseño. (Blanco, 1996)

Estribo: Son elementos de acero colocados perpendicularmente al acero transversal, estos elementos tuvieron la función de resistir la cortante y la torsión que presente el elemento estructural, también funcionan como confinamiento al concreto. (San Bartolomé, 1998)

Losa: Factor constructivo de grosor limitado en relación con sus otras magnitudes empleadas como losas o plataformas, principalmente en posición plana y consolidada bidireccionalmente de consenso con el Sistema de soporte que existe en su perímetro. Utilizado además como componente duro

para conservar la cohesión de la estructura ante fuerzas horizontales de terremoto. (San Bartolomé, 1998)

Módulos de Elasticidad: Interacción entre la tensión regular y la alteración individual que se ajusta para fuerzas de tracción o compresión inferiores al umbral de equivalencia del elemento. (Blanco, 1996)

Resistencia de diseño: Resistencia nominal multiplicada por el componente de reducción de resistencia Φ que corresponda. (Blanco, 1996)

Resistencia: La materia posee resistencia, factor o composición de tolerar las fuerzas deben ser soportadas sin desmoronarse. En la fortaleza, lo fundamental es resistir, mientras que, en la inflexibilidad, lo fundamental es el manejo de las alteraciones y movimientos. (Blanco, 1996)

Resistencia compresión del concreto (F'_c): Resistencia a la compresión del concreto o por sus siglas F'_c se emplea en el diseño según el uso que se necesite este valor puede cambiar ya sea de manera positiva o negativa, expresada en MPa. (Blanco, 1996)

Resistencia Nominal: La materia posee resistencia de un componente o una parte lateral determinada con las posiciones y base del proceso de desarrollo por tenacidad de esta directriz, antes de emplear el componente de atenuación de fortaleza. (Blanco, 1996)

Resistencia Solicitada: Resistencia que un elemento o sección transversal debería tener para soportar las cargas intensificadas o los momentos y esfuerzos internos que pertenecen conjugados según lo establecido en esta Regla. (Blanco, 1996)

Rigidez: La rigidez es una característica que exhiben los materiales de construcción consiste en resistir las alteraciones o deformaciones. Se puede definir también como la función de soportar cargas o tensiones sin alterarse o desplazarse excesivamente. (Blanco, 1996)

Viga: Componente constructivo que funciona fundamentalmente a flexión y cortante. (Castillo, 2018)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El diseño estructural sismorresistente asistido por computadora permite optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.

H0: El diseño estructural sismorresistente asistido por computadora no permite optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Optimizar los elementos estructurales

Indicadores:

- ❖ Cuantía de acero
- ❖ Resistencia de concreto
- ❖ Resistencia de acero
- ❖ Momentos finales de diseño
- ❖ Separación de estribos

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Diseño estructural sismorresistente

Indicadores:

- ❖ Desplazamiento
- ❖ Cortante basal
- ❖ Periodo de vibración
- ❖ Factor de zona
- ❖ Peso sísmico
- ❖ Excentricidad accidental.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 10

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. Dependiente Diseño estructural sismorresistente	Análisis dinámico	• Desplazamiento • Cortante basal • Periodo de vibración	Cuantitativa.	Discreta
	Análisis estático	• Factor de zona • Peso sísmico • Excentricidad accidental		
V. Independientes Optimizar los elementos estructurales	Elementos de concreto armado	• Cuantía de acero • Resistencia de concreto • Resistencia de acero • Momentos finales de diseño • Separación de estribos	Cuantitativa.	Discreta.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La investigación manifestará un enfoque cuantitativo, a causa de ello, se ejecutó la recolección de datos para la verificación y comprobación del análisis sísmico con otros autores determinando pautas de conducta, considerando como referencia el reglamento nacional de edificaciones. (Hernández -Sampieri, Baptista, & Fernández, 2010)

Por lo tanto, será cuantitativo debido a que se recopiló información de diversas referencias. Tesis e investigaciones con la temática de diseño estructural para centros educativos para posteriormente hacer una comparación con éstas mismas y obtener un resultado más óptimo.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La tesis expondrá un propósito correlacional, ya que se centra en evaluar el nivel de conexión relevante entre dos factores, para poder llegar a un resultado aproximado a la realidad de cómo se comportará la infraestructura al enfrentarse a un suceso telúrico. (Hernandez- sampieri R., 2014)

Será correlación debido a que tuvo la finalidad de realizar el estudio y la elaboración del diseño de un centro educativo inicial situado en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

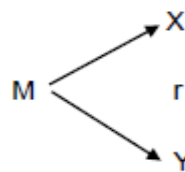
3.1.3. DISEÑO

La tesis presentará un enfoque no experimental de tipo transversal, ya que se emplearán las directrices determinadas en el código nacional de construcción, de manera que no se alterará ningún método o

parámetro previamente definido en la norma (Hernandez- sampieri R., 2014)

De modo que será **no experimental** de tipo **transversal** porque se recolectó distintos parámetros sismorresistentes (factor de zona, tipo de suelo) mediante el estudio de suelos y empleando la norma E030 los cuales son necesarios en la evaluación sísmica de la edificación. todo esto en un solo instante.

Estructura del modelo de análisis



Donde:

M: Muestra

X: Diseño estructural sismorresistente.

Y: Optimizar los elementos estructurales.

r: Relación existente entre las variables.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de la tesis es el distrito de amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

La muestra de estudio es de tipo no probabilístico y está representada por un centro educativo de nivel inicial con un área de 437.5 m² ubicado en la Av. Santa Zefora del distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

La tesis consideró como muestra un centro educativo de nivel inicial con un área de 437.5 m² ubicado en la Av. Santa Zefora del distrito de Amarilis-Huánuco.

Criterios de inclusión:

- Se tomará en cuenta únicamente estructuras de concreto reforzado.
- Se tiene en cuenta los criterios sísmicos de la ciudad de Huánuco.

Criterios de exclusión:

- No se consideraron las construcciones de metal, de barro o de madera, dado que en absoluto se encuentran vinculadas al proyecto estructural de concreto armado.
- Se descartaron los análisis de estructuras de otras naciones, debido a que no cuentan con los mismos factores sísmicos que Perú.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Técnicas: Primeramente, se inició de la visualización de mi persona, con la finalidad de establecer una programación arquitectónica adecuada al terreno donde se elaborará el proyecto y plantear la infraestructura. Para realizar la recopilación de la información en el centro de investigación consistió en realizar pruebas para establecer las características estructurales del terreno bajo los estándares establecidos E050.

Tabla 11*Análisis de Laboratorio*

ENSAYO	NORMA APLICABLE	PROPÓSITO DEL ENSAYO
porcentaje de agua	NTP 339.127	Establecer el contenido de agua inherente en estratos y materiales granulares.
clasificación de granulometría	NTP 339.128	Establecer la clasificación granulométrica del estrato.
Contenido líquido	NTP 339.129	Obtener la cantidad de agua en diferentes condiciones del suelo.

Contenido	NTP	Obtener la cantidad de humedad en
plástico	339.129	diferentes condiciones del estrato.
Relación		
comparativa del		
peso específico	NTP	Calcular la densidad relativa de los
de las partículas	339.131	fragmentos compactos de un
sólidas en un		terreno.
terreno.		
Corte Directo	NTP	Calcular la capacidad de corte de un
	339.171	espécimen estabilizado y desaguado
		para determinar la adhesión y el
		ángulo de rozamiento interno.

Fuente. (E050, 2018)

Instrumentos: Los dispositivos utilizados en la obtención de información en el presente estudio científico:

Ficha de recolección de datos:

Con el fin de determinar el ángulo de fricción interno y la resistencia del terreno frente a la presión aplicada en el cual se propone el diseño, se utilizarán los equipos esenciales, como básculas, horno eléctrico, conjunto de tamices, copa de Casagrande, junto con todos los insumos requeridos para el análisis de suelos.

Figura 7

Evaluación granulométrica por filtrado

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2022				
TESISTA:	BACH. VILLANUEVA SARMIENTO DANCRI				
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO				
CALICATA:					
NTP:	339.128				
TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	RETENIDO PARCIAL(%)	RETENIDO ACUMULADO(%)	QUE PASA(%)
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
CAZOLETA					
TOTAL					

Fuente. Norma Técnica E.050

Figura 8*Grado de saturación del agua*

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO						
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS						
	TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2022					
TESISTA:	BACH. VILLANUEVA SARMIENTO DANCRI					
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO					
FECHA:						
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD					
CALICATA:						
NTP:	339.127					
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	PROMEDIO
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

Fuente. Normativa E.050 Suelo y Cimiento

Figura 9*Pesos específicos del estrato*

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2022				
TESISTA:	BACH. VILLANUEVA SARMIENTO DANCRI				
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO				
CALICATA:					
NTP:	339.129				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
LÍMITE LÍQUIDO (%)					

Fuente. Normativa E.050 Suelo y Cimiento

Figura 10*Limite Plástico*

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2022				
TESISTA:	BACH. VILLANUEVA SARMIENTO DANCRI				
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE PLASTICO				
CALICATA:					
NTP:	339.130				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
LÍMITE PLASTICO (%)					

Fuente. Normativa E.050 Suelo y Cimiento

Figura 11*Registro de Gravedad Específica*

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2022				
TESISTA:	BACH. VILLANUEVA SARMIENTO DANCRIS				
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	PESO ESPECIFICO				
CALICATA:					
NTP:	339.131				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)					
Peso del recipiente + muestra seca (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Volumen recipiente (gr)					
RESULTADOS					
Peso de la muestra húmeda (gr)					
Peso de la muestra seca (gr)					
Peso del agua (gr)					
Peso específico de la muestra húmeda (gr/m3)					
Peso específico de la muestra seca (gr/m3)					
Humedad (%)					

Fuente. Normativa E.050 Suelo y Cimiento

Material bibliográfico:

Se utilizarán diversas referencias bibliográficas y documentos nacionales para el desarrollo del estudio.

- Normativa E020 Cargas
- Normativa E030 Diseño antisísmico
- Normativa E060 Concreto reforzado
- Normativa E070 Albañilería

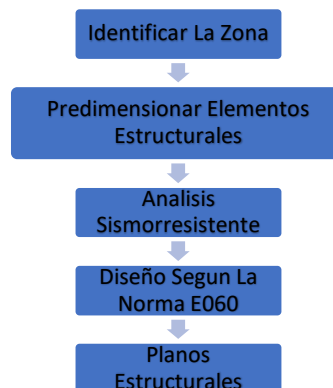
Seguido de ello se revisó reglamentos y tesis de ingenieros las cuales tenían como principal objetivo el diseño estructural, esta parte se llevó con el fin de extraer datos para el proceso del análisis y diseño.

3.3.2. RESPECTO A LA MUESTRA DE INFORMACIÓN

En primer término, será necesario localizar el área donde se ejecutará el proyecto; posteriormente, se efectuará una evaluación geotécnica de la región para establecer las características mecánicas del suelo, considerando la medición topográfica y los parámetros de la zona se predimensionará los componentes estructurales, para luego proceder con el modelado de la estructura en el software ETABS donde se analizará empleando tablas Excel con el fin de demostrar las derivas y los desplazamientos de la infraestructura y si estos cumplen o no con la norma E030. Se presentará hallazgos derivados del estudio del programa ETABS lo cual nos ayudará a desarrollar la planificación de los componentes estructurales siguiendo la normativa E060 del hormigón reforzado.

Figura 12

Respecto a la muestra de información



3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para la evaluación de la información y el estudio de los resultados, se empleó los softwares ETABS y SAFE la cual nos brindara datos del acero necesario para la los componentes estructurales, para la elaboración de los planos se empleó el programa AUTOCAD, además empleara el programa Excel para calcular el predimensionamiento y otros puntos del análisis dinámico.

Para el procesamiento de datos de La tesis se usaron procedimientos y teorías extraídas de autores que tuvo como tema central el análisis sismorresistente , diseño de estructuras de concreto reforzado, estudio dinámico y estático; Para después utilizar el software ETABS a través del propósito de conseguir los logros más eficientes de la estructura, para contar con un diseño adecuado de los componentes estructurales del centro educativo inicial situado en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Primeramente, para desarrollar el programa arquitectónico del centro educativo inicial se debe tener en cuenta ciertos puntos como:

- A las propiedades territoriales del sitio, como la posición latitudinal, la elevación, las condiciones meteorológicas y el entorno natural
- A las propiedades del terreno, como su configuración, dimensiones y relieve.
- A las propiedades de los ámbitos del terreno, como por ejemplo las edificaciones actuales y las proyecciones de expansión futura del área.
- Confort acústico, térmico y una ventilación natural de los ambientes
- Altura mínima de los espacios no debe ser inferior a dos metros con cincuenta centímetros.
- Áreas libres

Según estos puntos indicados en la norma A040 educación procedemos a elaborar nuestra distribución arquitectónica. Para el planeamiento arquitectónico del proyecto se deberían considerar los siguientes aspectos:

- A. Las dimensiones y linderos del lote.
- B. Las especificaciones sobre áreas esenciales y complementarias para el Grado Inicial, estipuladas en el reglamento técnico para el diseño de locales de enseñanza básica regular en regiones rurales.
- C. La concepción estructural general del plan arquitectónico.

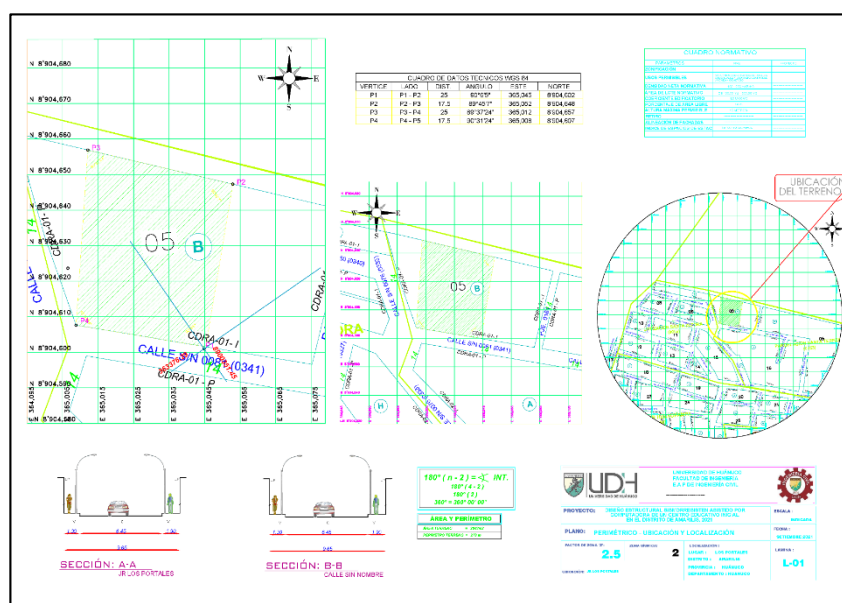
a) Colindancias del área del proyecto

La construcción se localiza en el distrito de Amarilis, región de Huánuco, sobre el lote asignado para la institución inicial, el cual colinda con:

1. Por el norte con la hacienda San Roque
2. Por el sur con la calle Santa Zefora
3. Por el este con el predio de la familia Zevallos
4. Con el oeste con calle San Carlos

Figura 13

Mapa de localización



Nota. Para figura previa se muestra el mapa de localización de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

b) Requerimientos para Espacios obligatorios y no obligatorios.

De acuerdo a los lineamientos técnicos para la planificación de instalaciones de enseñanza básica general – etapa inicial, Se identificó por contar con los siguientes ambientes: de aprendizaje guiado (Grados Iniciales de 3, y 5 años, Psicología y Espacio multifuncional - Sala de comidas), ambientes de recreación y deportes (Patios y Jardines), ambientes de socialización (desplazamiento, espacios, entradas de

atrio). Las áreas administrativas son: ambiente de gestión (Domicilio, 2 repositorios de materiales educativos, Almacén / Comedor SUM), Ambiente de servicio común (Kínder, Cocina / Comedor SUM, Sala - Sala Comedor y Cocina, Dormitorio). El área de servicio de limpieza incluye: espacio de servicio de limpieza (2 WC para estudiantes, WC para padres, WC para dormitorio).

Tabla 12

Requerimientos de Espacios obligatorios y no obligatorios

TIPO	ÁREAS INSTITUCIONALES	AMBIENTES	OBLIGATORIO
Actividades Interiores	Actividad y Juego del niño	Salones agrupados según edad o combinados. Sala de desarrollo motor (zonas urbanas).	SI
		Espacio polivalente. Espacio de desarrollo psicomotor.	NO
	Cuidado	Baños infantiles.	SI
		Área de preparación de alimentos (centros públicos). Sala de alimentación infantil.	NO
	Actividades administrativas y servicios generales	Oficina administrativa. Almacén de recursos. Baños para personal. Espacio para docentes.	SI
		Patio de Servicio Recepción y área de espera. Centro de atención psicopedagógica. Almacén de insumos de limpieza. Residencia del profesor (zona rural).	NO
Actividades exteriores	Actividad y Juego del niño	Zona recreativa al aire libre.	SI
		Huerto Granja	NO
	Servicios generales	Estacionamiento Puesto de vigilancia. Área de ingreso Espacio de espera	SI

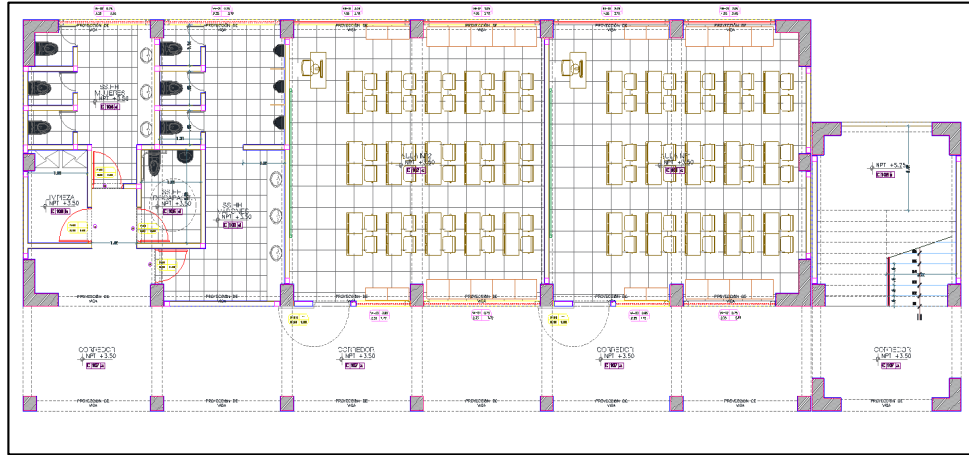
Nota. En la tabla previa se manifiesta los requerimientos de espacios obligatorios y no obligatorios para el diseño arquitectónico de la institución educativa inicial para su análisis estructural sismorresistente asistido por computadora.

c) Diseño de la arquitectura

Teniendo en cuenta los ambientes establecidos y considerando que cada aula tuvo una capacidad máxima de 15 alumnos.

Figura 14

Diseño Arquitectónica del Proyecto



Nota: En la figura previa se muestra el diseño arquitectónico de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

4.1.2. PREDIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Dado que se elaboró el esquema estructural, a continuación, llevamos a cabo el dimensionamiento preliminar de los componentes constructivos con el fin de efectuar el modelado y la evaluación subsecuente.

Vigas:

Para estimar previamente las vigas, se empleó la siguiente ecuación.

$$\text{Peralte} = \frac{\text{Longitud}}{10}$$

Las vigas de la estructura tuvieron una luz de 3 m en el pasadizo y 4 m en los salones, Por consiguiente, se considerarán vigas de 4 metros de extensión.

$$\text{Peralte} = 40\text{cm} = \frac{400}{10}$$

Para determinar el soporte de la viga, una alternativa es fraccionar la altura entre dos, pero se aplicará el principio de seleccionar un fundamento de 25 cm.

Losas Aligeradas:

Para el cálculo inicial de la losa aligerada, se considerará el vano sin apoyo de la edificación, según el cuadro presentado para este diseño preliminar:

Tabla 13

Peralte para Losas Aligeradas

Espesor del Aligerado (cm)	Espesor del Ladrillo (cm)	Para luces (L) de:
17	12	Menores a 4 m
20	15	entre 4 y 5.5 m
25	20	ente 5 y 6.5 m
30	25	entre 6 y 7.5 m

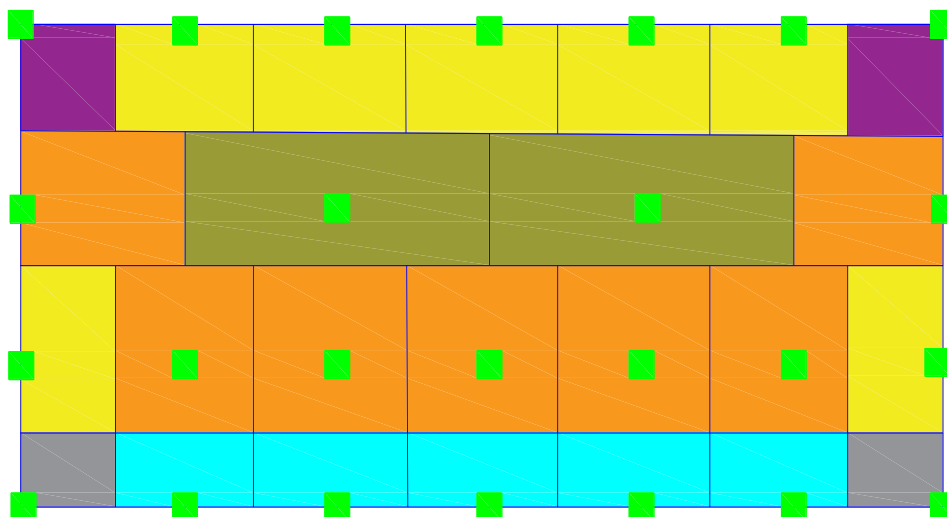
Fuente. San Bartolomé, 2016

Según la anterior tabla de Seleccionar una inclinación de 20 cm para la losa de hormigón unidireccional aligerada.

Columnas:

Para establecer las medidas de la columna, se recurrió a un documento de Excel desarrollado por el autor, cuyo factor primordial fue la zona fiscal con el fin de estimar las divisiones.

Espacio tributario de la obra

**Figura 16**

Predimensionamiento de las columnas

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO DISEÑO POR SISMO																																					
1.- DATOS ASUMIDOS POR SISMO (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES):																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #003366; color: white; text-align: center;">DATOS ASUMIDOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CATEGORIA DE LA EDIFICACION =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td>ZONA SISMICA =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE SUELO =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">S2</td> </tr> <tr> <td>PERIODO FUNDAMENTAL =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>ALTURA DE LA EDIFICACION (m) =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">6.50</td> </tr> </tbody> </table>	DATOS ASUMIDOS		CATEGORIA DE LA EDIFICACION =	A	ZONA SISMICA =	2	TIPO DE SUELO =	S2	PERIODO FUNDAMENTAL =	1	ALTURA DE LA EDIFICACION (m) =	6.50	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #003366; color: white; text-align: center;">CALCULOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">1.50</td> </tr> <tr> <td>Z =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">0.25</td> </tr> <tr> <td>Tp (s) =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">0.60</td> </tr> <tr> <td>S =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">1.20</td> </tr> <tr> <td>CT =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">35</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULOS		U =	1.50	Z =	0.25	Tp (s) =	0.60	S =	1.20	CT =	35		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #003366; color: white; text-align: center;">CORTANTE POR SISMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #003366; color: white; text-align: center;">Vs = ZUCS x Pe</td> </tr> <tr> <td>T =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">0.19</td> </tr> <tr> <td>C =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">2.50</td> </tr> <tr> <td>ZUCS =</td> <td style="background-color: #90EE90; text-align: center;">1.13</td> </tr> </tbody> </table>	CORTANTE POR SISMO		Vs = ZUCS x Pe		T =	0.19	C =	2.50	ZUCS =	1.13
DATOS ASUMIDOS																																					
CATEGORIA DE LA EDIFICACION =	A																																				
ZONA SISMICA =	2																																				
TIPO DE SUELO =	S2																																				
PERIODO FUNDAMENTAL =	1																																				
ALTURA DE LA EDIFICACION (m) =	6.50																																				
CALCULOS																																					
U =	1.50																																				
Z =	0.25																																				
Tp (s) =	0.60																																				
S =	1.20																																				
CT =	35																																				
CORTANTE POR SISMO																																					
Vs = ZUCS x Pe																																					
T =	0.19																																				
C =	2.50																																				
ZUCS =	1.13																																				
Ver Zonas Sismicas																																					
2.- DATOS ASUMIDOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA:																																					
Pc =	210	Fy =	4200	# Pisos =	02	S/c =	300	e losa A =	0.200																												
Acb =	100	P.P.Col =	100	P.P.Vig =	100	S/c =	200	P.P. Alig =	350																												
Tabiqueria EP : Tipo =																																					
SOLIDO		E. Muro =	15 cm	H. Muro =	2.60 mts	→		P.P.Tab =	330																												
						741 kg/m		→ 600 kg/mf																													
Tabiqueria PAT : Tipo =																																					
HUECO		E. Muro =	15 cm	H. Muro =	0.00 mts	→		P.P.Tab =	0																												
						0 kg/m		→ 250 kg/mf																													
3.- METRADO DE CARGAS :				CARGA MUERTA : WD =																																	
				980		WL1 =	300		WL2 =	200																											
3.1 - CARGA TOTAL (PU):				Combinacion Asignada =																																	
				1.4 (WD) + 1.7 (WL)																																	
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna cada piso =																																					
1882.00 Kg/m2																																					
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna, del:																																					
1ºer Piso al Piso 1 = 1882.00 Kg/m2																																					
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna, del ultimo Nivel y/o Azotea:																																					
Piso 2 = 1250.00 Kg/m2																																					
Peso total de cargas de gravedad en todos los Niveles: 02 Pisos =																																					
3132.00 Kg/m2																																					
4.- DATOS ADICIONALES :				Altura del Primer Nivel =																																	
				3.000 mts																																	
Distorsion Permissible =				Numero de Columnas =																																	
0.007 mts				25 colum																																	
Modulo de Elasticidad del Concreto =																																					
218819.79																																					
Modulo de Corte del Concreto =																																					
91247.85																																					
CORTANTE POR SISMO																																					
Vs = ZUCS x Pe																																					
Vs = 3523.50 Kg/m2																																					
Pe = PU x Area T																																					

60

Tabla 14

Resumen de dimensionamiento preliminar de elementos estructurales verticales

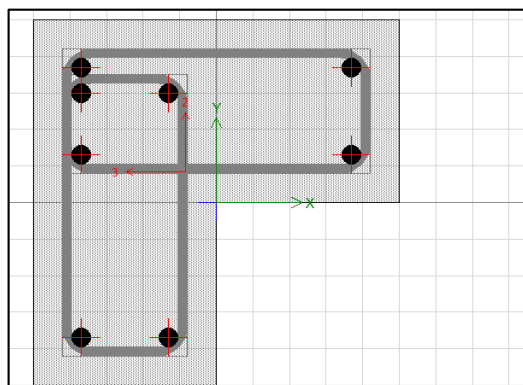
Tipo de columna	Área tributaria(m ²)	b(cm)	D(cm)	b x D	usar
C-1	6.5	40	25	1000	40x25
C-2	9.5	40	30	1200	40x30
C-3	14.3	40	35	1400	40x35
C-4	20	40	40	1600	40x40
C-5	6.5	40	25	1000	40x25
C-6	4.5	40	25	1000	40x25

Nota. En la anterior tabla se presenta el resumen de dimensionamiento preliminar de elementos estructurales verticales de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Se emplearán columnas de 40 X 40 cm² en toda la estructura, y en las esquinas de se optará por emplear una columna tipo L de 50 x 50 con un ancho de 25 cm en ambos ejes.

Figura 17

Predimensionamiento de columna L



Nota. En la imagen anterior se muestra el dimensionamiento preliminar de los componentes estructurales de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

4.1.3. CONDICIONES DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

Criterios de diseño de resistencia sísmica del sistema de albañilería confinada

- Concreto Armado <---> F'_c : 210 kg/cm² <---> Peso Específico: 2,400 kg/m³

- Acero de Refuerzo <---> $F'y$: 4,200 kg/cm² <---> Peso Específico: 7,800 kg/m³
- Sistema Estructural X <---> Albañilería confinada
- Sistema Estructural Y <---> Concreto Armado, Pórtico
- Categoría del Edificio <---> Edificaciones Esenciales A - U: 1.5
- Zona Sísmica del Proyecto <---> 2 - Z: 0.35g

Criterios de diseño estructural de la cimentación del sistema de albañilería confinada

- Condiciones del Suelo <---> Suelos Intermedios S2 – T(p): 0.60seg – S: 1.15
- Capacidad resistente del terreno <---> Q . adm: 3.50 kg/cm²
- Coeficiente de respuesta del Terreno <---> parámetro de soporte: 7.00 kg/cm³

Medidas de los componentes de hormigón armado del sistema de albañilería confinada

- Columnas regulares, Dimensiones: 0.40X0.40
- Columnas L de ancho 25cm, Medidas: 0.50X0.50
- Vigas Peraltadas <---> Medidas: 0.25X0.40
- Muros de Albañilería Confinada <---> Espesores: 0.15m
- Losas Aligeradas en 1D <---> Altura: 0.20m

Cargas vivas en losas

- CV: aulas<---> 250 kg/m² – Pasadizos <---> 400 kg/m²
- CV: Techo inclinado <---> 100 kg/m²

Carga muerta en losas

- CM: aulas <---> 100 kg/m² - Pasadizos <---> 100 kg/m²
- CM: Techo inclinado <---> 100 kg/m²

Carga muerta en vigas

- CM: Alfeizar V.A. <---> 180 kg/m

4.1.4. MODELAMIENTO EN ETABS

Cuando se hayan definido los criterios de planeación que tomaremos en consideración para la simulación, inicialmente se requiere evaluar que nuestro equipo satisfaga con las especificaciones necesarias para evitar la omisión de los datos adquiridos.

Se configuró el programa ETABS vs 19 para llevar a cabo el modelado.

Figura 18

Símbolo de ETABS

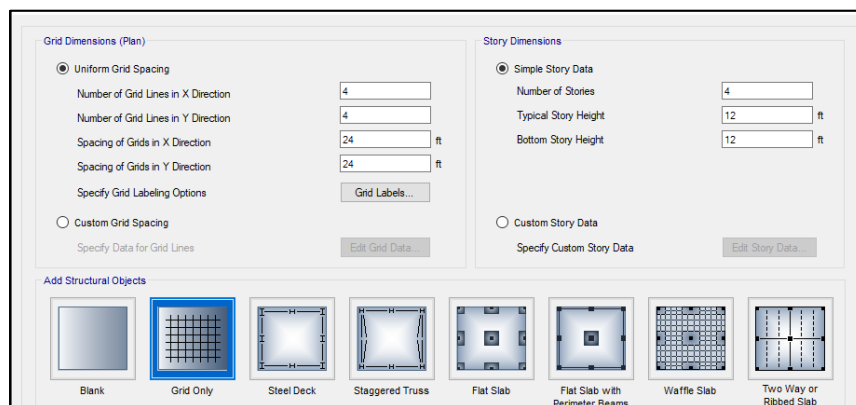


Nota. En la figura previa se muestra el símbolo del programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Iniciaremos el software y procederemos a ajustar las unidades de medida y las cuadrículas con lo que trabajaremos.

Figura 19

Cuadrículas para el diseño

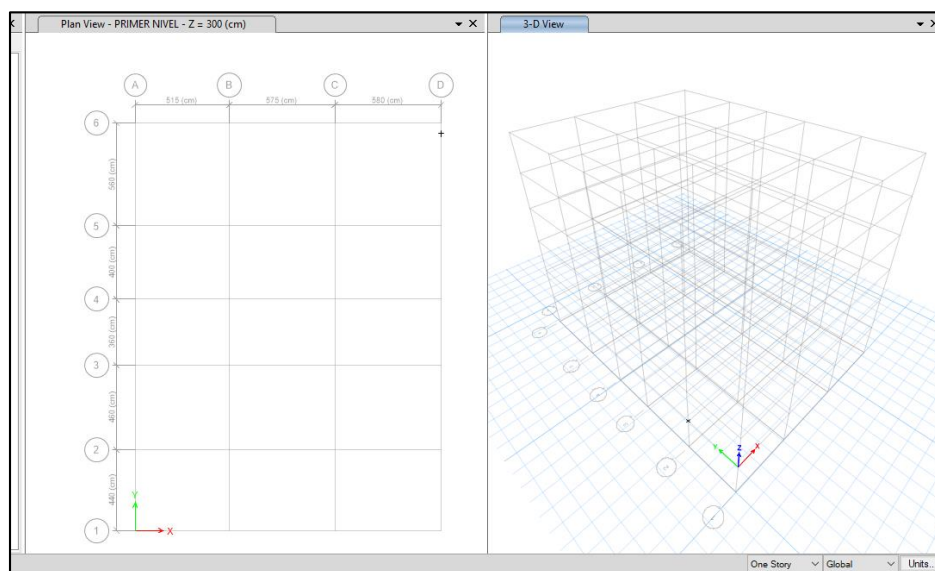


Nota. Para la imagen anterior se muestra las cuadrículas para el diseño del programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Ajustaremos las rejillas conforme a nuestro diseño arquitectónico en las direcciones X-X, Y-Y y Z-Z.

Figura 20

Modelo tridimensional de la cuadrícula



Nota. En la figura previa se presenta el modelo tridimensional para el modelado del programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Estableceremos y ajustaremos los componentes que se utilizarán en el estudio de la composición de la edificación.

Figura 21

Características del concreto-ETABS

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for concrete. It is divided into three sections: General Data, Material Weight and Mass, and Mechanical Property Data.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	FC 210	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	[Grey Box]	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	☒	
	Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm ³
	Mass per Unit Volume	0.000002	kgf-s ² /cm ⁴
	Specify Mass Density	☐	
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	252671.33	kgf/cm ²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	105279.72	kgf/cm ²

Nota. En la figura previa se muestra las características del hormigón en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 22

Características del acero-ETABS

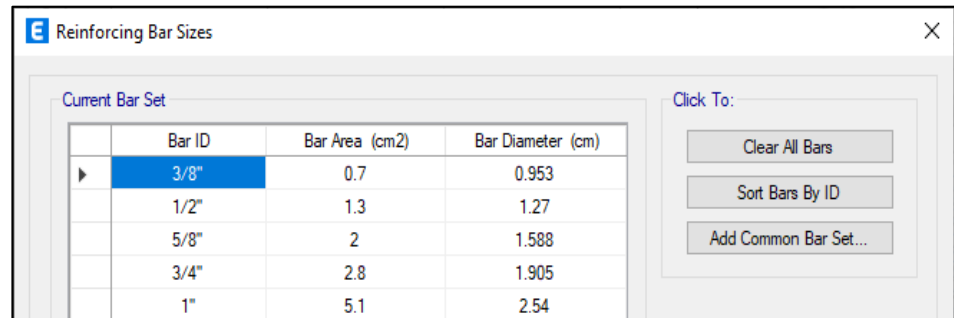
The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for steel. It is divided into three sections: General Data, Material Weight and Mass, and Mechanical Property Data.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	FY 4200	
	Material Type	Rebar	
	Directional Symmetry Type	Uniaxial	
	Material Display Color	[Blue Box]	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	☒	
	Weight per Unit Volume	0.0078	kgf/cm ³
	Mass per Unit Volume	0.000008	kgf-s ² /cm ⁴
	Specify Mass Density	☐	
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	2000000	kgf/cm ²
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117	1/C

Nota. Para la imagen anterior se muestra las características del acero en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 23

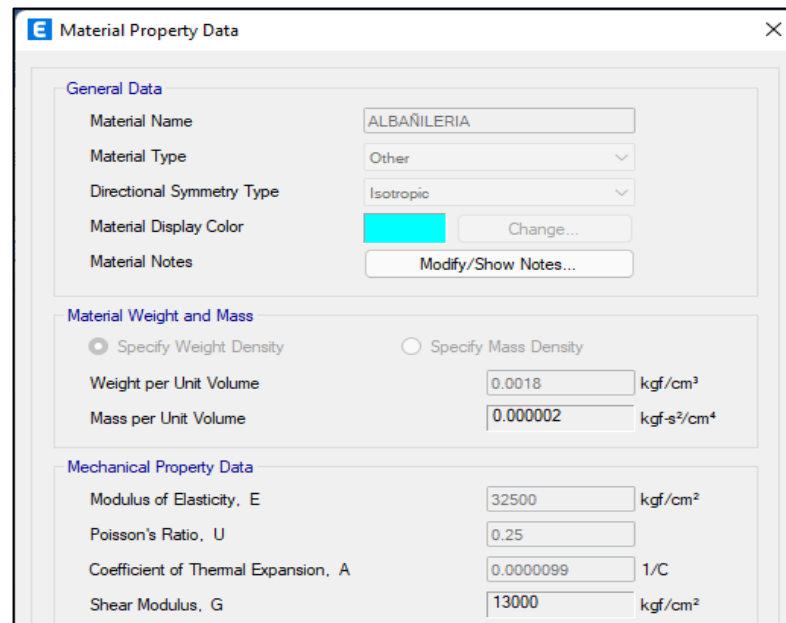
Acero de refuerzo - ETABS



Nota. Para la imagen anterior se muestra las características de las varillas de refuerzo en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 24

Muro portante-ETABS

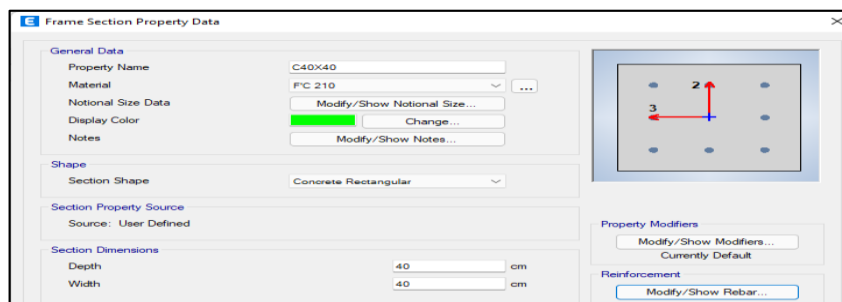


Nota. En la figura previa se muestra las características de la albañilería en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Determinaremos los componentes principales que intervendrán en la construcción; placas alivianadas unidimensionales, vigas, pilares y paredes resistentes. Conforme al cálculo preliminar, estas dimensiones no serán definitivas, dado que podrían ajustarse durante el análisis estructural.

Figura 25

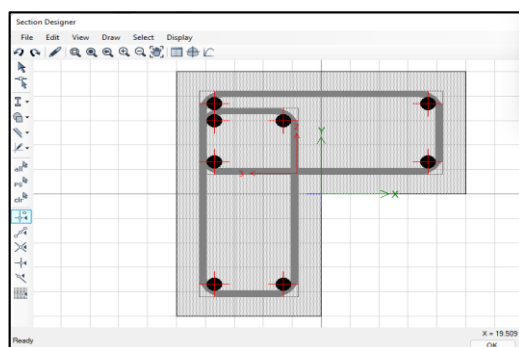
Características de columna de 40X40-ETABS



Nota. Para la figura anterior se muestra las características de la columna de 40X40 en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 26

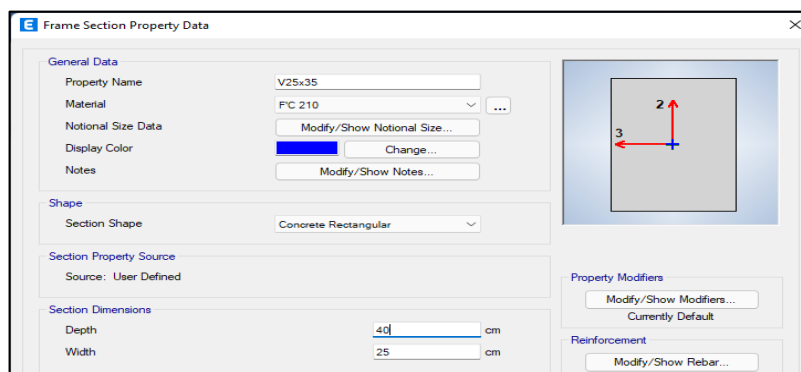
Propiedades de columna de L 50x50 de 25 cm-ETABS



Nota. Para la figura anterior se muestra las características de la columna de L 50x50 de 25 cm en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 27

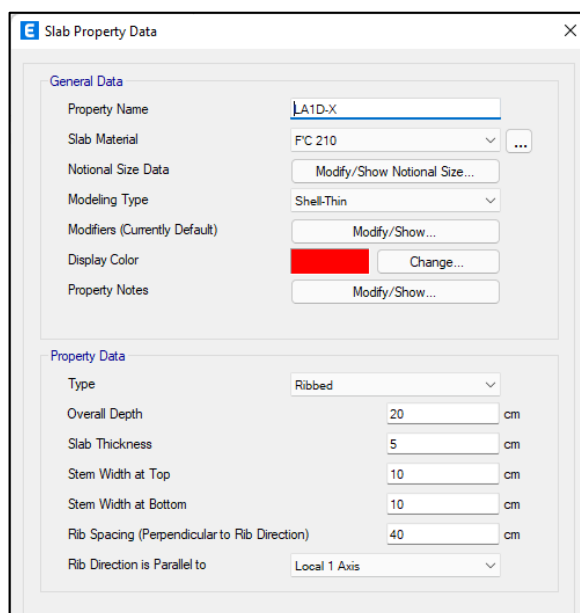
Características de viga de 25X40-ETABS



Nota. Para la figura anterior se muestra las características de la viga de 25X40 en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 28

Características de losa aligerada de 20cm-ETABS



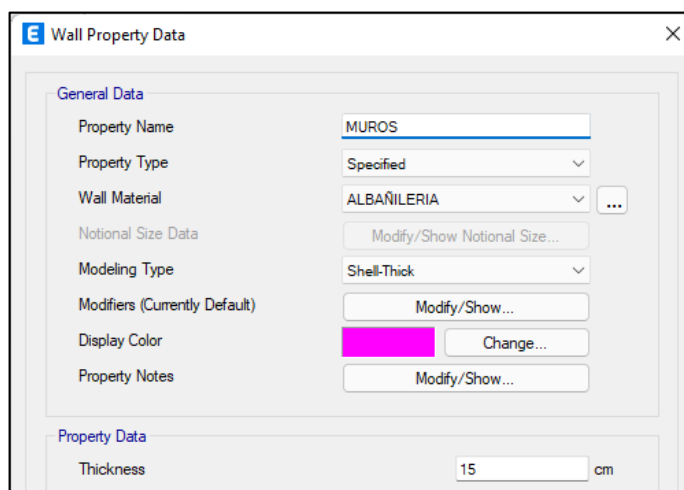
General Data	
Property Name	LA1D-X
Slab Material	FC 210
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Red
Property Notes	Modify/Show...

Property Data	
Type	Ribbed
Overall Depth	20 cm
Slab Thickness	5 cm
Stem Width at Top	10 cm
Stem Width at Bottom	10 cm
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)	40 cm
Rib Direction is Parallel to	Local 1 Axis

Nota. Para la figura anterior se muestra las características de la losa aligerada de 20cm en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 29

Características de muros portantes de 15cm-ETABS



General Data	
Property Name	MUROS
Property Type	Specified
Wall Material	ALBAÑILERIA
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thick
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Magenta
Property Notes	Modify/Show...

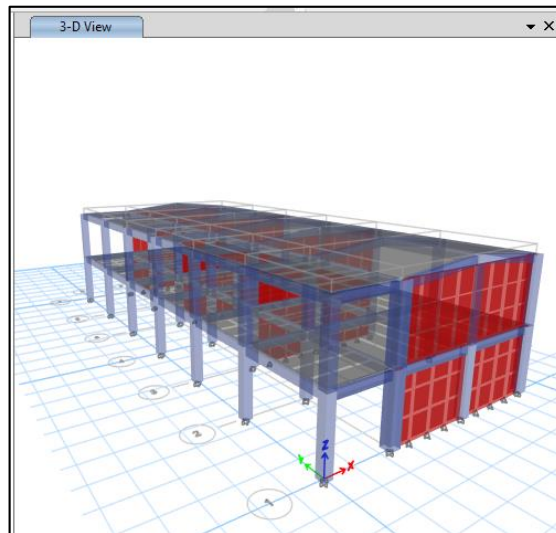
Property Data	
Thickness	15 cm

Nota. En la figura previa se muestra las características de los muros de albañilería de 15 cm en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Al concretar los componentes constructivos que formarán parte de nuestra obra, iniciamos la representación del sistema estructural conforme al planteamiento espacial del diseño arquitectónico.

Figura 30

Representación tridimensional del modelado

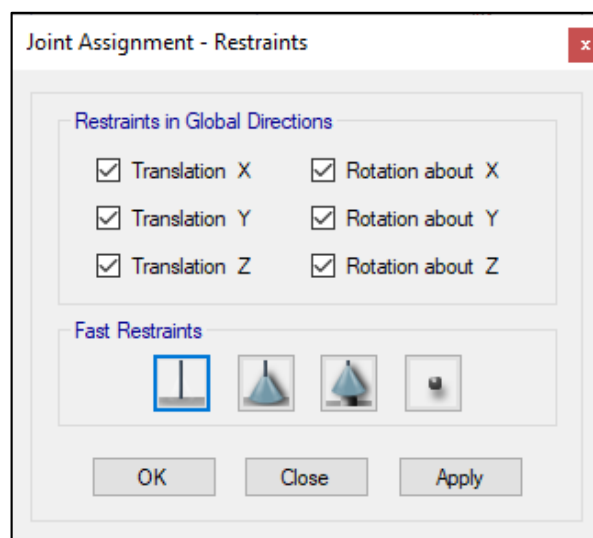


Nota. Para la imagen anterior se muestra la representación tridimensional del modelado en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Se dispondrán los soportes fijados a la base del terreno.

Figura 31

Restricciones de la estructura



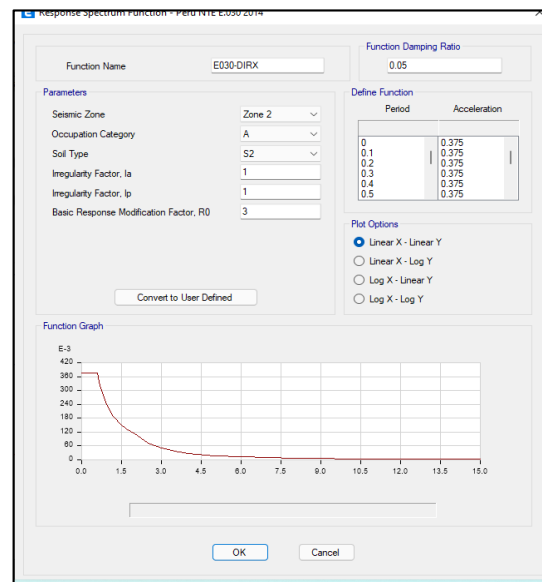
Nota. Para la imagen anterior se muestra las limitaciones de la estructura en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

4.1.5. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE

En esta etapa llevaremos a cabo la evaluación sísmica, donde se incorporarán los factores de diseño definidos previamente en el apartado 4.1.3. Especificaremos la curva de respuesta en ETABS, considerando que la configuración estructural en el eje x-x corresponde a una masonería confinada, mientras que en el eje y-y se trata de un modelo basado en marcos estructurales.

Figura 32

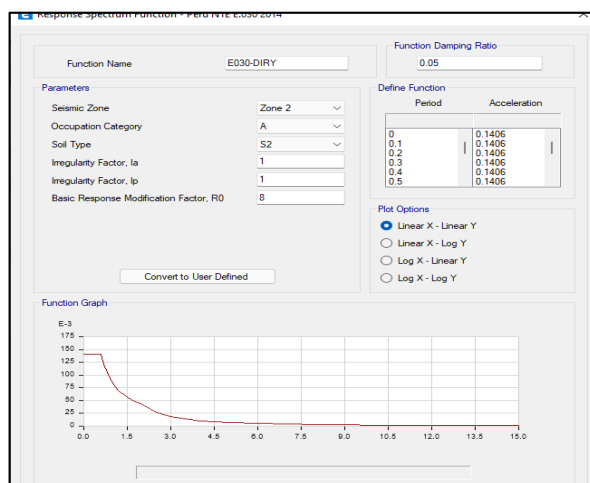
Intervalo de respuesta en X-X - ETABS



Nota. En la imagen previa se muestra el intervalo de respuesta en X-X del edificio en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 33

Intervalo de reacción en Y-Y - ETABS

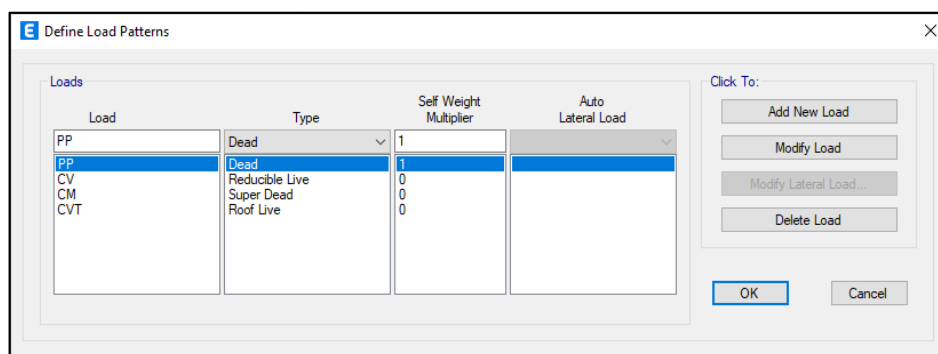


Nota. Para la imagen anterior se muestra el intervalo de reacción en Y-Y del edificio en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Tal como se indicó en los criterios sísmicos, adoptaremos que la construcción será un método de albañilería confinada; en consecuencia, se seleccionarán los valores indispensables para este procedimiento, para luego elaborar la evaluación sísmica y confirmar los movimientos. Además, se establecerán las fuerzas que influirán en la estructura, con el propósito de definir las agrupaciones respectivas que exige el reglamento E030.

Figura 34

Cargas para la estructura

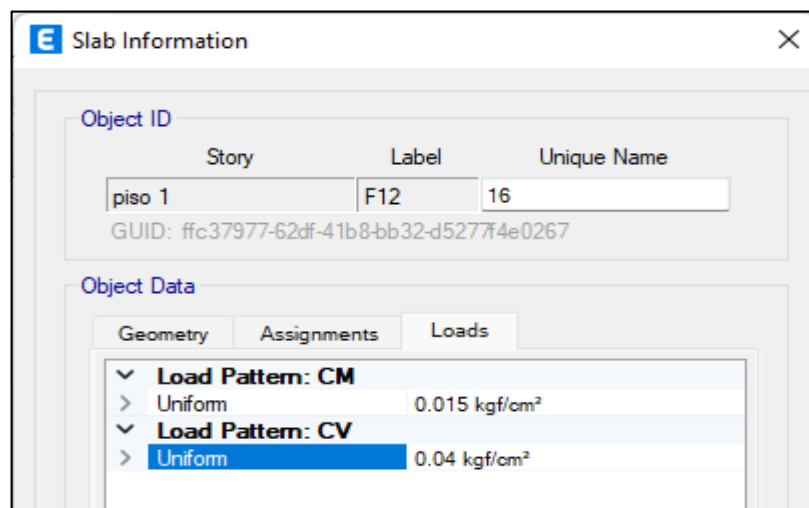


Nota. En la figura previa se presenta las fuerzas estructurales conforme al reglamento E020 y E030 en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Distribuimos los esfuerzos asignados en cada zona según corresponda y en los soportes estructurales, de acuerdo con lo que señala el esquema de ubicaciones y las especificaciones de planificación.

Figura 35

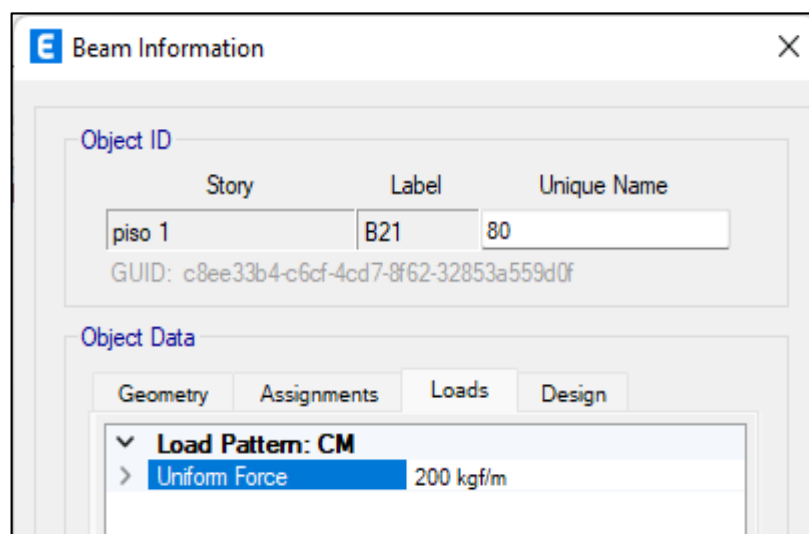
Cargas viva y muerta en los entrepisos



Nota. En la figura previa se muestra las cargas en área aplicada a la losa de entrepiso de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 36

Carga sometida a las vigas



Nota. Para la imagen anterior se muestra las cargas lineales aplicada a las vigas de la edificación en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Especificamos un esfuerzo, denominado carga sísmica, que dependerá de los pesos vivos y permanentes ajustados mediante un coeficiente de reducción conforme al reglamento técnico E030. Para su distribución en la edificación, utilizaremos la configuración denominada MASS SOURCE.

Figura 37

Carga sísmica

Mass Source Data

Mass Source Name: PESO SISMICO

Mass Source

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
PP	1
PP	1
CM	1
CV	0.5
CVT	0.25

Mass Options

- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

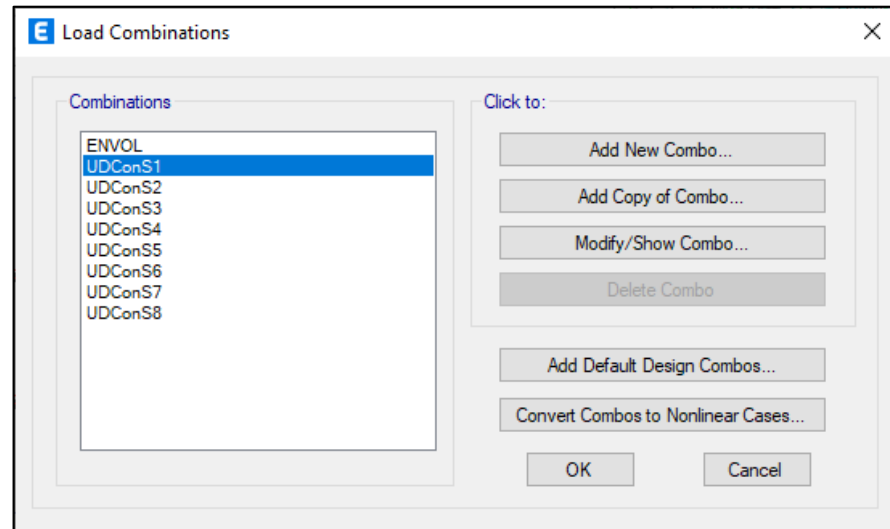
OK Cancel

Nota. En la figura previa se muestra el caso de la carga sísmica conforme a la normativa E030 de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Para llevar a cabo el estudio, generaremos una serie de configuraciones de solicitaciones conforme al reglamento E020. Adicionalmente, diseñaremos un límite envolvente que utilizaremos esencialmente en el estudio y diseño del armazón estructural.

Figura 38

Configuraciones de peso

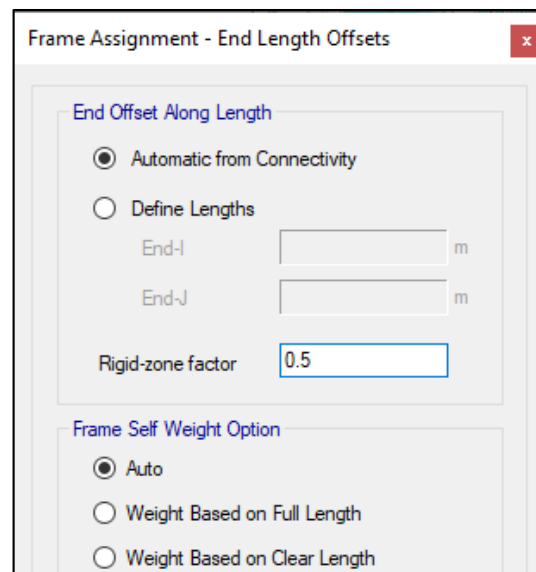


Nota. Para la imagen anterior se muestra las configuraciones de peso según la normativa E060 y E020 para la edificación en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Estableceremos para toda la armazón soportes firmes con un valor correspondiente a 0.5.

Figura 39

Brazos rígidos-ETABS

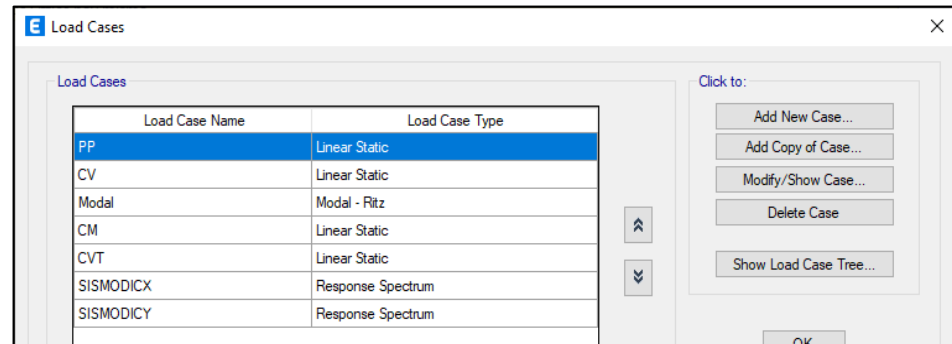


Nota. En la figura previa se presenta la distribución de las secciones firmes de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Se determinaron los modelos de carga y las diversas tensiones que influyen sobre el sistema estructural, tales como el movimiento sísmico en los ejes X-X y Y-Y.

Figura 40

Sismo en X-X y Y-Y

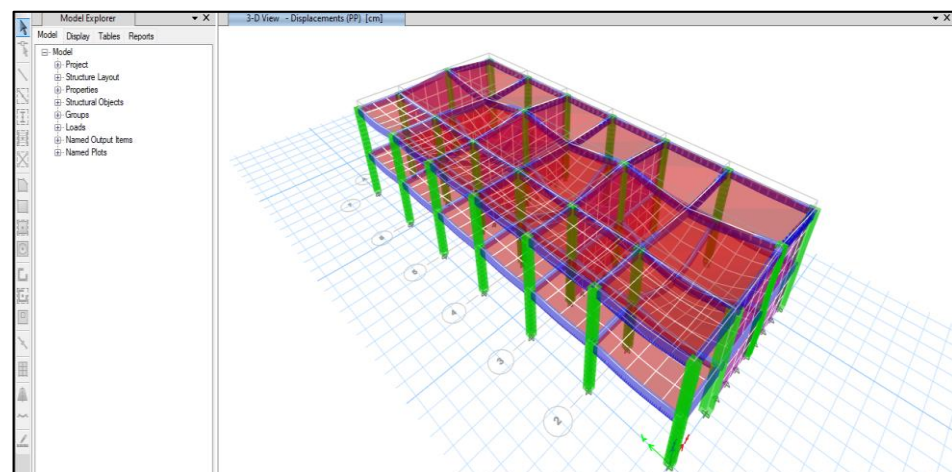


Nota. En la figura previa se muestra las situaciones de carga sísmica en X y Y de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Finalmente, daremos inicio al análisis sismorresistente de la edificación, para ello se tuvo en cuenta que se realizará reiteradas veces el análisis hasta optimizar el valor más aceptable de acuerdo a la normativa E030.

Figura 41

Conclusiones del estudio estructural



Nota. Para la imagen anterior se muestra las conclusiones del estudio estructural de la edificación en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Cuando se haya evaluado el esquema, es posible pedir al software que calcule de manera automática los intervalos de oscilación que influyen en cada punto; para ello, es posible recabar estos valores mediante cuadros, como se observa en el cuadro subsiguiente, siendo un total de 6 puntos, ya que se tienen en cuenta 3 puntos por cada piso, y en nuestro caso, el centro educativo inicial consta de 2 niveles.

Tabla 15

Intervalos de acuerdo a cada nodo de la estructura con muros de albañilería en el eje X-X

Case	Modo	Período sec
Modal	1	0.282
Modal	2	0.094
Modal	3	0.093
Modal	4	0.085
Modal	5	0.077
Modal	6	0.041

Nota. La tabla previa se presenta los intervalos de acuerdo cada nodo de la edificación con muros de albañilería en el eje X-X de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Tabla 16

Intervalos conforme a cada punto de la construcción sin paredes de mampostería en la línea X-X

Case	Modo	Período sec
Modal	1	0.27
Modal	2	0.249
Modal	3	0.219
Modal	4	0.084
Modal	5	0.082
Modal	6	0.037

Nota. La tabla previa se presenta intervalos según cada nodo de la estructura sin muros de albañilería en el eje X-X de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De la primera tabla podemos percatarnos que el intervalo principal se refleja en la dirección Y-Y y el segundo ciclo en la trayectoria X-X, los cuales influyen en los vértices 3 y 1, respectivamente. Notamos que los ciclos obtenidos son breves, lo cual es a causa del método de mampostería reforzada con el que contamos en la dirección X-X.

Tabla 17

Intervalo primordial de oscilación de la construcción con paredes de mampostería en la dirección X-X

periodo	Tx	Ty
fundamental	0.093	0.283

Nota. Para la anterior tabla se presenta intervalos según cada nodo de la estructura con paredes de mampostería en el eje X-X de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Tabla 18

Intervalo fundamental de oscilación de la estructura sin muros de albañilería en el eje X-X

periodo	Tx	Ty
fundamental	0.249	0.27

Nota. La tabla previa se presenta intervalos según cada nodo de la estructura sin muros de albañilería en el eje X-X de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De las anteriores tablas podemos indicar que este sistema estructural de albañilería confinada cumple con las normas establecidas y reduce el periodo en el eje X-X por ende no es necesario cambiar el tipo de estructuras, no será necesario añadir placas.

Tabla 19

Coeficiente de reducción sísmica

RX=3	Sistema albañilería confinada
RY=8	sistema pórticos

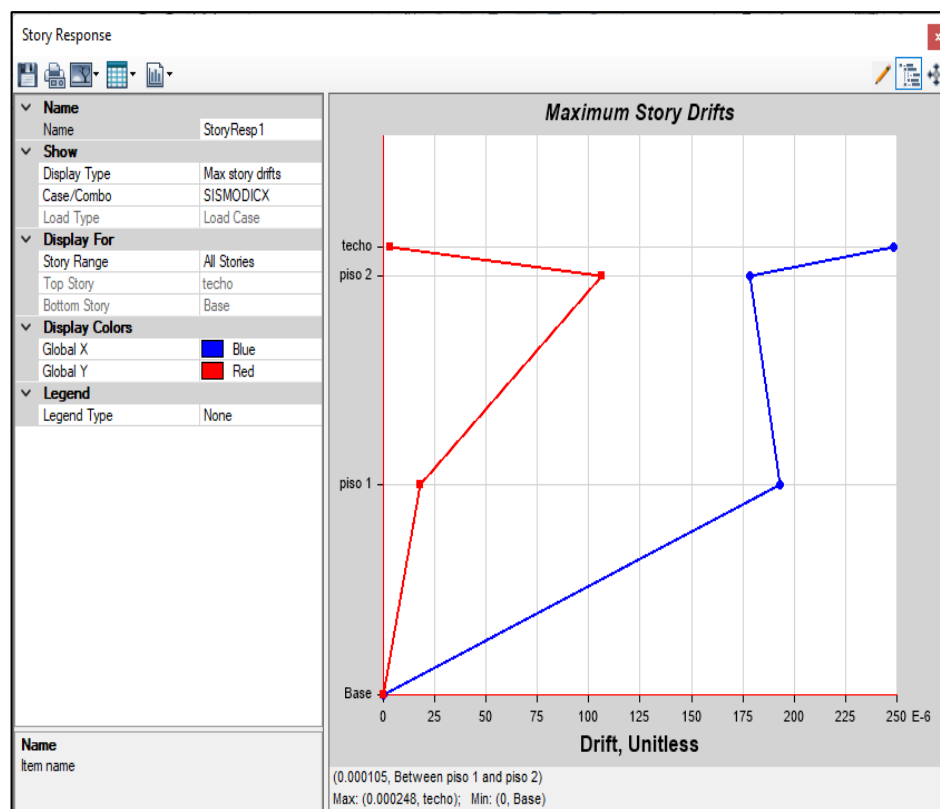
Nota. La tabla previa se muestra los coeficientes de reducción sísmica del edificio en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Al final, verificaremos las irregularidades existentes en la infraestructura, para lo cual se calculará un temblor de alta intensidad;

de modo que el desplazamiento de nuestra construcción no debe exceder el umbral de 0.005.

Figura 42

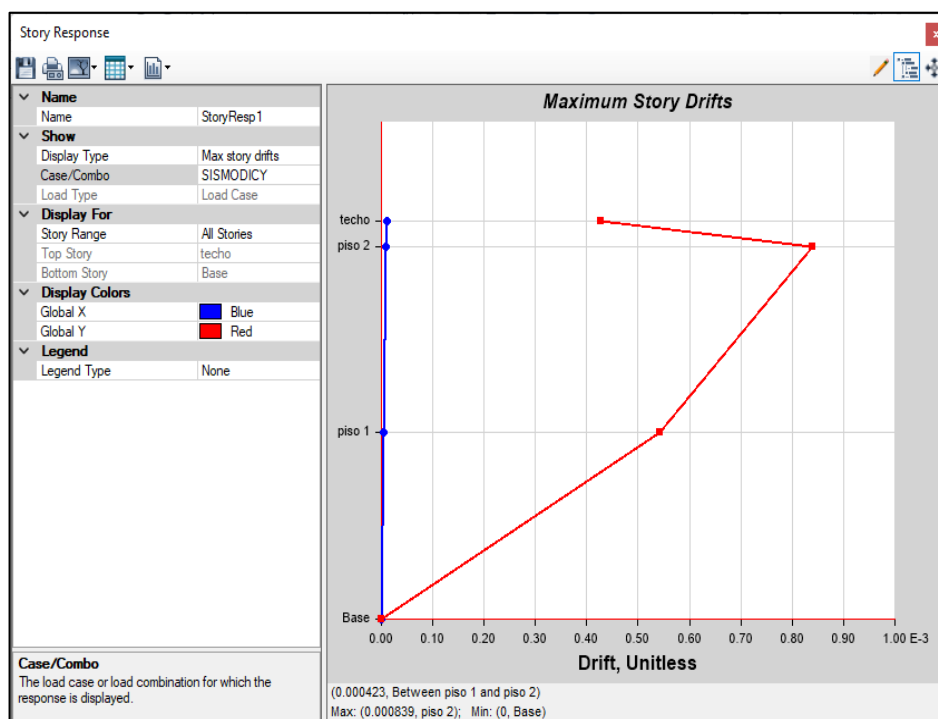
Deflexión máxima entre los niveles intermedios en la dirección X-X



Nota. La tabla anterior se muestra la deflexión máxima entre los niveles intermedios en la dirección X-X de la edificación en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Figura 43

Deflexión máxima entre los niveles intermedios en la dirección Y-Y



Nota. La tabla anterior se muestra la deflexión máxima entre los niveles intermedios en la dirección Y-Y de la edificación en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente respaldado a través de una PC.

De acuerdo con las representaciones previas, podemos observar que el software nos ofrece las inclinaciones correspondientes a cada planta, de manera que, para lograr establecer el desplazamiento de la estructura, es necesario calcular el producto entre el parámetro de oscilación lateral, la máxima pendiente por altura y el índice de mitigación tectónica.

Tabla 20

Deflexión máxima entre los niveles intermedios

Deriva X-X	0.0007
Deriva Y-Y	0.00067

Nota. La tabla previa presenta la deflexión máxima entre los niveles intermedios de la edificación en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Observamos que los desplazamientos en cada trayectoria satisfacen las condiciones, por lo que el examen estructural es adecuado, y continuamos con la elaboración del diseño de los componentes estructurales.

4.1.6. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Con el fin de llevar a cabo el proyecto de los componentes constructivos utilizaremos la directriz ACI 318-14, la cual está integrada en las funciones de diseño del software ETABS. Para ello, es necesario ingresar adecuadamente todos los criterios de diseño para prevenir fallos o excesos en la capacidad de los elementos durante el proceso.

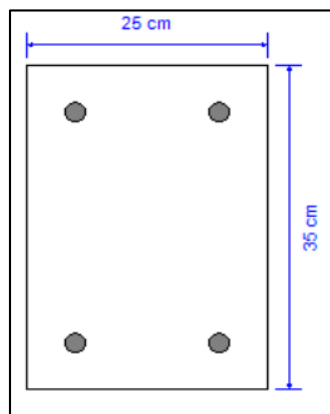
Considerando el estudio llevado a cabo en el apartado previo y optimizando los elementos para que se adapten a la normativa nacional de construcción E030 sobre diseño resistente a sismos, avanzaremos en la planificación de cada uno de los componentes constructivos.

Cabe mencionar que para el diseño se optimizó el elemento de la viga peraltada de 25x40 cm a 25x35cm ya que momento de optimizar se obtenía los mismos resultados en el análisis sismorresistente.

Viga 25X35

Figura 44

Viga 25X35-ETABS

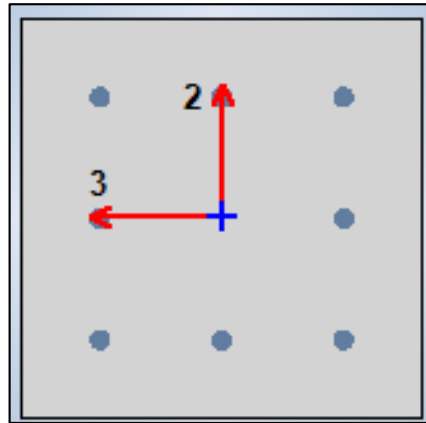


Nota. Para la imagen anterior se muestra el detalle de la Viga 25X35 de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Columna 40X40

Figura 45

Columna 40X40-ETABS

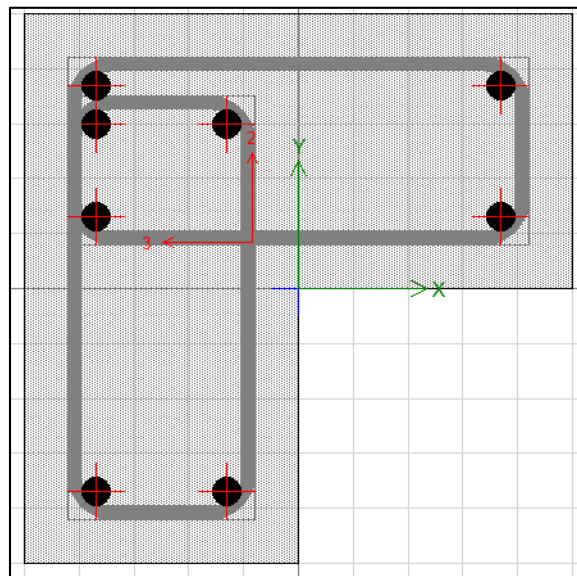


Nota. Para la imagen anterior se muestra el detalle de la columna 40X40 de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Columna L de 25cm de espesor 50X50cm2

Figura 46

Columna L de 25cm de espesor 50X50cm2 -ETABS



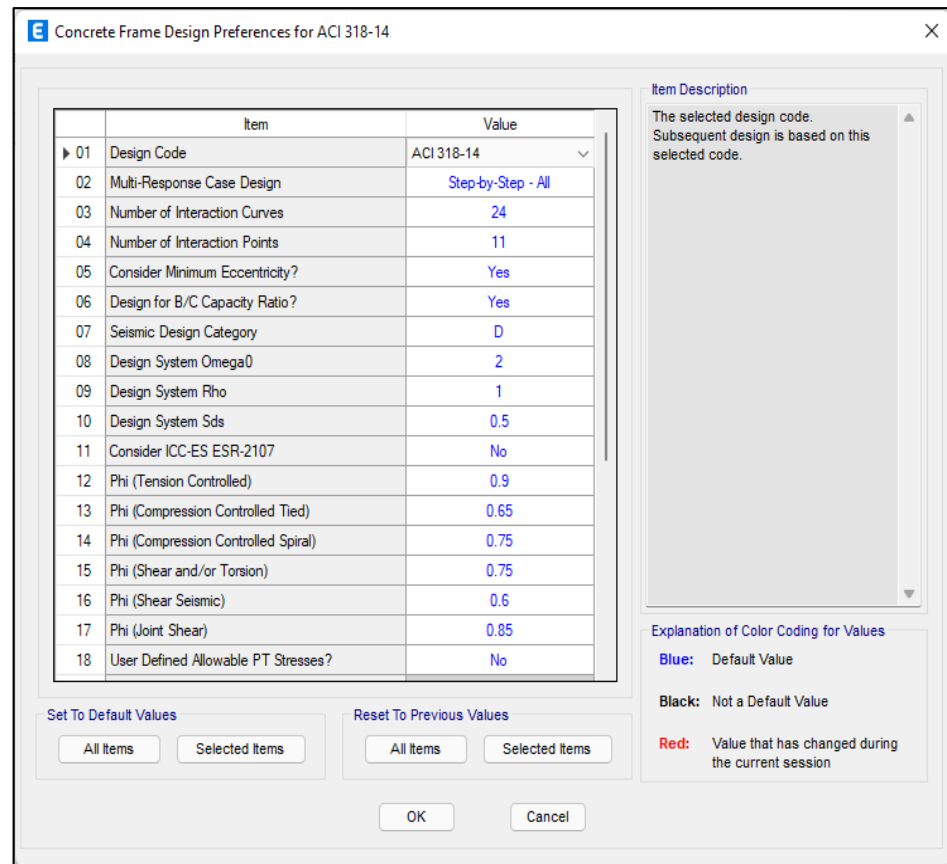
Nota. Para la imagen anterior se muestra el detalle de la columna L de 25cm de espesor 50X50cm2 de la edificación en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Una vez establecidos los componentes que serán evaluados para la planificación, especificaremos al sistema el estándar que utilizaremos

para la estructuración. Como se indicó previamente, aplicaremos el reglamento ACI 318-14, tal como se muestra en el diagrama.

Figura 47

Prioridad en las normativas de configuración en ETABS

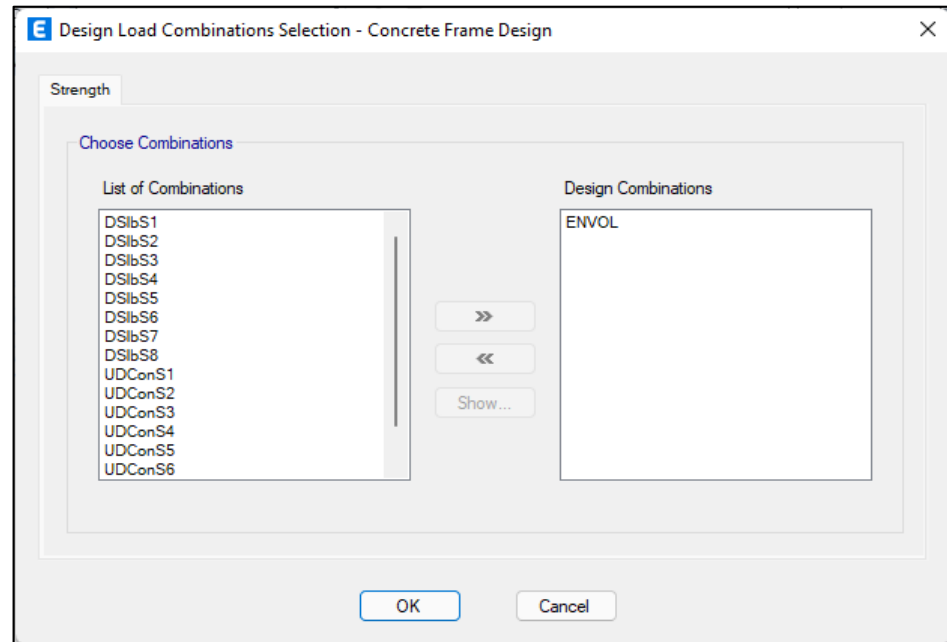


Nota. En la imagen anterior se muestra prioridad en las normativas de configuración de la estructura en el programa ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

En la figura previa podemos establecer otras características, como Phi, para el proyecto tanto de presión como de tracción, sin embargo, preservaremos estos factores ya que asignan magnitudes predeterminadas por la directriz. Estableceremos la mezcla de cargas con la cual queremos que el programa nos entregue las soluciones del área de armadura; en este contexto, emplearemos la combinación extrema.

Figura 48

Conjuntos de análisis ETABS

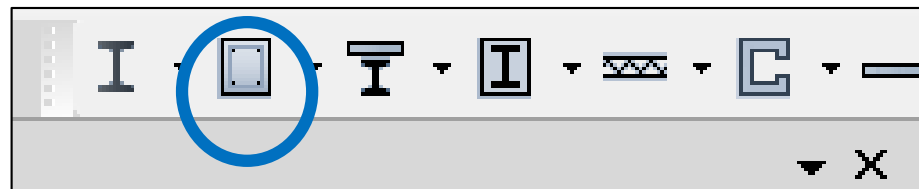


Nota. En la imagen previa se muestra los conjuntos de análisis de los componentes de hormigón reforzado en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Por último, una vez ajustados los criterios para la planificación, continuamos especificando al sistema que nos proporcione la información sobre la magnitud en cada componente.

Figura 49

Alternativa de proyecto-ETABS

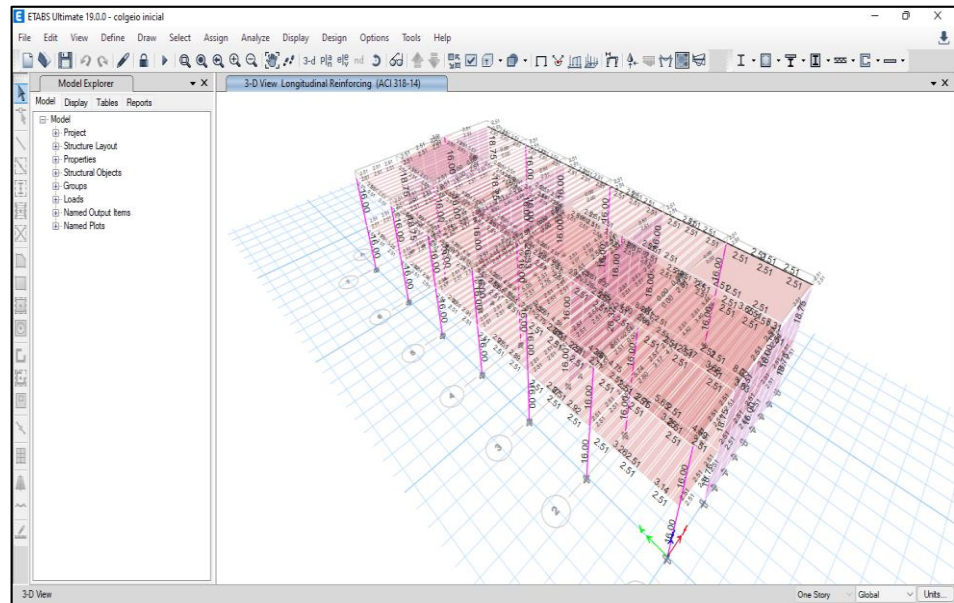


Nota. Para la imagen anterior se muestra el recurso de proyecto de los componentes de hormigón reforzado en el software ETABS de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Hacemos clic en cada alternativa para obtener la cantidad mínima de acero para cada parte.

Figura 50

Respuestas del acero para vigas-columnas



Nota. Para la imagen anterior se muestra Los informes obtenidos del comportamiento del acero estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

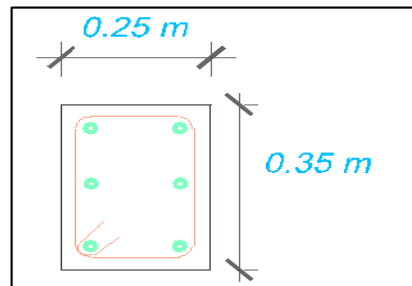
Acero para la viga de 25x35

Al analizar las respuestas proporcionadas por el programa, observamos que se ajustan a las normativas ACI 318-14. Además, registró una variación en la cantidad de acero entre las diferentes direcciones de la infraestructura, que para no sobredimensionar la estructura analizaremos en 3 ejes para obtener la cuantía necesaria para la edificación.

Notamos que en toda el área de la viga de 25X35 presentó una sección transversal de acero de 8.41 cm². Por lo tanto, requerirá 6 barras de acero de 5/8", de acuerdo con lo que se indica en el subsiguiente diagrama.

Figura 52

Viga de 25x35 eje B-B primer nivel



Nota. Para la imagen anterior se muestra Los informes obtenidos del comportamiento del acero estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Del mismo modo determinaremos la cantidad de barras de acero para la viga del primer nivel, precisando que serán necesarios 5.02 cm² de acero tanto para el refuerzo a tracción como a compresión. Con estos datos, avanzamos en la estimación de la cuantía y las dimensiones de las varillas de acero corrugado:

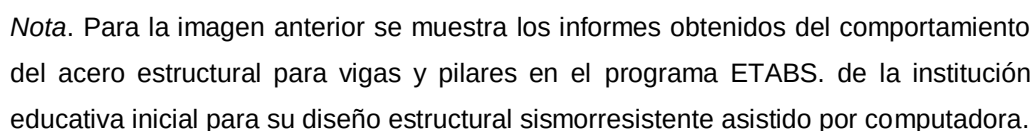
$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

Realizaremos con un fierro de 5/8" que presentó una sección equivalente a 1.98 cm².cm2

$$\#VARILLAS = \frac{5.02 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.53 \ll \gg 4 \phi 5/8$$

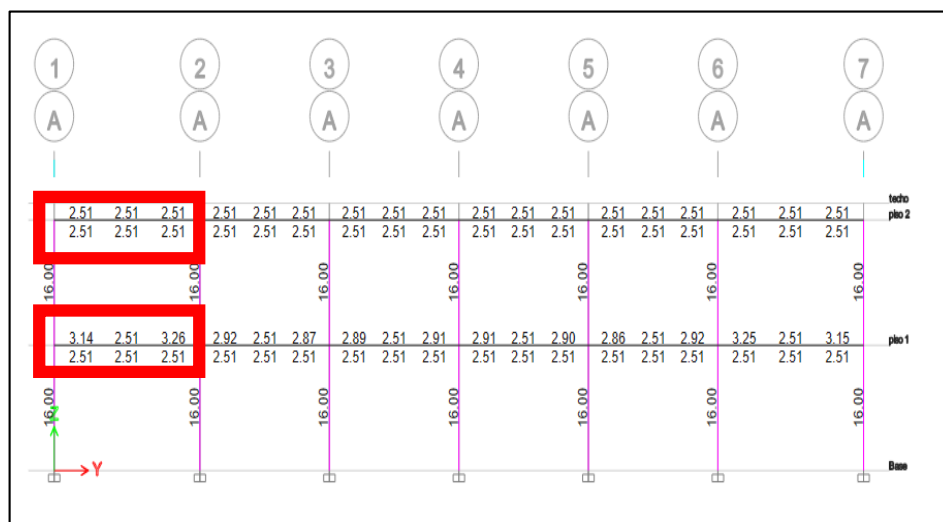
Se observa que en toda el área de la viga de 25x35 se presenta una fracción transversal de 5.02 cm². Por lo tanto, requerirá 4 barras de fierro de 5/8" como se indica en la figura subsiguiente.

Viga de 25x35 eje B-B techo



Acero para la viga de 25x35 para el eje A-A

Varillas de acero para la viga de 25x35 eje A-A



Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del acero estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Como podemos observar en el gráfico, notamos que en cada sección del eje A-A se obtienen diferentes magnitudes de acero. Por ello, seleccionaremos el escenario más adverso y estimaremos la cantidad de barras necesarias para ese segmento.

Para el primer nivel se observa resultados mayores a 5 cm² y para la viga del techo se observa un resultado uniforme de 5.02 cm²

Determinaremos la cantidad de barras para la viga estructural del primer piso, requiriendo 5.77 cm² de material metálico para el refuerzo de tracción y compresión. Con estos valores, avanzamos para estimar el número y las dimensiones de las barras de acero corrugado:

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

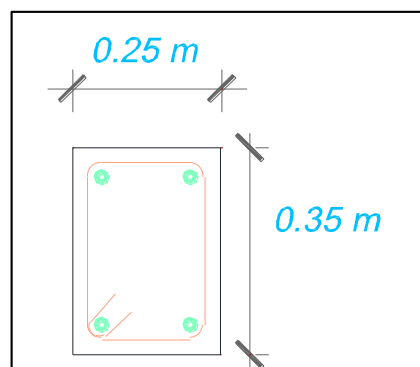
Realizaremos el trabajo con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{5.77 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.914 \ll \gg 4\phi 5/8$$

Notamos que en toda el área de la viga de 25x35 se presenta una sección transversal de 5.77 cm². Por lo tanto, requerirá 4 barras de fierro de 5/8", de acuerdo con lo que se especifica en la figura subsiguiente.

Figura 55

Viga de 25x35 eje A-A primer nivel



Nota. Para la figura anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del acero estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Igualmente, determinaremos la cantidad de barras para la viga estructural del primer piso, requiriendo 5.02 cm² de material metálico para el refuerzo de compresión y tracción. Con esta información,

avanzamos en el cálculo del número y las dimensiones de las barras de fierro de refuerzo corrugado:

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

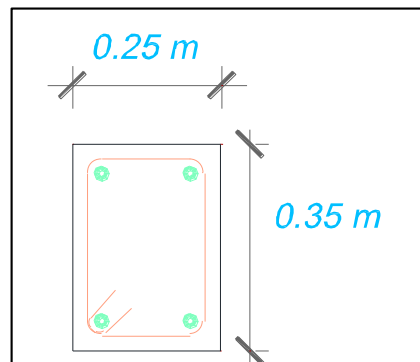
Realizaremos el trabajo con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{5.02 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.53 \ll \gg 4\phi 5/8$$

Notamos que en la parte de la viga de 25x35, la sección transversal posee un área de 5.02 cm². Por lo tanto, requerirá 4 barras de 5/8" como se especifica en la subsiguiente imagen.

Figura 56

Viga de 25x35 eje A-A techo



Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del fierro estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

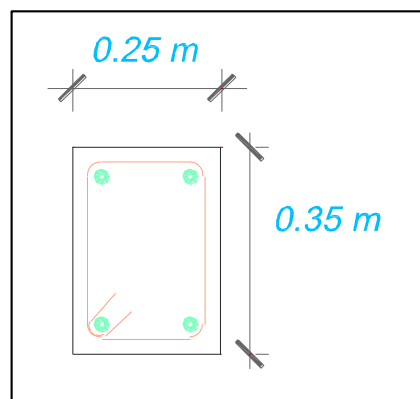
Realizaremos la labor con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{5.02 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.53 \ll \gg 4\phi 5/8$$

Notamos que en la parte de la viga de 25x35 se presenta un área de refuerzo de 5.02 cm². Por lo tanto, requerirá 4 barras de fierro de 5/8" como se especifica en la subsiguiente figura.

Figura 58

Viga de 25x35 eje A-A primer nivel



Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del fierro estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De manera similar, estimaremos la cantidad de barras para la viga del primer piso, requiriendo 5.02 cm² de material metálico para el refuerzo en tracción y compresión. Con esta información, seguimos adelante para determinar la cantidad y dimensiones de la

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

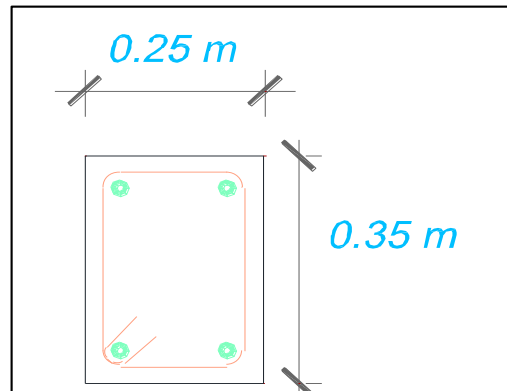
Realizaremos la labor con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{5.02 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.53 \ll \gg 4\phi 5/8$$

notamos que en la parte de la vigueta de 25X35 se presentó un área de 5.02 cm^2 . Por lo tanto, se requerirán 4 barras de hierro de 5/8" como se especifica en la figura subsiguiente.

Figura 59

Viga de 25x35 eje A-A techo

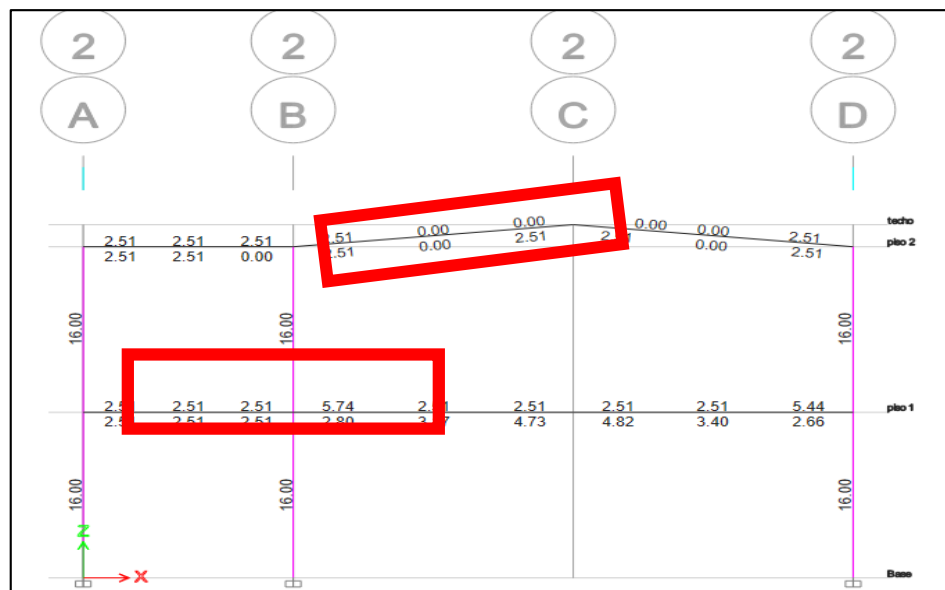


Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Acero para la viga de 25x35 para el eje 2-2

Figura 60

Varillas de acero para la viga de 25x35 eje 2-2



Nota. Para la imagen anterior se muestra Los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Como podemos observar en el gráfico, notamos que en cada sección del eje 2-2 logramos distintas magnitudes de acero. Por ello, seleccionaremos la situación más adversa y estimaremos la cantidad total de barras para esa parte.

Para el primer nivel se observa resultados mayores a 8 cm² y para la viga del techo se observa un resultado uniforme de 5.02 cm².

Determinaremos la cantidad de barras necesarias para la viga estructural del primer nivel, con un total de 8.54 cm² de acero para el refuerzo estructural tanto en tracción como en presión. Con esta información, pasamos a calcular el número y las dimensiones de las barras de hierro:

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

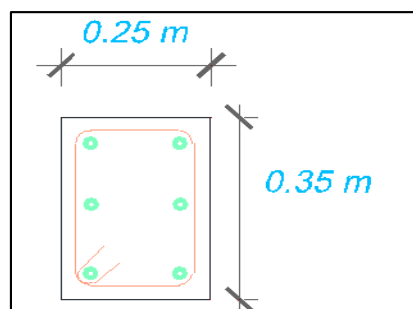
Realizaremos la labor con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{8.54 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 4.311 \ll \gg 6\emptyset 5/8$$

Notamos que en la viga de 25X35 se presenta un área de 8.54 cm². Por lo tanto, se requerirán 6 barras de hierro de 5/8", como se especifica en el subsiguiente diagrama.

Figura 61

Viga de 25x35 eje 2-2 primer nivel



Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el programa ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De manera similar, estimaremos la cantidad de barras para la viga del primer piso, requiriendo 5.02 cm² de material metálico para el refuerzo en tracción y compresión. Con esta información, seguimos adelante para determinar la cantidad y dimensiones de la

$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA\ DE\ ACERO}{AREA\ DE\ LA\ VARILLA}$$

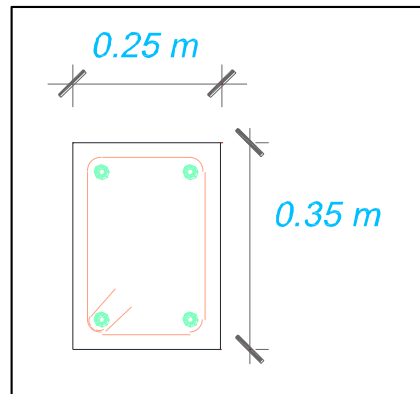
Realizaremos la labor con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{5.02\ cm^2}{1.98\ cm^2} = 2.53 \ll \gg 4\phi 5/8$$

Notamos que en la fracción de la viga de 25X35, la cantidad de acero es de 5.02 cm². Por lo tanto, se requerirán 4 barras de hierro de 5/8", de la manera que se especifica en la figura subsiguiente.

Figura 62

Viga de 25x35 eje B-B techo

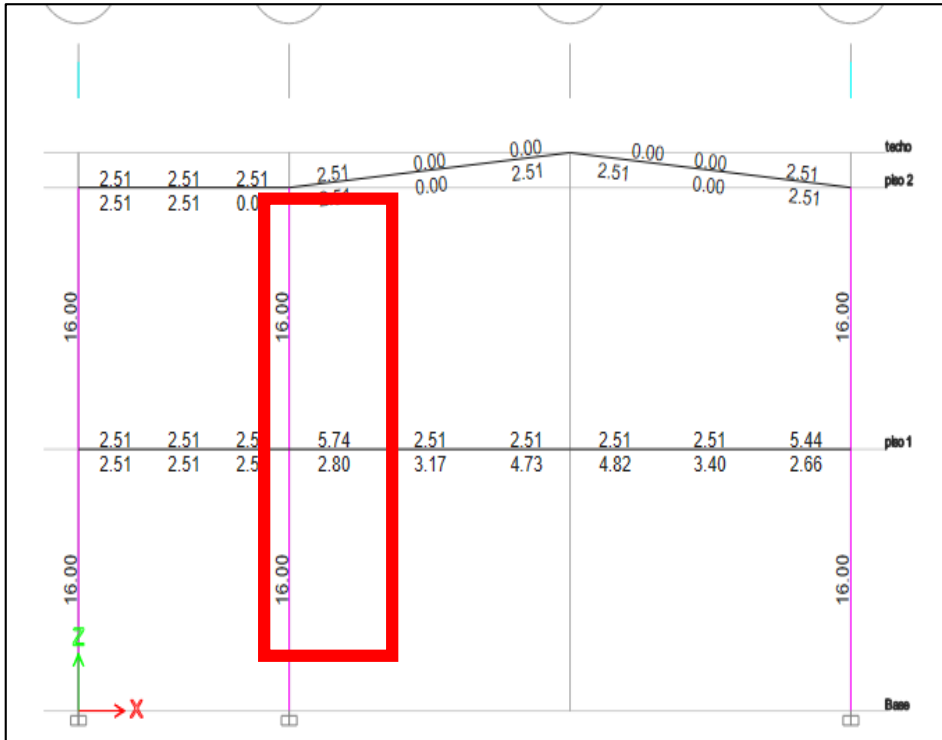


Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el software ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Acero para Columna 40x40

Figura 63

Varillas de acero para Columna 40X40



Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del acero estructural para vigas y pilares en el software ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De manera similar a como se determinó la cantidad de barras para la viga, en esta situación, estimaremos el total de barras necesarias para la columna de 40x40, para lo cual precisaremos 16 cm² de acero de refuerzo longitudinal. Con estos detalles, procedemos a determinar la cantidad y las medidas de las barras de metal estriado.

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

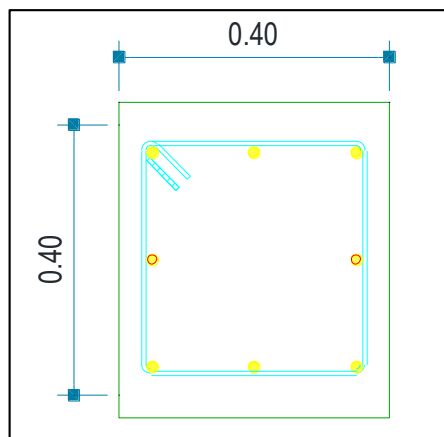
Realizaremos el trabajo con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{16 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 8.08 \ll \gg 8 \emptyset 5/8$$

Por lo tanto, requeriremos 8 barras de 5/8" para la columna de 60 x 60; la disposición del refuerzo es la subsiguiente:

Figura 64

Columna 40X40

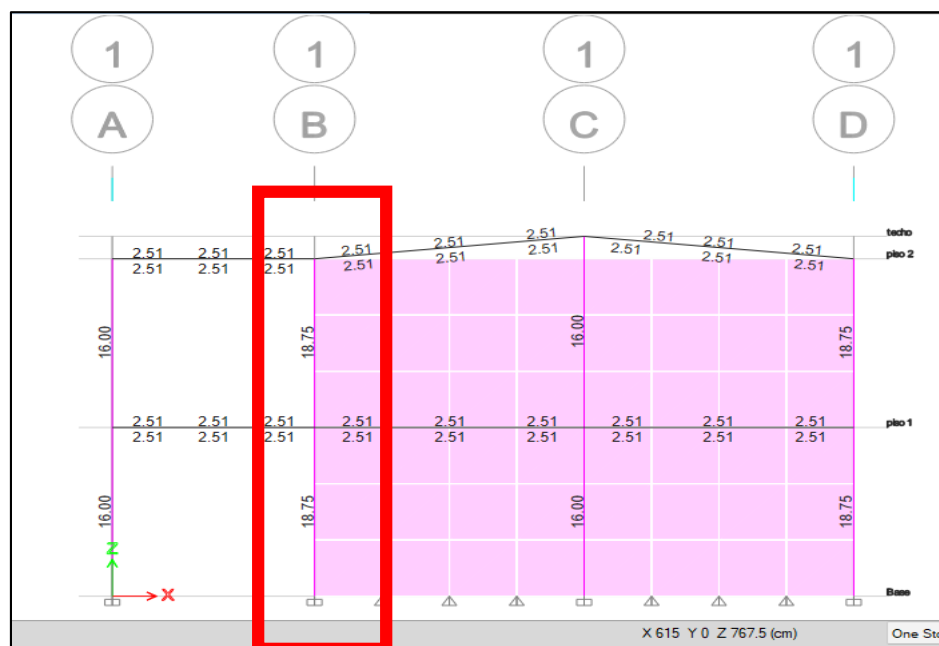


Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el software ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Acero para Columna L 50x50

Figura 65

Acero para Columna L 50X50



Nota. Para la imagen anterior se presenta los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el software ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De manera similar a como se determinó la cantidad de barras para la viga estructural, en esta ocasión determinaremos el número de barras para el pilar L de 50X50, requiriendo 18.75 cm² de acero longitudinalmente dispuesto. Con estos datos, continuamos con el cálculo del número y las dimensiones de las barras de hierro de refuerzo.

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIA DE ACERO}}{\text{AREA DE LA VARILLA}}$$

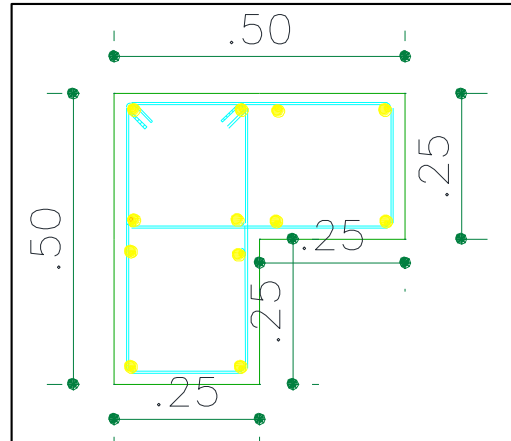
Realizaremos el trabajo con un material metálico de 5/8" que presenta una superficie de 1.98 cm².

$$\#VARILLAS = \frac{18.75 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 9.47 \ll \gg 12\phi 5/8$$

Por lo tanto, se precisarán 12 barras de 5/8" para la columna L de 50 x 50, siendo la disposición del refuerzo metálico la siguiente:

Figura 66

Columna 50X50



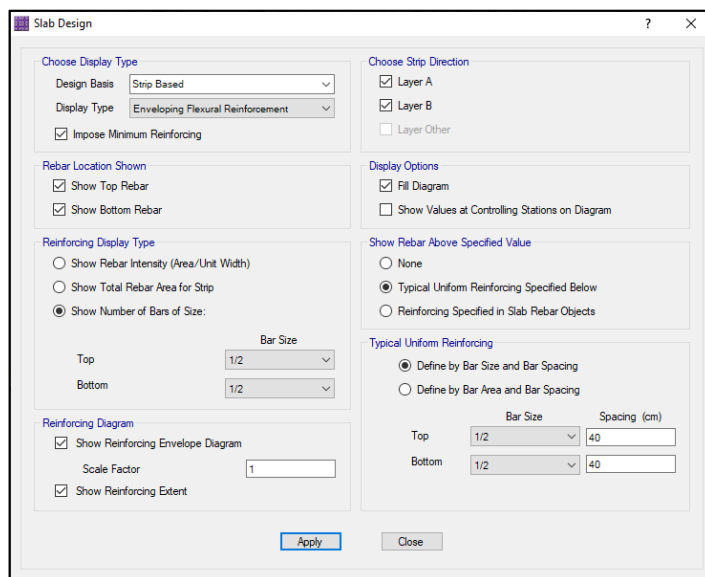
Nota. Para la imagen anterior se muestra los informes obtenidos del comportamiento del hierro estructural para vigas y pilares en el software ETABS. de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Losa aligerada en una dirección (X-X):

Para ara la losa liviana, transferimos las cargas designadas al primer nivel al programa SAFE, al cual le asignamos rejillas para que el sistema computacional pueda estimar el acero requerido por cada vigueta.

Figura 67

Disposición de barras de acero para losa-SAFE

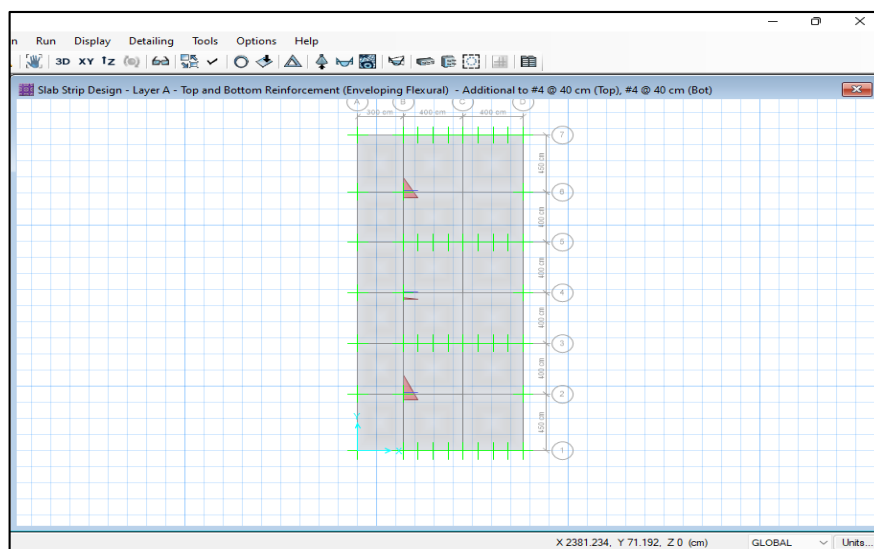


Nota. En la imagen anterior se muestra la disposición de las varillas de acero para losa en el software SAFE de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Solicitamos al sistema que realice un estudio con barras de acero de $\frac{1}{2}$ " cada 40 cm y observamos que estas se ajustan al criterio que le proporcionamos.

Figura 68

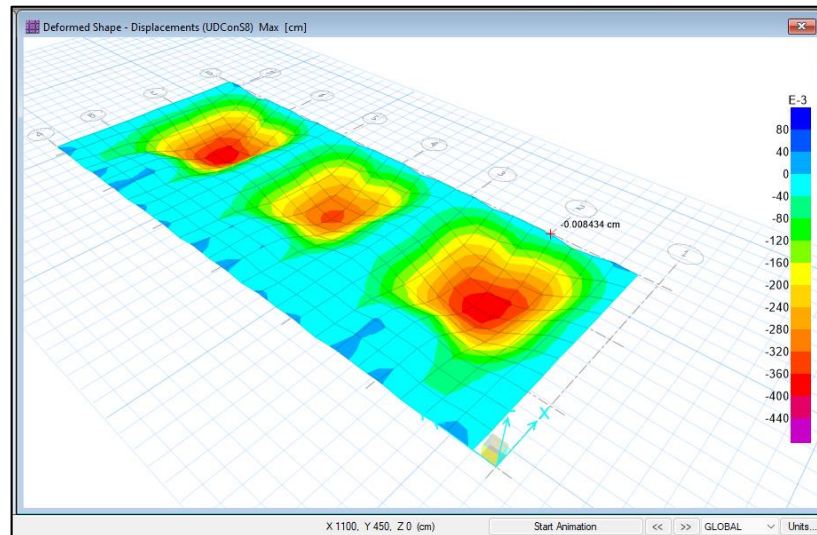
Varillas de acero requerido para losa - SAFE



Nota. Para la imagen previa se muestra el acero necesario para losa aligerada en el software SAFE de la I.E inicial para su análisis sismorresistente asistido por computadora.

Figura 69

Deformación de la losa aligerada-SAFE



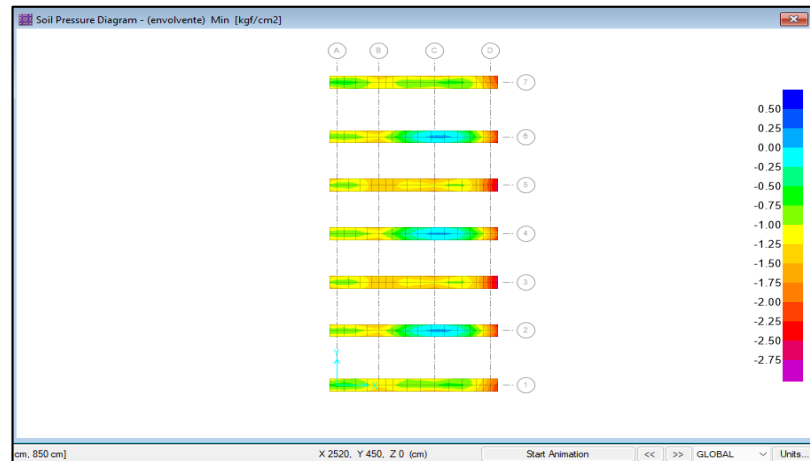
Nota. Para la imagen anterior se muestra la deformación de la losa aligerada en el programa SAFE de la I.E inicial para su análisis sismorresistente asistido por computadora.

Zapatas:

Para la planificación de las fundaciones partimos del mismo enfoque que la losa liviana, con la diferencia de que, en esta situación transferimos las fuerzas ejercidas en los apoyos del armazón, de forma que, con estas tensiones distribuidas en dichos lugares, determinaremos las proporciones de la fundación, considerando la resistencia permitida del suelo, que en esta situación tiene de una resistencia soportable de 3.5 kg/cm^2 y un índice de compresión de 7 kg/cm^3 . Con estos datos, avanzamos a proyectar los cimientos en el programa SAFE, el cual se mostró reiteradamente, verificando la validación del corte y de la tensión del terreno, asegurando que no sobrepase la capacidad admisible.

Figura 70

Esfuerzo del terreno sobre el cimiento corrido-SAFE

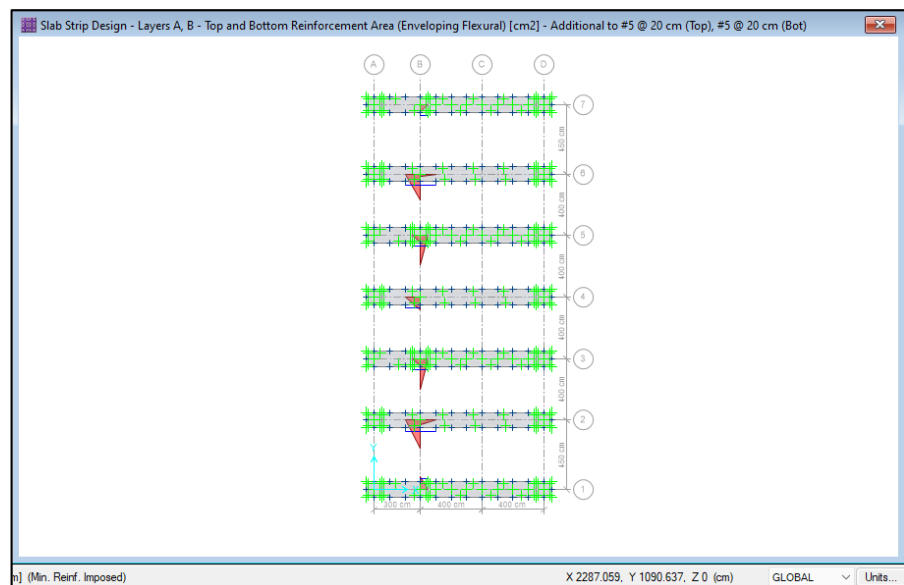


Nota. Sobre el gráfico anterior se muestra esfuerzo del terreno sobre el cimiento corrido en el software SAFE de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Informamos al programa que ejecute un examen para el refuerzo longitudinal de 5/8" cada 20 cm en ambos ejes y verificamos que estos satisfacen los estándares definidos.

Figura 71

Asignación de varillas de acero en el cimiento corrido-SAFE



Nota. Sobre el gráfico anterior se muestra la asignación de varillas de acero en el cimiento corrido en el software SAFE de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La hipótesis general planteada en la actual tesis, fue corroborada de manera exitosa mediante la utilización de los softwares ETABS y SAFE. Estos programas no solo lograron reducir considerablemente el período de estudio y planificación estructural no solo optimizó el enfoque convencional, sino que también perfeccionó la técnica tradicional, apoyándose en la norma ACI 318-14. En contraste con el método manual, donde el análisis tomaba 12 horas y el diseño 24 horas, el uso de ETABS redujo esos tiempos a 7 horas y 6 horas respectivamente, acortando el tiempo del análisis en un 41.67% y el del diseño en un 75%. Esta optimización no solo disminuyó los tiempos de trabajo, sino que también aportó mayor precisión y eficiencia en la determinación de las cantidades mínimas de acero para vigas, columnas, losas aligeradas y cimentaciones, lo que fue validado mediante hojas Excel. Además, el estudio sismorresistente de acuerdo la normativa E030 mostró que el uso del sistema de albañilería confinada en la estructura redujo el periodo de vibración, cumpliendo con los estándares establecidos y evitando la necesidad de rigidizar la estructura. En resumen, la correlación entre la hipótesis y los resultados confirma que el empleo de herramientas computacionales mejora tanto el proceso como los resultados en comparación con los métodos tradicionales.

Tabla 21

Intervalo principal de oscilación de la edificación con muros de albañilería

Intervalo principal	Tx	Ty
	0.093	0.283

Nota. La tabla previa presenta el lapso principal de oscilación de la edificación con paredes de mampostería de la escuela inicial. educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Tabla 22

Intervalo principal de oscilación de la estructura sin muros de albañilería

Intervalo principal	Tx	Ty
	0.249	0.27

Nota. La tabla previa presenta el lapso principal de oscilación de la edificación con paredes de mampostería de la escuela inicial. para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

De las anteriores tablas podemos indicar que este sistema estructural de albañilería confinada cumple con las normas establecidas y reduce el periodo en el eje X-X por ende no es necesario cambiar el tipo de estructuras, no será necesario rigidizar la estructura. Igualmente, se revisó el desplazamiento mayor de la infraestructura.

Tabla 23

Desplazamiento lateral máximo de la planta

Deriva X-X	0.0007
Deriva Y-Y	0.00067

Nota. La tabla previa presenta la deriva máxima de piso de la institución educativa inicial para su diseño estructural sismorresistente asistido por computadora.

Observamos que las desviaciones en cada dirección son satisfactorias, por lo que el análisis es adecuado utilizando el software ETABS. La cuarta fase consiste en realizar el estudio estructural de cada componente para proceder con el diseño, para lo cual se utilizó el programa ETABS, la cual ejecutó el proyecto estructural de acuerdo al estándar ACI 318-14.

Con base en los hallazgos proporcionados por este estándar, se efectuó la concepción de cada componente y la superficie del material requerido. En esta etapa podemos llegar a la conclusión que emplear el software ETABS nos ayuda a mejorar el análisis sismorresistente ya que optimiza el tiempo empleando, y reduce los errores en los cálculos matemáticos, lo cual podemos resumir en la siguiente tabla, con datos comparados en las encuestas:

Tabla 24

Tiempos de análisis y diseño

Tiempo		
Sin ETABS	Análisis	Diseño
	12 h	24 h
Con ETABS	Análisis	Diseño
	7 h	6 h

Nota. La tabla previa se muestra la comparación entre usar un programa asistido por computadora en este caso el ETABS y la manera tradicional empleando hojas Excel o de manera manual en el análisis de la I.E inicial para su análisis estructural sismorresistente asistido por computadora.

Esto se comprobó satisfactoriamente, debido a que la utilización de un programa avanzado como ETABS y SAFE en la planificación disminuye duración de evaluación sísmica y estructural, además de optimizar la técnica tradicional de desarrollo. Esto se debe a que dicho software aplica el estándar ACI 318-14, donde se observó que al emplear el programa ETABS reduce el tiempo del análisis de 12 horas a 7 horas acortando el tiempo en 41.67% y reduce el tiempo de diseño lo reduce de 24 horas a 6 horas acortando el tiempo en 75.00%.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Huaranga (2019) en su tesis: “Diseño estructural en concreto armado del colegio inicial N° 935 de Acos” y el actual trabajo de investigación; Se observan similitudes en cuanto a la metodología aplicada y los resultados obtenidos. Huaranga utilizó hojas de cálculo Excel y luego contrastó sus resultados con el software SAP2000, encontrando una variación del 5% en momentos flectores, fuerzas cortantes y axiales, siguiendo la norma E030, lo que validó la precisión de ambos métodos. De manera similar, la segunda tesis empleó los softwares ETABS y SAFE, que permitieron no solo reducir el tiempo de análisis de 12 a 7 horas (41.67%) y el de diseño de 24 a 6 horas (75%), sino también mejorar la exactitud y eficiencia del proceso tradicional. Ambas tesis evidencian que el uso de herramientas computacionales como SAP2000, ETABS y SAFE optimizan el diseño sismorresistente en términos de tiempo y precisión, cumpliendo con las normativas de diseño estructural, lo que permite su uso confiable en el ámbito académico y profesional.

Sánchez (2020) en su tesis: “Diseño estructural de aulas y laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La Libertad”, en donde se realizó el modelamiento estructura de las aulas de una institución empleando el software SAP2000 en donde se realizó el análisis y diseño sísmico siguiendo la norma E060 y E030, el tesista obtuvo resultados óptimos ya que el emplear este software redujo la cantidad de horas empleadas. Se determinó que la aplicación de SAP2000 redujo la duración del análisis sísmico del proyecto, alcanzando un tiempo promedio de 24 horas en reposo y 18,42 horas con el programa, lo que representa una disminución del 23,25%. Asimismo, se verificó que la utilización de SAP2000 disminuyó el tiempo invertido en el diseño estructural del proyecto, logrando un promedio de 89,44 horas sin el programa y solo 20,05 horas con su uso, una reducción del 81,33%. Además, se observó que la utilización de SAP2000 comprimió el

tiempo necesario para la creación del plano constructivo del proyecto, obteniendo un tiempo promedio de 115,21 horas sin él y solo 37,22 horas con el programa, lo que equivale a una disminución del 87,07%.

Según los resultados en la presente tesis se puede concluir que empezar el software ETABS mejora la calidad de análisis sismorresistente según el reglamento nacional de edificaciones, además también reduce el tiempo realizado para el análisis, a diferencia del software SAP2000 el software ETABS es un software más completo referente a estructuras de concreto armado ya que brinda resultados y gráficas más dinámicas que el software SAP2000, añadido a ello también se verificó que el análisis estructural conforme a la normativa E060 y la norma ACI 318-19 en el software ETABS reduce en gran cantidad el tiempo empleado para este proceso del diseño de un colegio inicial, dado que la aplicación de un programa avanzado como ETABS y SAFE en el proyecto no solo disminuye el lapso de evaluación sísmica y planificación de la estructura. Además, potencia el procedimiento convencional de diseño, dado que este programa implementa la regulación ACI 318-14, permitiendo comprobar que, al utilizar ETABS reduce el tiempo del análisis de 12 horas a 7 horas acortando el tiempo en 41.67% y reduce el tiempo de diseño lo reduce de 24 horas a 6 horas acortando el tiempo en 75.00%.

CONCLUSIONES

- Se concluye que realizar el diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo empleando el software ETABS y SAFE mejora considerablemente la metodología del diseño tradicional ya que reduce el tiempo de diseño lo reduce de 24 horas a 6 horas acortando el tiempo en 75.00%
- El diseño estructural sismorresistente asistido por computadora y el diseño tradicional. En primer lugar, se registra el tiempo invertido en el análisis estructural utilizando el método tradicional, que en este caso es de 12 horas. Luego, se realiza el mismo análisis empleando un software especializado, donde el tiempo necesario se reduce a 7 horas. Posteriormente, se calcula la reducción en el tiempo mediante la fórmula de porcentaje de disminución, restando el tiempo asistido del tradicional, dividiendo esta diferencia por el tiempo original (12 horas) y multiplicando por 100. El resultado de esta operación es una reducción de 41.67%, lo que demuestra que el modelamiento asistido por computadora optimiza significativamente la eficiencia del proceso.
- Se concluye desplazamientos obtenidos del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo cumplen con los parámetros de la normativa E030 de análisis antisísmico
- Se establece que utilizar el método de albañilería estructural disminuye la superficie de acero de la viga 25x35cm² de 6 varillas de 5/8" a 4 varillas de 5/8" en los ejes A-A, C-C, E-E y G-G.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere para futuras investigaciones hacer un estudio a detalle de la productividad (costo y tiempo) de este sistema industrializado, con el propósito de mostrar que es un sistema es confiable de inversión que puede tener más grande demanda a futuro en nuestra región.
- Se recomienda emplear los parámetros de prediseño analizados en este estudio para obtener las dimensiones precisas de los componentes arquitectónicos fundamentales que proporcionen resultados óptimos para las obras planificadas en la ciudad de Huánuco.
- Proveer la máxima resistencia lateral posible en ambas direcciones del centro educativo, especialmente en el eje Y-Y, Con el fin de minimizar los movimientos laterales máximos entre los pisos, asegurando que estos no se acerquen a los parámetros máximos definidos por el reglamento E.030. Además, según lo permitido, se debieron situar los elementos de infraestructura de manera simétrica para evitar que la construcción presente irregularidades significativas tanto en el plano como en la elevación.
- Tener en cuenta las especificaciones que define el apartado 21 de la Regla E.060 para elaborar un proyecto basado en el propósito de los elementos estructurales fundamentales del inmueble, de modo que se prevenga la ocurrencia de daños delicados en los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary. EEUU: American Concrete Institute.
- Aguilar Falconi, R. (2007). Análisis matricial de estructuras. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Balestrini Acuña, M. (1997). Como se Elabora el Proyecto de Investigación. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Barahona Menares, L. F. (2020). Edificios resistentes a los terremotos en Chile. Viña del Mar- Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Blanco, A. (1996). estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima-Perú.
- Boroschek, R. (2009). Dinamica avanzada de estructural. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Canchig Cola, M. V. (2016). Análisis comparativo del diseño estructural de un proyecto de vivienda en hormigón armado aplicando las Normas del Código Ecuatoriano de Construcción (CEC 2002) y la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015). Quito-Ecuador: Universidad Internacional Del Ecuador.
- Castillo, D. (2018). Análisis y diseño estructural de un reservorio apoyado para el mejoramiento del servicio de agua potable del distrito de Morales, año 2018. Tarapoto-Perú: Universidad Nacional de San Martin.
- Céspedes, A. A. (2019). Diseño de reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico. Arequipa-Perú: Universidad Católica de Santa María.
- Chiuyari Veramende, J. L. (2018). Evaluacion y propuesta de reparacion estrucutral de la institucion educativa mariano melgar de huriaca

aplicando el análisis no lineal pushover. Huánuco - Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Concepto.pe. (2021). Concepto.pe. Obtenido de <https://concepto.de/>

Daniel Martin, P. B. (2019). Determinación de la carga viva de piso en las instituciones educativas públicas del distrito de Huánuco - 2018. Huánuco - Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

DePerú. (2020). DePerú. Obtenido de <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>

Flores Mena, E. A. (2018). Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi. Quito-Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.

Hernandez- sampieri R., F. C. (2014). Metodología de la Investigación. (6ta ed.). México D.F: McGraw-Hill.

Hernández -Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). Metodología de la investigación. Mexico: McGraw-Hill.

Hernández, H. (2018). Respuesta sísmica de tanques elevados tipo pendulo investido. Morelia-México: Revista de Ingeniería Sísmica.

Herrera, C. (2019). Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta. Meta-Colombia: Universidad Santo Tomás Villavicencio.

Huaranga Valverde, H. L. (2019). Diseño estructural en concreto armado del colegio inicial N° 935 de Acos. Huacho – Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

IGP. (2021). Instituto Geofísico del Perú. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>

- Ministerio de Vivienda, C. y. (2019). Manual de operación y mantenimiento. Obtenido de Sistema de agua potable: http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_SICA/modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/529736846_MANUAL%20O&M%20AGUA%20POTABLE.pdf
- Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima-Perú.
- Norabuena Ramirez, E. C. (2018). Diseño estructural con y sin aisladores sísmicos de un pabellón de tres pisos: Colegio Juan Bautista de la Salle, Yungay 2018. Huaraz – Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Palomino, A. H. (2015). Diseño de reservorios en concreto armado. Cajamarca – Perú.
- Parra, C. (2016). Estudio patológico tanque de almacenamiento de agua potable. Chocó-Colombia: Espina & Delfín Colombia.
- RNE. (2018). Norma E.050. Lima-Perú.
- RNE. (2019). Norma E.020. Obtenido de Norma E.020: <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- RNE. (2019). Norma E.030. Obtenido de Norma E.030: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
- RNE. (2019). Norma E.060. Obtenido de Norma E.060: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Salinas, R. (2001). curso de segunda especializacion de ingenieria sismorresistente. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.

San Bartolome Ramos, A. F. (1998). Analisis de edificios. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.

San Bartolomé, Á. (1998). Análisis de Edificios. Lima-Perú.

Sanchez Pinedo, J. W. (2020). Diseño estructural de aulas y laboratorios del Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla – Huanchaco – Trujillo – La Libertad. Trujillo – Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Simon Diaz, Á. A. (2016). Vulnerabilidad sismica en isntituciones educativas nivel secundaria del distrito de Panao-Pachitea-Huánuco. Huánuco - Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Tamayo y Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. Limusa.

Tuque, C. (2018). Análisis y diseño de un reservorio apoyado según el código ACI.350; tomando como base el modelo mecánico equivalente propuesto por G.W. Housner. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Villanueva Sarmiento, D. (2025). *Diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un Centro Educativo Inicial, Amarilis-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

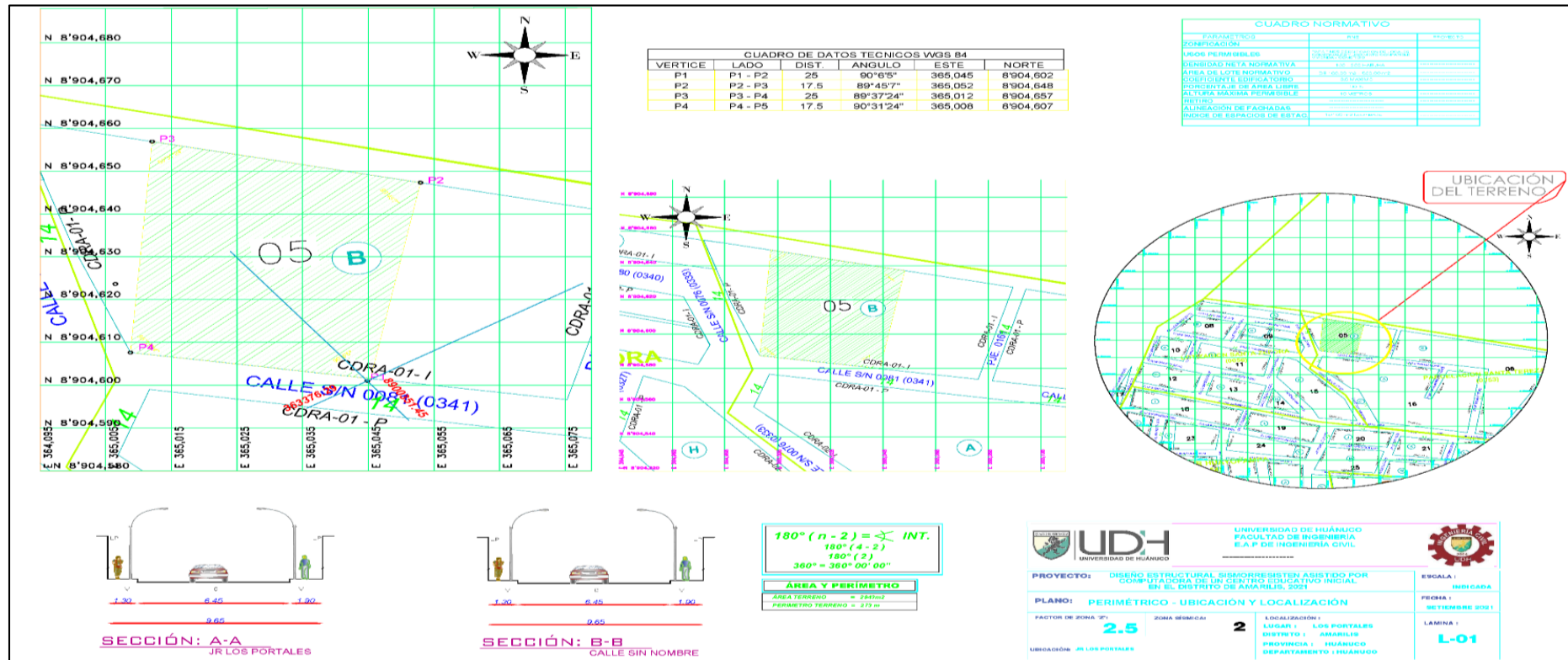
TÍTULO: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE ASISTIDO POR COMPUTADORA DE UN CENTRO EDUCATIVO INICIAL, AMARILIS-2023					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general: ¿Cómo se realizaría el diseño estructural asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023?	Objetivo General Elaborar el diseño sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.	Hipótesis General Hi: El diseño estructural sismorresistente asistido por computadora permite optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco - 2023. H0: El diseño estructural sismorresistente asistido por computadora no	Variable dependiente: Optimizar los elementos estructurales Variable independiente: Diseño estructural sismorresistente	Enfoque Será cuantitativo porque se recolecto datos de distintas fuentes Alcance o nivel El alcance o nivel del proyecto es correlacional. Diseño Será no experimental.	Población Mi población será todos los centros educativos de nivel inicial ubicados en el distrito de Amarilis Muestra La muestra de estudio está representada por un centro educativo de nivel inicial con un área de 437.5 m2 ubicado en la Av. Santa Zefora del distrito de Amarilis, provincia y
Problema específico: • ¿Cuáles serán los desplazamientos obtenidos del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023? • ¿Cómo se realizaría el modelamiento y análisis de la	Objetivos específicos •Evaluar los desplazamientos obtenidos del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023. •Realizar el modelamiento y análisis de la estructura para el				

estructura para el diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023? • ¿Cómo se determinaría las dimensiones de los elementos estructurales del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023?	diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023. •Proponer dimensiones de los elementos estructurales del diseño estructural sismorresistente asistido por computadora para optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco -2023.	permite optimizar los elementos estructurales de un centro educativo, Amarilis - Huánuco - 2023.	departamento de Huánuco.
---	--	---	---------------------------------

ANEXO 2

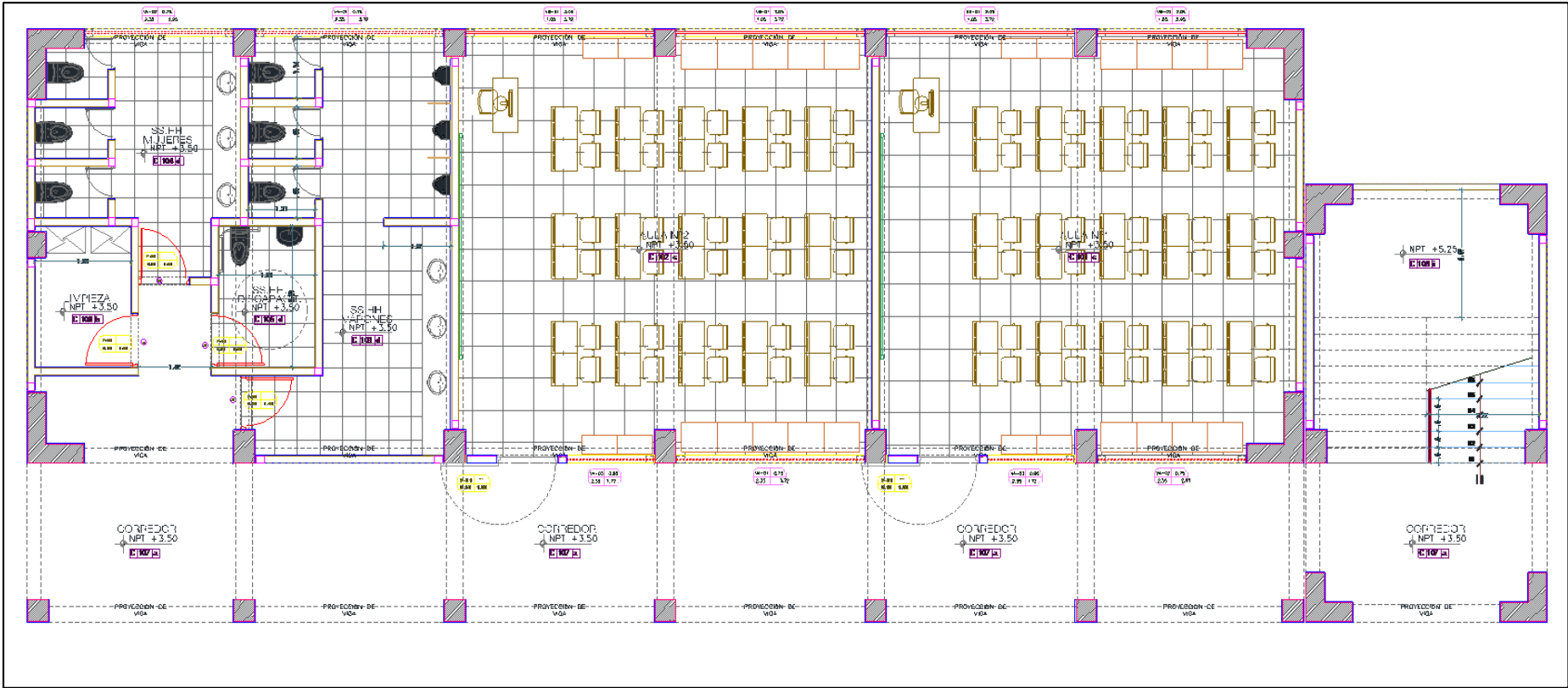
MAPA DE LOCALIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Mapa de localización

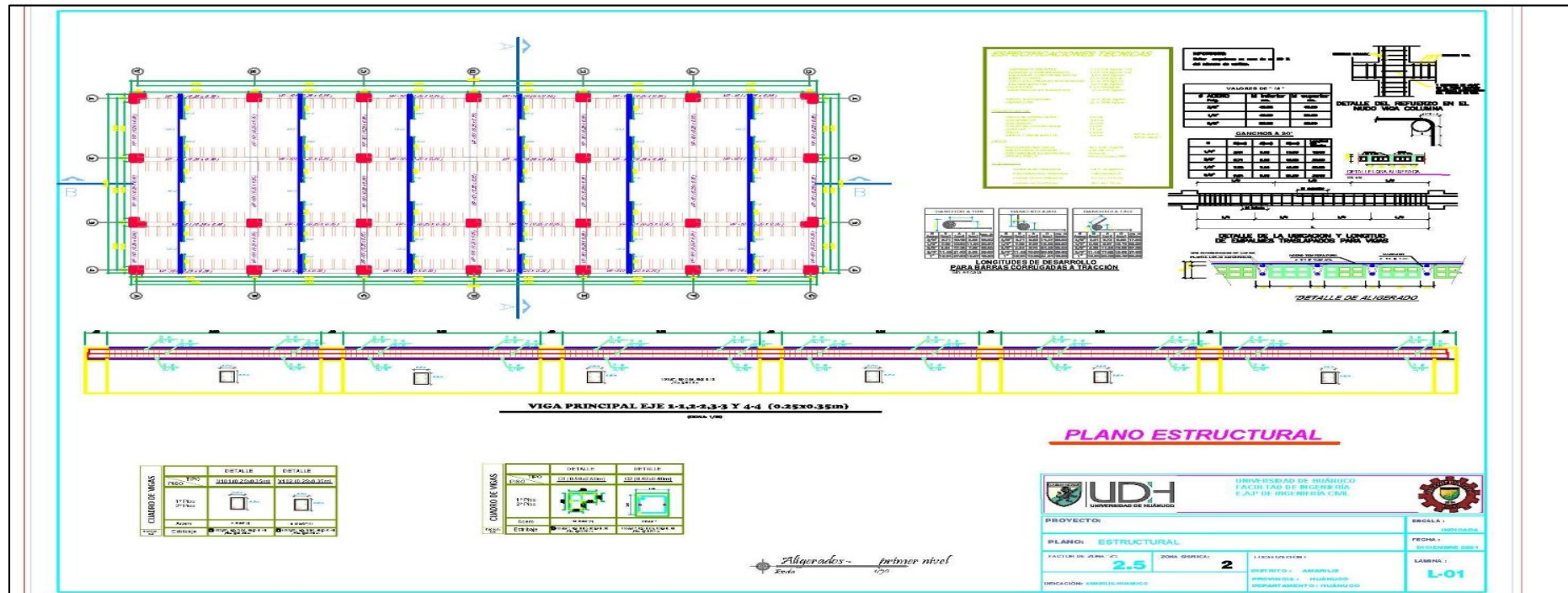


ANEXO 3

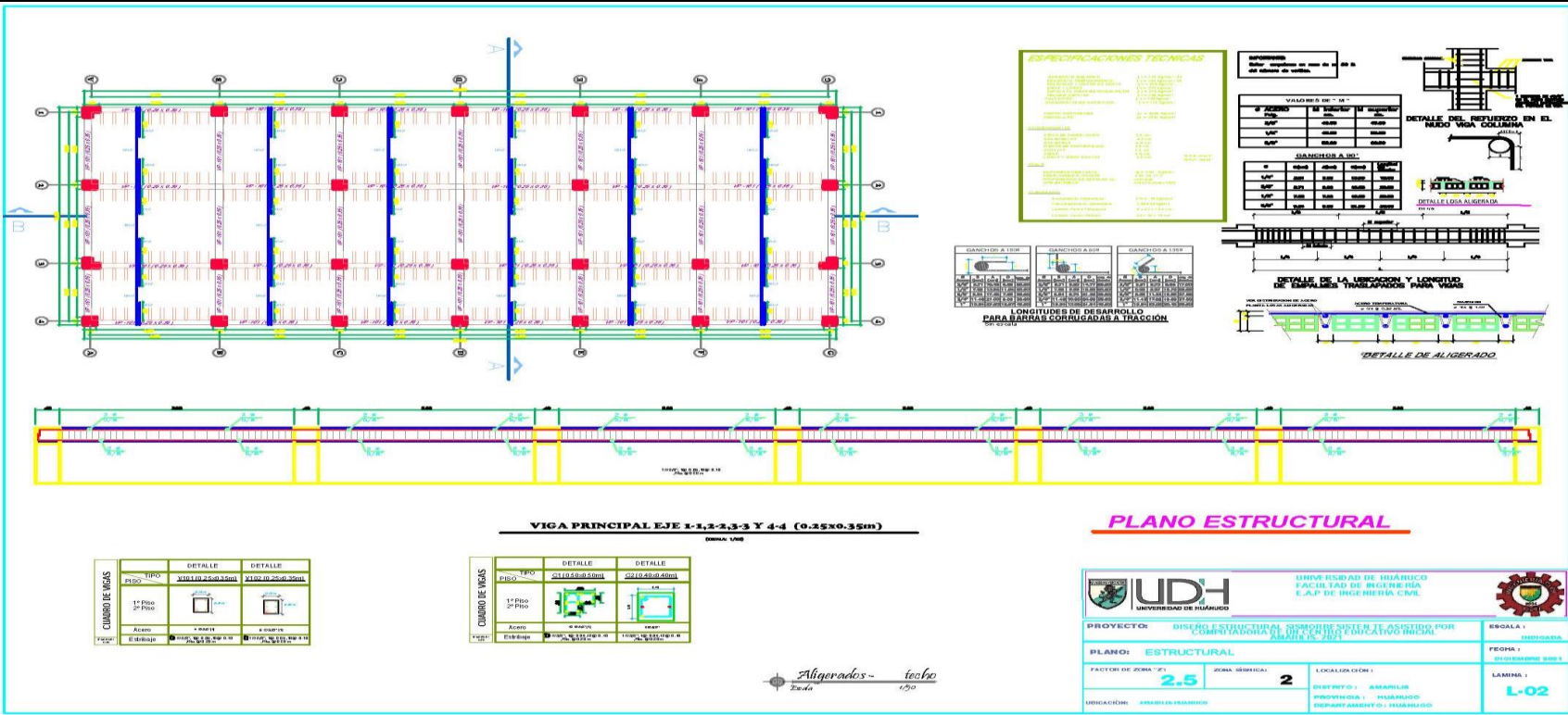
PLANOS ARQUITECTONICO



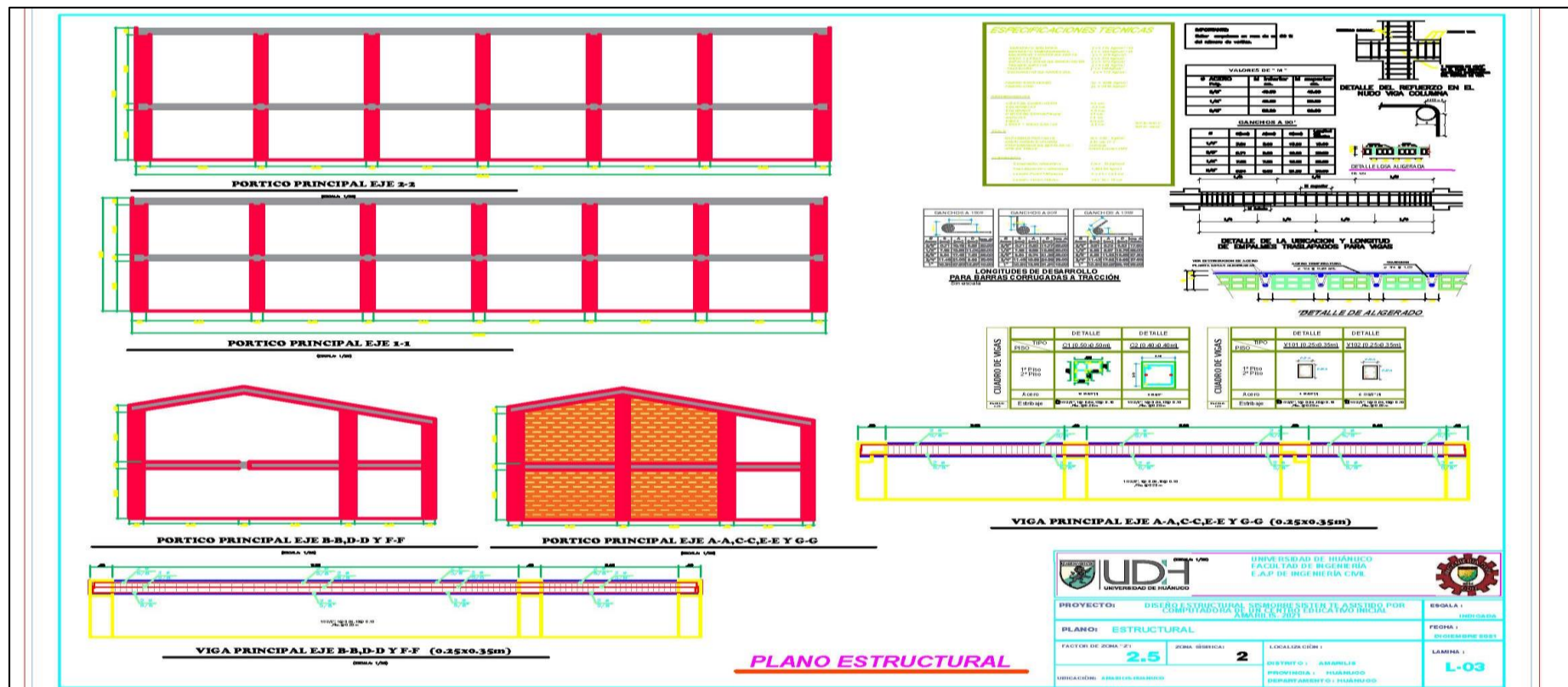
Detalle de primer nivel



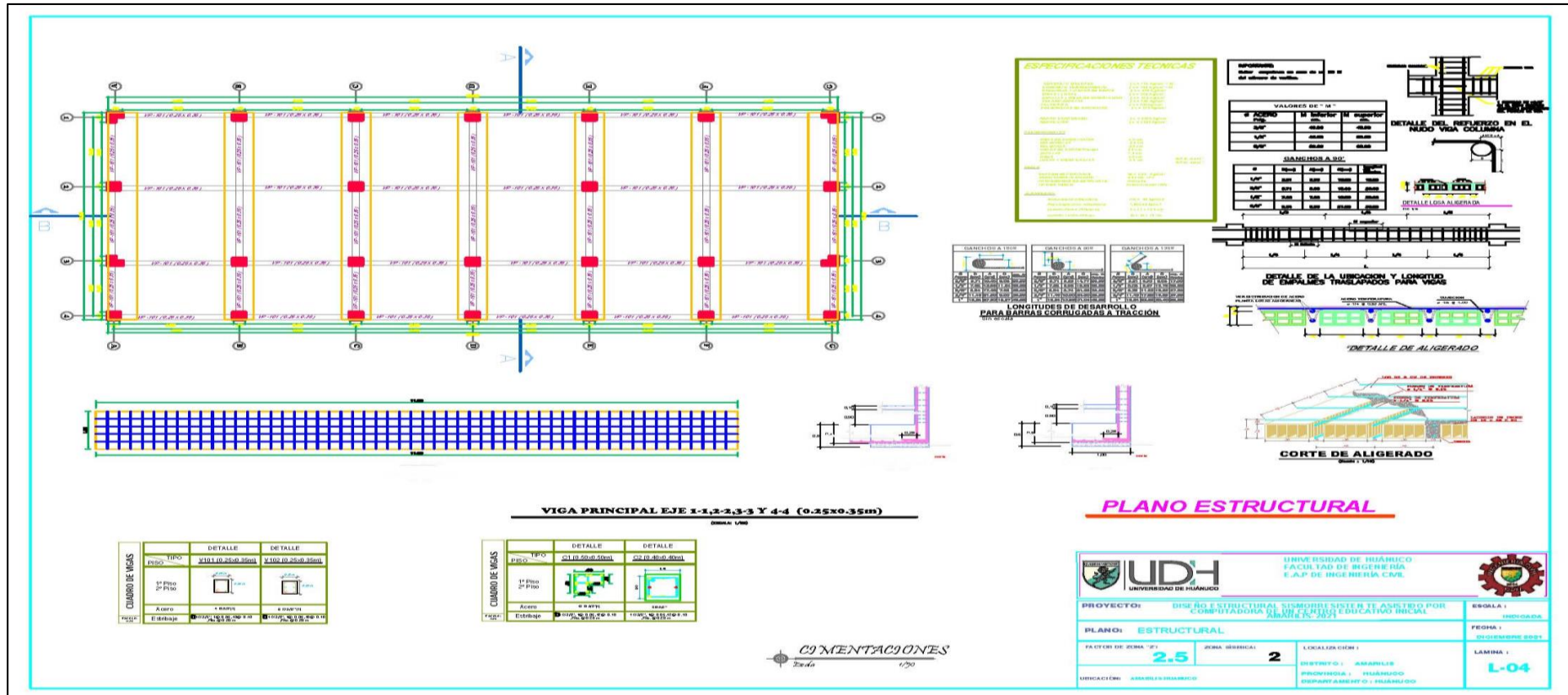
Detalle del techo



Detalle de los pórticos X-X y Y-Y



Detalle de la cimentación



ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO



Realizando el reconocimiento del terreno en estudio



Realizando el reconocimiento del terreno en estudio



Realizando el levantamiento topográfico



Realizando el levantamiento topográfico