

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“Evaluación de un proceso constructivo empleando paneles
aislantes estructurales para mejorar el diseño
sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024”**

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

AUTOR: Capcha Martinez, Alejandro Pierre

ASESOR: Aguilar Alcantara, Leonel Marlo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

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 de la construcción

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): 46467996

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

Grado/Título: Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Miraval Rojas, Biseth	Maestro en gestión y negocios, con mención en gestión de proyectos	47474699	0000-0001-5605-3003
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo Sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

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 16:30 horas del día **viernes 09 de mayo 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:

❖ MG. BISETH MIRAVAL ROJAS	PRESIDENTE
❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0872-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Alejandro Pierre CAPCHA MARTINEZ, 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) Apr.bado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 1.1 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 17h 35' horas del día 09 del mes de mayo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad

MG. BISETH MIRAVAL ROJAS
DNI: 47474699
ORCID: 0000-0001-5605-3003
PRESIDENTE

MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
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: ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ, de la investigación titulada "Evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024", con asesor(a) LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0827-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % 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, 25 de marzo de 2025



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

180. Alejandro Pierre Capcha Martinez.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

10%

2

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

7%

3

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



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

Dedicado en primer lugar a Dios por darnos la vida y la salud.

A mi madre Cena Teodora Martinez Prudencio por estar pendiente de mí y a mi padre Florencio Capcha Goñi por forjarme ser un gran profesional, a mis hermanos Florencio Jhon Capcha Martinez, Anabella Diana Capcha Martinez, Jackeline Marlene Capcha Martinez y Jochen Jesus Capcha Martinez que me ayudaron en los momentos que requería y darme ánimos a terminar la tesis.

A mi familia Liz Lizbeth Sinangama Bardales mi bella dama por estar siempre a mi lado día a día y a mi Hijo Liam Nadier Capcha Sinangama quien logra en mí a superarme mucho como padre.

A mi tía Alberta Capcha Goñi por su apoyo, por ayudarme en todo momento en la etapa universitaria.

A mis tías Angélica, Andrea por darme ánimos, a mis tíos Santiago, José y Luis por orientarme y primos Anthony, Edwar, Russel por darme fuerzas a superarme y su gentileza; a mis primas Yoselin, Nicol, Lita, Techy, Rocio, Yelitza y en especial a mi prima Maritza por su comprensión y amabilidad.

Al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara por ser mi Asesor que estuvo pendiente en guiarme y terminar la tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios.

Agradecer a mi familia por el gran apoyo que me brinda.

Agradecer a la Universidad de Huánuco por brindarme las enseñanzas impartidas para forjarme como profesional.

Agradecer a mis maestros de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Académica de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, por sus sabias enseñanzas científicas y Tecnológicas.

Agradecer al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara por ser mi Asesor que estuvo pendiente en guiarme y terminar la tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	14
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	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.....	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2 BASES TEÓRICAS.....	22

2.2.1 CARGAS ESTRUCTURALES	22
2.2.2 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN.....	24
2.2.3 PREDIMENCIONAMIENTO	29
2.2.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE	33
2.2.5 CIMENTACIONES.....	42
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	48
2.4. HIPÓTESIS.....	50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	50
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	50
2.5. VARIABLES	50
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	50
2.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES	50
2.6. OPERACIONALIZACIONES DE VARIABLE	50
CAPÍTULO III	52
METODOLOGÍA	52
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.1.1. ENFOQUE.....	52
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	52
3.1.3. DISEÑO.....	52
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	53
3.2.1 POBLACIÓN	53
3.2.2 MUESTRA.....	53
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	53
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	54
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. ARQUITECTURA Y PREDIMENSIONAMIENTO.....	57
4.1.1 DISEÑO ESTRUCTURAL	57
4.1.2 PLANIFICACIÓN ESTRUCTURAL PARA LA PROPUESTA.	58
4.1.3 PARÁMETROS SISMORRESISTENTE	59
4.2. MODELAMIENTO Y ESTUDIO DE SISMORRESISTENTES....	60
4.2.1 MODELAMIENTOS EN ETABS	60

4.2.2 ANÁLISIS SISMORRESISTENTE.....	71
4.2.3. ANÁLISIS DINÁMICO	77
4.2.4 DISEÑO ESTRUCTURALIZADO	87
4.2.5 ESTUDIO DE COSTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA EN YANAG.....	100
CAPÍTULO V.....	101
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	101
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Carga viva mínima según uso	22
Tabla 2 Pesos de los materiales de construcción.....	24
Tabla 3 Concepto estructural.....	33
Tabla 4 Factores de los suelos.....	34
Tabla 5 Periodo TP y TL.....	35
Tabla 6 Factores de usos	35
Tabla 7 Sistema Estructural	36
Tabla 8 Factores de Irregularidades estructurales en las alturas	37
Tabla 9 Factores de las Irregularidades estructurales en las plantas.....	38
Tabla 10 Categorías y regularidades de la edificación	39
Tabla 11 Estimaciones de los pesos	39
Tabla 12 Valores máximos de las distorsiones de entrepisos	40
Tabla 13 Ensayos de Operación de variables	50
Tabla 14 Ensayo de los Laboratorios	54
Tabla 15 Parámetro de diseños sismorresistentes.....	60
Tabla 16 Variaciones de la dimensión predimensionada y optimizada casos sin muro SIP	78
Tabla 17 Periodo en función de los nodos estructurales en el caso 1 utilizando elemento Optimizado	79
Tabla 18 Periodos fundamentales sobre vibraciones de las estructuras primer caso	80
Tabla 19 Derivas máximas inelásticas de pisos, caso 1.....	81
Tabla 20 Variaciones de dimensión Predimensionada y optimizado, caso 2	82
Tabla 21 Modelamientos segundo caso mediante elemento optimizado	82
Tabla 22 Periodo dado en nodos de estructuras en el segundo caso con elemento Optimizado	84
Tabla 23 Periodos fundamentales de las vibraciones de estructuras caso dos	84
Tabla 24 Derivas máximas inelásticas de pisos, dos casos con elemento Optimizado.....	86
Tabla 25 S/C SIP versus – periodos.....	101

Tabla 26 S/C SIP – derivas	102
Tabla 27 S/C SIP – desplazamientos	102
Tabla 28 S/C SIP - fuerzas cortantes	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Predimensionamiento de losa aligerada	30
Figura 2 Predimensionamiento de viga peraltada	31
Figura 3 Zonificación sísmica.....	34
Figura 4 Para la presentación de datos	55
Figura 5 Planificación Estructural para el Nivel 01	58
Figura 6 Planificación Estructural del nivel dos, tres y cuatro	59
Figura 7 ETABS	61
Figura 8 Grillas para el modelamiento	61
Figura 9 Vista 3D, grillas.	62
Figura 10 Elementos de concreto-ETABS	63
Figura 11 Elementos del acero-ETABS	64
Figura 12 Propiedades del acero-ETABS	64
Figura 13 Varillas de refuerzo-ETABS	65
Figura 14 Elementos en la columna de 40X40cm ² -ETABS.....	66
Figura 15 Propiedad en el Hormigón 30x40cm ² -ETABS	66
Figura 16 Elementos en las vigas principales 45x30cm ² -ETABS.....	67
Figura 17 Elementos en las vigas principales 35x25cm ² -ETABS.....	67
Figura 18 Elementos de las vigas de los bordes de 20x25cm ² - ETABS ...	68
Figura 19 Propiedad de losas aligeradas 20cm-ETABS	68
Figura 20 Elementos en el muro SIP OSB / ETABS	69
Figura 21 Imagen 3D de la modelación de Pórtico	70
Figura 22 Imagen 3D de la modelación -incluyendo el muro SIP.....	70
Figura 23 Restricción de las edificaciones	71
Figura 24 Intervalo de resultado en XX y YY – panel aislante estructural...	72
Figura 25 Intervalo de resultado sobre XX y YY – vigas y arcos.....	72
Figura 26 Cargas para la estructura.....	73
Figura 27 Carga viva y muerta de entrepiso	74
Figura 28 Cargas aplicadas para viga.....	74
Figura 29 Cargas sísmicas.....	75
Figura 30 Combinaciones de carga	75
Figura 31 Brazo rígido-ETABS.....	76
Figura 32 Sismos X-X y Y-Y	77

Figura 33 Modelamientos primer caso utilizando componente optimizado .	78
Figura 34 Resultado del estudio arquitectónico en el primer caso / c. elemento Optimizado.....	79
Figura 35 Derivas máximas elásticas de los entrepisos X-X, 1er caso con elemento Optimizado	80
Figura 36 Derivaciones máximas elásticas de entrepisos Y-Y primer caso	81
Figura 37 Resultados del análisis estructural caso 2 con elementos Optimizados.....	83
Figura 38 Derivación máxima elásticas de entrepisos X-X, caso 2 con elemento Optimizados	85
Figura 39 Derivas máximas elásticas de entrepisos Y-Y segundo caso con elemento Optimizado	86
Figura 40 Vigas 25X35cm ² -ETABS.....	87
Figura 41 Vigas 30X40cm ² -ETABS	88
Figura 42 Columnas 40X40cm ² -ETABS.....	88
Figura 43 Columna 30X40cm ² -ETABS.....	89
Figura 44 Preferencia de normas de diseño en ETABS.....	89
Figura 45 Combinaciones de diseño ETABS	90
Figura 46 Opciones de diseños-ETABS.....	91
Figura 47 Resultado de aceros para viga-columna.....	91
Figura 48 Aceros para las Vigas principales 25X35 cm ²	92
Figura 49 Vigas principales 25X35.....	93
Figura 50 Aceros para las Vigas principales 30X40 cm ²	94
Figura 51 Vigas principales 30X40 cm ²	95
Figura 52 Acero para la Viga chata de 20X20 cm ²	96
Figura 53 Viga chata de 20X20 cm ²	97
Figura 54 Acero para Columna 30X40 cm ²	97
Figura 55 Detalle de las Columnas 30X40 cm ²	98
Figura 56 Detalle de las Columnas 30X40 cm ²	99
Figura 57 Detalle de las Columnas 40X40 cm ²	100

RESUMEN

El centro poblado de Yanag se ubica en un área sísmica según lo establecido en la normativa técnica de construcción E030 y los acontecimientos sísmicos presentados recientemente. Estos son generados por la falta de información e interés, han llevado a familias a construir o adquirir viviendas unifamiliares propensos a un siniestro; además, existe una preocupación por los efectos que conllevan estas construcciones de concreto armado al medio ambiente, así como a los trabajadores y los habitantes. Todo ello genera un efecto negativo al entorno donde residimos. Más aún no se realiza una supervisión permanente ni evaluaciones eficientes a las obras de construcción, lo cual no brinda garantía sostenible del proyecto, ni a los hogares familiares que viven cerca a este tipo de obras. Este estudio brinda una propuesta de solución para enfrentar las dificultades que atraviesan los hogares de la ciudad de Huánuco, sin exponer la supervisión de la obra, con un mínimo impacto al medio ambiente durante la construcción, efectos sísmicos de similar o mayor intensidad, otorgando un hogar con seguridad en caso se presenta algún problema. Las pruebas ejecutadas en mesa vibratoria proporcionan las características de la capacidad sísmica; ello bajo las bases nacionales de la normativa de construcción nacional y otros estudios aplicados en el país con similitud al diseño de infraestructura sencilla de cuatro pisos de familia múltiple, se elaboró con el programa ETABS empleando sistema estructural de armado de concreto reforzado. Se concluye que el sistema de panel con aislamiento estructurado presenta un óptimo desempeño estructural, pues genera una disminución superior al 50.05% en el plazo establecido y una disminución del 83% para la inclinación del eje Y-Y. Finalmente, el precio en su totalidad que se requiere para la aplicación de la estructura sin aislamiento de paneles es de S/ 226,280.00 y la estructura basada con paneles ascienden a S/ 156,567.00; siendo esta última la que presenta un menor costo, por lo que es viable su elaboración.

Palabras clave: paneles estructurales, diseño sismorresistente, norma E030, E060, aislantes estructurales.

ABSTRACT

The town of Yanag is located in a seismic area as established in the technical construction regulations E030 and the seismic events that have recently occurred. These are generated by the lack of information and interest, which have led families to build or acquire single-family homes prone to disasters; in addition, there is concern about the effects that these reinforced concrete constructions have on the environment, as well as on workers and residents. All of this generates a negative effect on the environment where we live. Furthermore, there is no permanent supervision or efficient evaluations of construction works, which does not provide a sustainable guarantee for the project, nor for family homes that live near this type of works. This study provides a solution proposal to face the difficulties that homes in the city of Huánuco are going through, without exposing the supervision of the work, with a minimum impact on the environment during construction, seismic effects of similar or greater intensity, providing a home with security in case a problem arises. The tests carried out on a vibrating table provide the characteristics of the seismic capacity; This, under the national bases of the national construction regulations and other studies applied in the country with similarity to the design of a simple four-story multi-family infrastructure, was developed with the ETABS program using a reinforced concrete structural reinforcement system. It is concluded that the structured insulated panel system presents an optimal structural performance, since it generates a decrease of more than 50.05% in the established period and a decrease of 83% for the inclination of the Y-Y axis. Finally, the total price required for the application of the structure without panel insulation is S/ 226,280.00 and the structure based on panels amounts to S. 156,567.00; the latter being the one with the lowest cost, so its elaboration is viable.

Keywords: structural panels, earthquake-resistant design, E030, E060 standards, structural insulators.

INTRODUCCIÓN

Considerando que las construcciones actuales tienen un gran efecto en el entorno, una posible solución es destinar un espacio específico para abordar este desafío, lo que nos lleva a creer que es una necesidad real. Es vital enfrentar la insuficiencia de diversas opciones de vivienda que posean características que efectivamente disminuyan el impacto ambiental en la edificación de nuevos edificios. El análisis se estructuró en 5 capítulos para su desarrollo:

Capítulo 1: El presente apartado expone de manera exhaustiva la problemática que motiva la investigación, incluyendo preguntas específicas, generalizaciones y la fijación de objetivos. Se llevará a cabo un análisis a tres niveles, adoptando la teoría e hipótesis planteada, además de los elementos que dependen y los que se consideran autosuficientes.

Capítulo 2: Esta sección está destinada a explorar los conceptos teóricos que sustentan el estudio, al igual que el panorama tanto internacional como nacional y local que sirve de base para la investigación.

Capítulo 3: Aquí se definirá el tema de investigación y la muestra utilizada, además de clarificar el propósito, el alcance, el diseño, así como los métodos y procesos de recopilación de datos que se usarán para llevar a cabo el trabajo investigativo.

Capítulo 4: en esta fase se presentarán los hallazgos, a raíz del desarrollarlo de la planificación estructural. Previamente se decidirán los componentes, las dimensiones, los criterios de capacidad y la solidez de respuesta sísmica de la zona en la cual se llevarán a cabo las verificaciones. Se decidirá el diseño a edificar, además que se elaborará en el software ETABS, se llevará a cabo una evaluación estática y se medirá el índice de inclinación del edificio.

Capítulo 5: Finalmente, se expondrán las comparaciones de las evidencias obtenidos del estudio, de igual manera la conclusión y sugerencia final.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En tiempos recientes, la demanda de viviendas capaces de resistir o soportar fenómenos sísmicos como los temblores ha generado relevancia para los hogares actuales. Este impulso responde a un instinto básico de resistencia frente a los desastres naturales, que se presentan frecuentemente tanto en nuestra nación como en Huánuco. Sin embargo, muchas de las construcciones en esta ciudad no son estructuradas con resistencia ante movimiento sísmicos en mente y, en algunos casos no cumple con los requisitos básicos establecidos por la norma E030, la cual clasifica a la ciudad en una zona sísmica 2. Esta situación resulta alarmante ya la población se encuentran expuestas a riesgos constantes debido a edificación que no siguen según la norma E030 (INDECI,2018)

El proceso de construcción inevitablemente genera residuos a partir de los materiales utilizados, como los provenientes de la propia edificación, lo que contribuye a la degradación ambiental de la zona compromete al lugar que se disponen los desechos. Este problema afecta a la ciudad en su totalidad, del mismo modo que también crea inconvenientes para los habitantes, convirtiéndose así en una cuestión social relevante. Además, el uso desproporcionado de agua potable durante el momento de construir es sumamente perjudicial, aunque, irónicamente, es necesario para el levantamiento de casa con materiales de calidad (Rondón, 2016).

Dado que los hogares es el núcleo central que impulsa la obra el cual pueda asegurar a la subsistencia y la satisfacción de sus miembros, los recientes sismos en Perú y en Huánuco han evidenciado la urgente falta de edificar viviendas que puedan resistir sismos. Es fundamental que las familias estén preparadas ante la posibilidad de un terremoto de magnitud parecida o mayor en un futuro. En años recientes, las familias se han visto agobiadas por el alto costo de la construcción de sus hogares, la intensa demanda de viviendas y la escasez de profesionales competentes en el sector, lo que ha

resultado en una mayor cantidad de viviendas precarias o en alquiler (SENCICO, 2018).

La generación de residuos a partir de la demolición de estructuras de concreto armado representa un desafío considerable, principalmente en lo que respecta a la instalación de techos y la división de espacios, salvo en lo que refiere a la aplicación de cemento y aditivos que buscan acelerar o mejorar los edificios existentes debido al uso excesivo de agua dulce (Rondón, 2016).

A la luz de lo anterior, se propone este proyecto con el objetivo de integrar panel aislante estructural en una edificación de cuatro niveles, con la intención de optimizar su comportamiento estructural frente a eventos sísmicos en Yanag, Huánuco, para el año 2024.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cómo se realizará la evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo se realizará el modelamiento en el software ETABS de una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?

- ¿Cómo se determinará las fuerzas sísmicas presentes en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?

- ¿Cómo se determinará las derivas de entrepiso en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Realizar la evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el modelamiento en el software ETABS de una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.
- Determinar las fuerzas sísmicas presentes en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.
- Determinar las derivas de entrepiso en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Este trabajo está centrado en los hallazgos conceptuales permitirá entender tanto los beneficios como los inconvenientes del empleo de paneles aislantes estructurales en construcciones de cuatro niveles. Es importante considerar que se deben adherir a todas las regulaciones establecidas en la RNE, tales como la norma E030 referente al diseño sismorresistente y la norma E060 que aborda el concreto armado.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Este análisis es crucial debido a la indispensabilidad de reforzar la protección de las casas ante potenciales temblores en el futuro. Huánuco se localiza en la segunda zona sísmica, en la cual se presenta una amenaza elevada de terremotos y se han registrado temblores recientemente. Este fenómeno no solo afecta a las ciudades costeras, sino también a la urbe de Huánuco. La presente propuesta busca presentar el desarrollo de un proceso de panel aislante estructural y, al

mismo tiempo, ofrece una respuesta rápida al desafío de las contaminaciones ambientales abordándolo de manera proactiva. Este proyecto surge como una alternativa viable para contrarrestar la contaminación inevitable que generan las construcciones realizadas con materias primas nobles, estructuras secas y sin aditivos perjudiciales ni excesos en su ejecución.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Esta investigación ofrecerá valiosas perspectivas con fines de estudios locales futuros relacionados con el diseño de construcciones lo cuales utilizan panel aislante. Asimismo, se usó el ETABS para analizar y realizar estructuras con relación a la normativa nacional de construcciones, tales como la E030 la cual es resistente a sismos y E060 referente al armado de concreto. Se anticipa que el estudio será de gran utilidad para el desarrollo de futuros estudios con respecto al diseño antisísmico de casas que incorporen panel aislante estructural.

1.5. LIMITACIONES

Los obstáculos identificados en el trabajo incluyen la escasez de investigaciones de este tipo en Huánuco, especialmente aquellas centradas en el diseño estructural utilizando paneles aislantes. Además, el aspecto financiero podría representar un obstáculo para el desarrollo de la investigación, dado que la licencia del software ETABS resulta ser bastante cara; por ende, se tomará la decisión de utilizar una versión más económica.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se llevó a cabo sin inconvenientes, debido a la disponibilidad de recursos logísticos que facilitaron análisis más detallados sobre la evaluación de un proceso de construcción utilizando paneles aislantes estructurales. Esto permitió acceder a los recursos técnicos necesarios para recopilar los datos pertinentes. Además, se dispuso de los fondos económicos requeridos para atender diversas necesidades, así como de un equipo humano calificado que proporcionó una guía más precisa y eficiente durante el desarrollo de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Quichimbo y Valdez (2024), nos dice en su trabajo titulado “Análisis del desempeño estructural en una estructura de hormigón armado con sistemas de disipación sísmica”, presentada a la Universidad Politécnica Salesiana, la cual tiene como objetivo estudiar una parte de la estructura edificada y armada con disipador sísmico, empleando un programa de elemento finito, para señalar si las estructuras están idóneas para la disipación de ondas sísmicas. Debido a que en las últimas épocas del año se han evidenciado movimientos de gran escala provocando muchas catástrofes infraestructurales lo cual ha conllevado a muchas complicaciones en Ecuador, el que, es de por sí un país que tiene una alta probabilidad sísmica. Lo que ha conllevado a muchas personas que se salgan de su residencia por motivos de derrumbe de vivienda o por el miedo a que se dé alguna réplica, esto generó una alteración muy frustrante para el gobierno como para la población ecuatoriana. De esta tesis se llegó a las siguientes conclusiones: que la promulgación de disipador sísmico es un plan altamente afectivo para, mejorar la seguridad y resistencia de los habitantes. Comprobada en dos casos en el año 2016 con una magnitud sistemática de 7.7 y en el año 1906 con una magnitud de 8.8, además de ser avaladas por estudios especializados y estructurales.

Alarcón (2022), en su trabajo de investigación titulado “Análisis de los elementos estructurales utilizados en el diseño de una edificación de dos pisos con un sistema estructural liviano (Steel framing)”, Presentada a la Universidad técnica de Ambato, tiene como fundamento principal efectuar un trabajo empírico y de diseños estructurales de la propiedad mecánica del componente estructurado de una construcción proyectada con un sistema estructural liviano. Debido a las demandas sísmicas que

están sometidos en el país, el sector de construcción reclama modernizar el sistema constructivo utilizado, en especial para la sección de edificación residencial, con el propósito de hacer nuevo proceso de construcción con menor alteración al ambiente y a la vez con una mejor resistencia sísmica que proteja el bienestar de los habitantes. Este trabajo se concluye indicando que los elementos que conforman al Steel framing cumple con el requisito mecánico gestionado por la norma de diseño de estructura y su uso es recomendable para las edificaciones, así mismo considerando la calidad buena de los materiales que son usados para la elaboración de esta clase de perfil siendo empleados en esta estructura de construcción. Así mismo es de suma importancia destaca los beneficios de este sistema con relación a su componente, avance y buena práctica ambiental en todo el desarrollo de construcción.

Páramo y Villegas (2021), nos mencionan en su investigación titulada “Estudio del desempeño sísmico y mejoramiento estructural de las viviendas de emergencia techo en las localidades ciudad Bolívar y Usme de Bogotá”, presentada en la universidad Católica de Colombia, su función principal es estimar la recuperación de viviendas que están en emergencias echas por la fundación de Techo tras un movimiento sísmico en la localidad de ciudad Bolívar teniendo en cuenta las distintas opciones de mejora, Techo es una institución que fue implementada mediante la identificación de eventos de extrema pobreza las cuales fueron ocasionando desenlaces de viviendas provisionales, de tal modo que en el año 2002 se realizó el desarrollo de esta clase de ayuda y se inició a abastecer a la gente más vulnerable, si bien es cierto esta institución ayuda con la implementación de casa; sin embargo, no se sabe si tiene las suficiente seguridad habitacional ante cambios climatológicos y sísmicos. Esta investigación tiene como evidente resultado que esta organización no tiene las adecuadas estructuras ante algún acontecimiento sísmico, de tal manera que no consta con el requerimiento de la estructura ante movimientos generado en el suelo, sin embargo, también se evidenció una opción que se basa en arriostrar ayudando a un mejor desempeño estructural plasmando una alternativa

para el cambio de la misma teniendo en cuenta al movimiento sísmico de la zona.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

En la investigación del 2019 titulada “Evaluación de un proceso constructivo implementando paneles con poliuretano para viviendas temporales en el distrito de Chiclayo – Lima”, presentada a la Universidad César Vallejo, Olazábal se propone examinar las características de panel de poliuretano en relación con la normativa EM110 y E030, con el fin de evaluar su idoneidad en edificación de vivienda temporal. Asimismo, ofrece recomendaciones a fin de desarrollar esta estructura y la construcción de estas viviendas. Las conclusiones extraídas de esta investigación son las siguientes: las pruebas realizadas y los datos obtenidos de los certificados de diferentes fabricantes de planchas de poliuretano indican que estos materiales destacan por sus propiedades térmicas. Los paneles que poseen un aislamiento nominal de 0,035 w/mk (Watts y por metro Kelvin) logran una combinación óptima de bajo peso y eficiencia estructural. Este enfoque resulta ser una alternativa viable para la construcción de casas en el distrito de Chiclayo que forma parte de Lima. La utilización de paneles de poliuretano en procesos constructivos se ha evidenciado como una opción económica y de rápida implementación para la edificación de viviendas, siempre bajo la adecuada supervisión y asesoría técnica.

Rojas (2018), en su investigación titulada “Propuesta para la construcción de viviendas unifamiliares de tres niveles utilizando un sistema de paneles aislantes estructurales en la ciudad de Puno”, defendida ante la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, tiene como propósito abordar la difícil decisión inicial, creando para el distrito urbano de Puno hogares seguros ante potenciales sismos, equipados con protección adecuada. Se busca lograr un impacto ambiental mínimo durante la etapa de construcción y no descuidar la vigilancia en dicho proceso. Esto beneficiará a las familias al proporcionarles residencias que sean sostenibles, profesionales y respetuosas con el medio ambiente a lo largo de su edificación, a la par que se tiene en cuenta su

respetable trayectoria. Este estudio ha llegado a las siguientes conclusiones: se ha registrado que el uso de agua potable ha sido prácticamente inexistente en casi todo el proceso constructivo, exceptuando el trabajo con ladrillos básicos en donde se necesita, aunque su uso está protegido por un diseño mixto. Este recurso se emplea únicamente en este aspecto específico, permitiendo así generar una obra más limpia y reducir la contaminación durante la construcción. Adicionalmente, se comentan las repercusiones de cables y otros elementos, que afectan tanto directa como indirectamente al entorno de la comunidad. Sin embargo, este problema no se presenta con el sistema de paneles aislantes estructurales, que está diseñado para minimizar el impacto ambiental en su ejecución.

Johann Cárdenas (2019), en su investigación titulada “Análisis estructural comparativo entre el sistema de paneles sándwich y el sistema de entramados de madera usados como módulo temporal de vivienda en la costa norte del Perú” de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos se propone desarrollar módulos de vivienda temporal (MTV). Este estudio considera tanto las condiciones térmicas como ambientales de la zona. Entre las principales conclusiones, se destaca que, dado el corto periodo de tiempo relevante para las dos opciones, se incorpora en el diseño el impacto de la tensión sísmica flexible conforme al espectro de TRGS E. 030. El sistema de panel sándwich posee un peso noble de 120,00 kg/m², mientras que el sistema de entramados de madera alcanza un peso de 165,50 kg/m². Esto permite evaluar los efectos de la acción sísmica, donde la fuerza del viento actúa como la carga horizontal principal sobre los materiales. Ambos sistemas constructivos presentan breves períodos de vibración primaria en las direcciones X e Y, con valores que están muy próximos al límite del 38% establecido en la norma E. 030.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

No se encontraron antecedentes locales.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 CARGAS ESTRUCTURALES

Carga viva repartida del piso:

Se emplearán las cifras que serán mencionadas en la Tabla 1, las cuales tendrán algunos márgenes usuales de impacto.

Tabla 1

Carga viva mínima según uso

OCUPACIONES O USOS	CARGA REPARTIDA Kpa (Kgf/m ²)
Almacenes	5 (500)
Baño	3 (300)
Biblioteca	400 (400)
Sala de lectura	3 (300)
Sala de almacén con estante fijo	7,5 (750)
Corredor y escalera	4 (400)
Aula	2,5 (250)
Taller	3,5 (350)
Auditorio, Gimnasio, entre otros.	De acuerdo a lugares de asamblea
Laboratorio	3 (300)
Corredor y escalera	4 (400)
Celda y zona de dormitorios	2 (200)
Zona pública	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredor y escalera	4 (400)
Con asientos fijos	3 (300)
asiento movable	4 (400)
salón de baile, restaurante, museo, gimnasio y vestíbulo de teatro y cine	4 (400)
Gradería y tribuna	5 (500)
Corredor y escalera	5 (500)
Exceptuado de sala de archivos	2,5 (250)
Sala de archivos	5 (500)
sala de computadoras	2,5 (250)
Corredor y escalera	4 (400)
Vestidor	2 (200)
Escenarios	7,5 (750)
Zona pública	De acuerdo a lugares de asamblea
Tienda	5 (500)
Corredor y escalera	5 (500)
Vivienda	2 (200)
Corredor y escalera	2 (200)

Nota. Norma E030 – 2019.

Tabiquería Móvil:

a) El pavimento de los tabiques

El piso de tabiques se introducirá como una carga dividida equitativamente por m^2 , con un equivalente mínimo de 0,50 kPa, mientras que para segmentaciones ligeras serán de 1,0 kPa (100 kgf/m²) para divisiones móviles de altura completa. Ni bien esta realizado el diseño, tiene que colocar atención, tanto en las segmentaciones como en el plano de arquitectura. (Norma E., 020)

b) Cargas Vivas:

(Norma E., 020) siempre que se habla de este tipo de carga se hace mención aquellas cargas sujetas a circunstancias climáticas. En tal caso para esta tesis se estimará techos máximos de 3° con relación a una horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).

c) Cargas Muertas:

(Norma E., 020) conforme a lo que nos dice sobre este tipo de carga, hace alusión a aquellas cargas que especialmente consideran tanto el material como su peso, el cual tiene como función principal el soporte adecuado en la construcción. De tal modo los pesos de cada material para la edificación serán reflejados en la siguiente tabla, pero se debe tener en cuenta que antes de realizar el levantamiento se debe hacer un estudio indicado tanto el diseño como los datos base de la construcción.

Tabla 2*Pesos de los materiales de construcción*

PESO UNITARIO	
MATERIAL	PESOS (KG / m ²)
Losas aligeradas (h=20cm)	300
Losas aligeradas (h=25cm)	350
Pisos terminados	100
Acabados	100
Tabiquerías móviles	120
Albañilerías ladrillos sólidos	1800
Albañilerías ladrillos huecos	1350

Nota. Norma E030

2.2.2 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

Entre los criterios más resaltantes e importantes tenemos, La cohesión, esta es utilizada para medir la resistencia del suelo contra la fuerza de cizallamiento, Estructura, se interpreta al aspecto del suelo al momento en el que se relaciona con el agregado, esta combinación está muy enlazado con la estructura y aspectos físicos del suelo. Textura, se relaciona con la homogeneidad y afinamiento del suelo, al igual que la dimensión de cada partícula incluida en el. Consistencia, se entiende como el grado de conformidad entre el suelo y la solidez frente a la deformidad o segregación de las mismas. (Reátegui, 2013).

Fenómenos Capilares

El diseño de un suelo posee capacidades específicas para conservar el agua en el interior de agregados de tal manera que accede a su traslado mediante sus poros, asiendo de ellos una traslación más apresurada (Cruz, 2016, pág. 54).

(Braja, 2001). Las potencias esenciales que persuaden el agua durante el suelo o rocas es la fuerza molecular y gravedad. la fuerza molecular radica cuando partícula molecular del agua se atrae en medio de la superficie pequeña de la pared adyacente del suelo o de la roca, que también se le llama tubo capilar. La gravedad se le conoce como aquel impulso que favorece a la infiltración del agua al suelo,

penetrándose y transportándose a larga distancia de manera horizontal incluso a hasta las superficies más bajas donde brotan a modo de ríos, manantiales o pantanos.

Sin embargo, en ocasiones es beneficioso y recomendable elaborar barrera de prevención. Esta actividad se fundamenta en colocar en medio del suelo y la base una lámina impermeable de material con el propósito de desintegrar la malla capilar en la transmisión del suelo a los componentes de construcción. De tal manera que mientras más delgados sean las zonas dejadas en el material mucho más será la subida del agua de tal manera que al emplear hormigón o grava grandes, se dejen zonas más grandes lo que conllevará a imposibilitar el ascenso de agua. (Fernández, 2008).

Elasticidad

Un material tiene elasticidad siempre y cuando vuelva a la estructura y perfil inicial luego de comprimirlo o estirarlo (a no ser que al momento de aplicar el impacto este quede totalmente deformado). En gran mayoría los materiales poseen algo de elasticidad hasta un determinado punto, y la elasticidad agregada de aspectos simétricos es pieza de la elasticidad del material. Es por eso que una forma de calcular el modelo elástico ya sea para cualquier objeto sólido como resultado a trabajos del suelo, comprensión o elasticidad deben seguir estas pautas:

- Al momento en que se pone una capacidad de contracción al suelo la alteración debe resultar plástica, elástica y comprensiva.
- La alteración elástica provocará un bulto con pocas variaciones de porosidad de tal manera que el material se recuperará al momento en que se retire la tensión.

(Ryczkowsky, 2015).

Compresibilidad

Es el nivel en el que la masa del suelo reduce su volumen mediante el impacto de la carga. Dicho acontecimiento es de probabilidad baja para aquel suelo de textura grande, ya que este tipo de suelos poseen

una reducida combinación entre sus partículas, a medida que incrementa la porción de las partículas pequeñas y va llegando al punto máximo de los suelos de grano fino que tiene compuesto orgánico, como por ejemplo la arena y grava que son básicamente impenetrables, ya que si se llegasen a presionar este tipo de material no se llega a realizar nada de cambios relevantes, por el contrario, tenemos a la arcilla que es comprimible, y como resultado se tendría una disminución de su volumen que o será recuperada de manera rápida.

Permeabilidad

Se considera que un material tiene características de transparencia cuando tiene poros y espacios vacíos en su estructura. Esto se aplica no solo a rocas granulares en buen estado, como el concreto, sino a todos los tipos de suelos, que también presentan esta condición. Todos estos materiales poseen propiedades que permiten el paso del agua; por lo tanto, la capacidad de filtración del agua a través de arena o concreto limpio se manifiesta en diferentes niveles (Garibay, 2006). Investigaciones prácticas han evidenciado que la permeabilidad del suelo, entendida como su habilidad para permitir el desplazamiento de agua bajo presión, así como la capilaridad, que se refiere a la atracción o retención del agua por encima del nivel freático, pueden verse modificadas por numerosos factores. Estos factores son: la variación en fracciones, el tamaño y la disposición de las partículas, el grado de saturación y la estructura del suelo. Es evidente que la permeabilidad de un suelo específico está influenciada por la densidad de su compactación, ya que esto impacta directamente en el tamaño de sus poros (Garibay, 2006).

Los suelos pueden clasificarse en tres categorías, que se dividen en dos grupos en función de sus niveles de rendimiento. Si este rendimiento es inferior al 50%, es decir, en el caso de suelos con baja o moderada compresibilidad, se añade una L (baja compresibilidad) al símbolo general.

Las pruebas de clasificación y caracterización de suelos resultan beneficiosas para recopilar datos sobre las propiedades generales del suelo y para determinar su potencial de modificación a través de técnicas de mejoramiento y su adecuación como material de relleno (Capote, 2010, pág. 21). En términos sencillos, los suelos de grano fino pueden presentarse en diversos estados según la cantidad de agua que contengan. Al agregar agua a un suelo seco, las partículas son recubiertas por una película de agua que se absorbe. Con la adición de más agua, las partículas se agrupan y se enlazan con mayor facilidad. Si la cantidad de agua sigue incrementándose hasta alcanzar una mezcla homogénea entre tierra y agua, el suelo adoptará una consistencia líquida (Capote, 2010).

De este modo, los suelos han experimentado varias fases específicas al pasar del estado sólido: sólido, semi plástico, plástico, líquido viscoso y suspensión en líquido.

El índice de plasticidad se describe como una medida de la capacidad del suelo para deformarse bajo la influencia de una carga, y se determina restando el límite de plasticidad del límite elástico. Un alto índice de plasticidad indica que el suelo puede retener una abundante cantidad de agua antes de transformarse de un estado semisólido a uno líquido. Sin embargo, los suelos con un alto contenido de limo y arcilla, es decir, aquellos que cuentan con un índice de plasticidad mayor al 20%, son extremadamente sensibles a modificaciones en su contenido de humedad.

Cada símbolo cuenta con una explicación asociada, salvo el caso de Pt(turba). Antes de realizar la clasificación del suelo, es necesario determinar las dimensiones de las partículas a través de procesos como el tamizado u otros enfoques análogos. Este método es igualmente conocido como Sistema de Clasificación del Campo de Aviación desarrollado por A. Casagrande a principios de 19402.

Simetría

La simetría estructural se manifiesta cuando el centro de rigidez está alineado con el centro de masa. Esta simetría tiene como objetivo reducir los costos asociados con la excentricidad, lo que ayuda a prevenir la acumulación de tensiones y torsiones. Al comenzar la construcción en el sótano, se optó por una configuración irregular que permitiera la colaboración de las paredes perimetrales del sótano, además de que el diseño de los niveles superiores no era idóneo para una conexión sísmica. (RNE, NORMA E. 030, 2019)

Densidad de la estructura en planta

La narrativa que sustenta la obra es la que debe sostener su carga lateral y la resistencia al corte que caracterizan a las mejores narrativas. Sin embargo, es en esta perspectiva que los principios arquitectónicos requieren la remoción del mayor volumen de material posible. En el caso del edificio examinado, se contempló que el aparcamiento se ubica en el nivel del sótano, el cual, al estar rodeado de tierra en sus laterales, no está sometido a fuerzas por movimientos sísmicos. Por consiguiente, se comprobó que la planta del primer piso contara con una cantidad adecuada de muros de corte, que proporcionan la rigidez esencial a la estructura. (RNE, NORMA E. 030, 2019)

Continuidad

El levantamiento constante de la estructura regula la firmeza de cada nivel, previniendo situaciones de pisos débiles y acumulaciones de esfuerzo. En los casos analizados, se ha procurado, en la medida de lo factible, situar los elementos estructurales verticales (columnas y muros de corte) en áreas que ofrezcan continuidad a través de todas las plantas. Para lograr una estructura que sea continua y equilibrada, es necesario llevar a cabo ajustes sutiles en las características arquitectónicas. (NORMA E. 030, 2019)

Ductilidad

La edificación necesita una configuración adaptable que permita dispersar la energía generada por temblores mediante la deformación plástica. No debe exceder el límite de resistencia o deterioro. Esta pauta es esencial en la fase de diseño del concreto reforzado. Así, cualquier alteración en la ductilidad en cualquiera de sus partes provocará un funcionamiento diferente al que los análisis estructurales habían anticipado. (RNE, NORMA E. 030, 2019)

Deformaciones Limitadas

Para mejorar la fase de diseño, se ha comprobado que se distribuyen los recursos estructurales a un nivel más alto de hiperestaticidad. Esto implica que los recursos requieren menos mano de obra, lo que se traduce en un menor uso de acero y, en consecuencia, en un costo reducido. (RNE, Instrucción E. 030, 2019)

Inclusión de líneas sucesivas de resistencia

Para mejorar la fase de diseño, se ha comprobado que se distribuyen los recursos estructurales a un nivel más alto de hiperestaticidad. Esto implica que los recursos requieren menos mano de obra, lo que se traduce en un menor uso de acero y, en consecuencia, en un costo reducido. (RNE, Instrucción E. 030, 2019)

Al analizar los criterios de estructuración previamente mencionados, arios autores sugieren también considerar las siguientes características dentro de la estructura: (i) Evaluar las condiciones locales, (ii) Establecer un diafragma que sea uniforme y robusto, y, (iii) Aplicar buenas prácticas en los trabajos de construcción.

2.2.3 PREDIMENSIONAMIENTO

La fase de predimensionamiento tiene lugar tras establecer la configuración de la estructura. Para llevar a cabo esto, se cuenta con diversas colaboraciones que ayudan a definir las dimensiones de los

elementos estructurales, maximizando así su potencial de resiliencia. (NORMA E. 030, 2019).

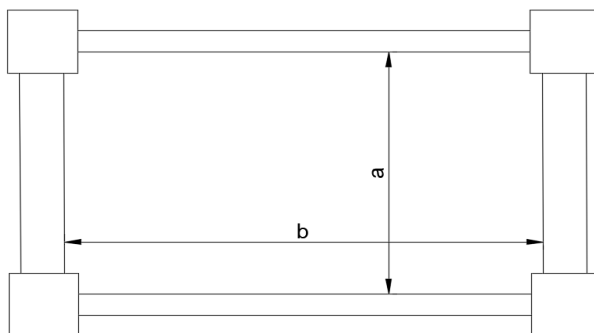
LOSAS

Según la norma E. 030 del año 2019, en el proceso de diseño se ha decidido implementar una losa aligerada de tipo bidireccional, dado el elevado número de vanos en las losas. La edificación emplea ladrillos industriales elaborados a partir de arcilla calcinada, con un ancho de 30 cm. Dado que se cuenta con estacionamientos en el nivel inferior y el espacio entre columnas es restringido, se optó por la inclusión de paneles de gran luz, lo que hace que las losas unidireccionales no sean una opción viable. Por tal razón, se determinó el uso de losas bidireccionales con un espesor de 20 cm.

$$h \geq \frac{\text{perímetro}}{180}$$

Figura 1

Predimensionamiento de losa aligerada



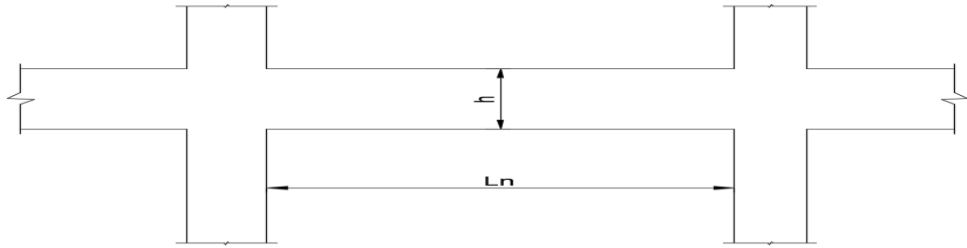
Nota. Norma E030 (2019).

VIGAS

(NORMA E. 030, 2019) Con el fin de maximizar la eficiencia y el rendimiento de las vigas, se sugirió realizar un predimensionamiento basado en el tipo de carga que cada viga enfrentará, ya que cada carga implica una interacción única.

Figura 2

Predimensionamiento de viga peraltada



Nota. Norma E030 (2019).

Viga sin carga sísmica

(NORMA E. 030, 2019) El nivel del sótano no experimenta carga sísmica, dado que está semi enterrado en el terreno y actúa como un soporte fijo:

$$h \geq L_n/13$$

Viga con carga sísmica

(NORMA E. 030, 2019) Las estructuras en la superficie están expuestas tanto a fuerzas sísmicas como a cargas gravitacionales, lo que hace necesario proporcionar un mayor peralte en estas vigas. De esta manera, las dimensiones de las vigas según este criterio convergerán en la interacción siguiente:

$$h \geq L_n/11$$

COLUMNAS

(NORMA E. 030, 2019) La fórmula más comúnmente empleada para el diseño preliminar de columnas se fundamenta en la carga axial que opera y la capacidad de compresión del concreto. Esto implica calcular el esfuerzo resultante de la fuerza gravitacional. Similar a lo que ocurre con las vigas, se sugieren dos criterios para llevar a cabo la predimensión de las columnas:

$$A_{col} - e = \frac{P_{Servicio}}{0.35f'_c}$$

Este tipo de columnas presenta un área tributaria mayor en comparación con las columnas externas, lo que significa que deben soportar cargas axiales más elevadas. Al encontrarse en el interior, los brazos de la fuerza sísmica que actúan hacia el centro de rigidez son de menor tamaño, resultando en momentos sísmicos más reducidos que los que experimentan las columnas externas. En consecuencia, las medidas de este tipo de columna se ajustarán a la relación siguiente: (NORMA E. 030, 2019)

$$A_{col-i} = \frac{P_{Servicio}}{0,450f'_c}$$

METRADOS DE CARGAS

(NORMA E.030, 2019) Antes de iniciar la etapa de análisis estructural, es fundamental definir las cargas que influirán en la composición. Luego, se especifican las cargas empleadas de acuerdo con la normativa E020.

CARGA MUERTA

(NORMA E. 030, 2019) El peso muerto consiste principalmente en la masa efectiva de los elementos que conforman la edificación y aquellos que debe soportar. Aquí se incluyen los recursos estructurales, tales como vigas y losas, así como tabiques permanentes y el acabado del suelo.

De acuerdo con la normativa E020, se tomaron en cuenta las siguientes cargas:

- Peso de concreto armado de los elementos estructurales equivalente a 2.400 Tn/m³
- Peso de losa aligerada, bidireccionales h=20cm equivalente a 0.393 Tn/m².
- Peso de tabiques en soga con revoque equivalente a 0.285 Tn/m².
- Peso de pisos acabados equivalente a 0.100 Tn/m².

CARGA VIVA

(NORMA E. 030, 2019) La carga viva se refiere a aquellas fuerzas que surgen del uso o la ocupación de una estructura, y que incluyen a personas, elementos móviles o particiones que puedan moverse de lugar. Estas cargas suelen actuar durante cortos intervalos en la vida útil de la estructura. Asimismo, están asociadas a los efectos que generan. Debido a la dificultad para valorarlas, de acuerdo con normativas, se considera que estas cargas distribuyen por toda la superficie del suelo de manera uniforme, aunque en ciertas ocasiones pueden estar concentradas en específicas áreas.

2.2.4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

Conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones del 2019, se deberán considerar los siguientes lineamientos:

Tabla 3

Concepto estructural

Simetrías	En las distribuciones de masa como de dureza
Pesos mínimos	En piso alto
Selecciones y usos	Usos adecuados del material
Resistencias	Frentes a la carga lateral
Continuidades	Tanto en planta como en altura
Ductilidades	Capacidades de formaciones de las estructuras
Deformadas	limitadas
Condición local	Consideraciones de la condición local
Supervisiones	Supervisiones estructurales rigurosas

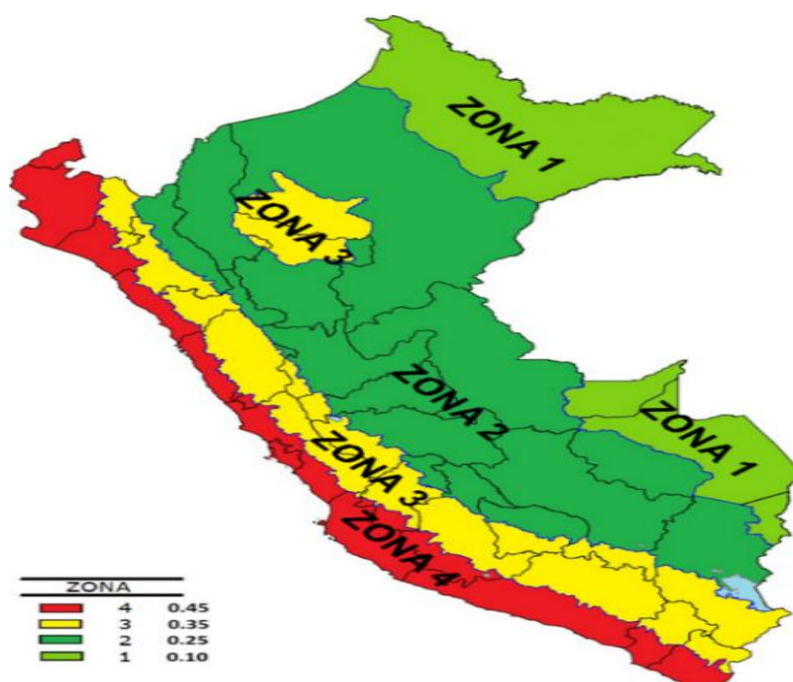
Norma. Norma E030 (2019).

a) Zonificación

De acuerdo con la normativa E030 del año 2019, al llevar a cabo el análisis enfocado en la resistencia sísmica, es necesario considerar los siguientes aspectos.

Figura 3

Zonificación sísmica



Nota. Norma E030 (2019).

b) Parámetros de Sitio

Conforme a la norma E030 de 2019, se deben considerar los siguientes criterios para realizar un análisis enfocado en la resistencia sísmica.

Tabla 4

Factores de los suelos

FACTORES DE LOS SUELOS (S)				
SUELOS	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1.0	1.05	1.1
Z3	0.8	1.0	1.15	1.2
Z2	0.8	1.0	1.2	1.4
Z1	0.8	1.0	1.6	2.0

Nota. Norma E030 (2019).

Tabla 5

Periodo TP y TL

PERIODO TP Y TL				
perfiles del suelo				
	S0	S1	S2	S3
TP(s)	0.3	0.4	0.6	1
TL(s)	3	2.5	2	1.6

Nota. Norma E030 (2019).

c) Elemento de Amplificación Sísmica

Esta componente representa el alargamiento causado por la transmisión de la aceleración del suelo a la estructura y está definida por:

$$T < T_P; C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L; C = 2.5 \times \frac{T_P}{T}$$

$$T > T_L; C = 2.5 \times \frac{T_P \times T_L}{T^2}$$

d) Categoría de la edificación y factor de uso

De acuerdo con la norma E030 (2019), se deben considerar los siguientes criterios para el análisis sismorresistente.

Tabla 6

Factores de usos

CATEGORIAS DE EFIFICACIONES Y FACTORES		
CATEGORIAS	DESCRIPCIONES	FACTOR U
C Edificación	Edificación común tal como: viviendas, oficina, hotel, restaurantes, depósito e instalación industrial la cual no abarque peligro adicional como incendio o fuga de contaminante	1

Nota. Norma E030 (2019).

e) Sistema Estructural y Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (Ro)

El significativo coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas (R_0) simboliza la ductilidad que la estructura brinda frente a un suceso sísmico, permitiendo así efectuar un diseño en consonancia con la filosofía de diseño sísmico.

La funcionalidad se mantiene en el material de la estructura y el sistema estructural sísmico predominante en cada dirección del análisis sísmico. Para el lugar de estudio, todos los materiales de edificación son de concreto armado y el método de construcción sísmica predominante en la estructura es el de paredes de carga; como se muestra según la Tabla N° 7 de la NTE E030.

Tabla 7
Sistema Estructural

Sistemas Estructurales	Coeficientes Básicos de Reducciones R_0 (*)
Aceros:	
vestíbulos distintivo Resistente a Ocasiones (SMF)	9
vestíbulos distintivo Resistente a Ocasiones (IMF)	6
vestíbulos distintivo Resistente a Ocasiones (OMF)	7
vestíbulos distintivos Concéntricamente Arriostrado (SCBF)	9
vestíbulos distintivos Concéntricamente Arriostrado (OCBF)	7
vestíbulos Excéntrica mentes Arriostrados (EBF)	9
Concreto Armado:	
Pórtico	8
Duales	7
muro estructural	6
Muro de ductilidades limitadas	4
Albañilerías Armadas Confiadas	3
Maderas	7

Nota. Norma E030 (2019).

f) Factores de Irregularidad

De acuerdo con la norma E030 (2019), se deben considerar los siguientes criterios para el análisis sismorresistente:

Tabla 8

Factores de Irregularidades estructurales en las alturas

IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN LAS ALTURAS	Factores de irregularidades la
Irregularidades de la firmeza – Pisos blandos Existen irregularidades de la firmeza donde, en cualquier caso, la dirección de estudio, las distorsiones de los entrepisos sean mayores al 1,4 el valor correspondiente de los entrepisos inmediatos superiores, es más de 1,25 los promedios de la distorsión del entrepiso en el nivel superior. Las distorsiones de los entrepisos se calcularán como promedios de la distorsión en el extremo de los entrepisos. Irregularidad de las Resistencias - Pisos Débiles	0,75
Existen irregularidades de las resistencias cuando, en cualquier dirección de examen, las resistencias de los entrepisos frentes a la fuerza cortante es menor a 80% de las resistencias de entrepisos inmediatos superiores. Irregularidades Extremos de dureza Se estima que hay irregularidades extremas en la dureza en el momento, en que alguna de la dirección de estudio, las distorsionan de los entrepisos (deriva) siendo esta superior que 1,6 el valor que corresponde a los valores de los entrepisos inmediatos superiores, o en otro caso sea superior al 1,4 de promedio de las distorsiones de los entrepisos en los niveles superiores adyacentes. Las distorsiones de los entrepisos se podrán calcular mediante los promedios de la distorsión en el extremo de entrepisos. Las Irregularidades Extremas de Resistencias	0,5
Existen irregularidades extremas de resistencias en el momento, en el que cualquier de la dirección del análisis, las resistencias de los entrepisos delante de la fuerza cortante son inferior al 65% de las resistencias de los entrepisos inmediatos superiores. Irregularidades de Masas o Pesos Se tienen irregularidades de las masas (o pesos) mediante los pesos de los pisos, determinados según los numerales 4,3, son mayores que el 1,5 de los pesos de los pisos adyacentes. Estos criterios no se aplican en azotea ni sótano	0,9
Irregularidades Geométricas Verticales dichas configuraciones son irregularidades cuando, en cualquiera de la dirección de los exámenes, las dimensiones de plantas de las estructuras resistentes a carga lateral son mayores que 1,3, las correspondientes dimensiones en los pisos adyacentes. Estos criterios no se pueden aplicar en azotea ni en sótano.	0,9

Nota. Norma E030 (2019).

Tabla 9

Factores de las Irregularidades estructurales en las plantas

IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN LAPLANTA	Factores de Irregularidades Ip
Irregularidades Torsionales Existen irregularidades torsionales en el momento, Que, en cualquiera de la dirección del análisis, el límite de desplazamientos relativos de los entresijos extremos de los edificios, calculando incluye excentricidades accidentales, la cual es más de 1,2 vez los desplazamientos relativos de los centros de la masa de los mismos entresijos sea las mismas condiciones de cargas (ACM). Esta regla es aplicada en edificio con diafragma rígido y sólo si los máximos desplazamientos relativos de los entresijos son mayores que el 50% de los desplazamientos permisibles.	0,75
Irregularidades Torsionales Extremos Existen irregularidades torsionales extremos siempre que, en cualquier dirección del estudio, los máximos desplazamientos relativos de los entresijos en extremos de los edificios, calculando e incluyendo excentricidades accidentales máxima, es superior al 1,5 los desplazamientos relativos de los centros de la masa de los mismos entresijos para las mismas condiciones de carga (ACM). Estos criterios se aplican en el edificio con diafragma duros y siempre y cuando el límite de los desplazamientos relativos de los entresijos es más que el 50% de los desplazamientos permisibles	0,6
Esquina Entrante Las estructuras se califican mediante la irregularidad que tienen la esquina entrante cuyas dimensiones para las dos ubicaciones es mayor al 20% de correspondientes dimensiones totales en las plantas.	0,9
Discontinuidades de Diafragmas Las estructuras se califican de irregulares o regulares mediante el diafragma ya que tiene discontinuidad abrupta o variación importante en dureza, incluye abertura mayor al 50% de las áreas brutas de los diafragmas. De la misma manera existen irregularidades siempre que, cualquier piso y para cualquier dirección de estudio, se tienen algunas secciones transversales de los diafragmas con unas áreas netas resistentes menores que el 25% de las áreas de las secciones transversales totales de las mismas direcciones calculadas con dimensión totales de las plantas.	0,9
Sistema no Paralela Se consideran que existen irregularidades siempre que en cualquier dirección del estudio el elemento resistente a fuerza lateral no sea paralelo. No puede ser aplicado si el eje del pórtico y muro conforman ángulo menor a 30° y menos con el elemento no paralelo resistente menor al 10% de las fuerzas cortantes de los pisos.	0,85

Nota. Norma E030 (2019).

g) Restricciones de irregularidades

De acuerdo con la norma E030 (2019), se deben considerar los siguientes criterios para el análisis sismorresistente:

Tabla 10*Categorías y regularidades de la edificación*

CATEGORÍAS Y REGULARIDADES DE LA EDIFICACION		
Categorías de las Edificaciones	Zonas	Restricción
A1 y A2	4, 3 y 2	La irregularidad no está permitida
	1	La irregularidad extrema no está permitida
B	4, 3 y 2	La irregularidad extrema no está permitida
	1	Libre de restricción
C	4 y 3	La irregularidad extrema no está permitida
	2	La irregularidad extrema no está permitida con excepción de edificio de dos pisos y de ocho metros de la altura
	1	Sin restricciones

Nota. Norma E030 (2019).**h) Estimación del Peso (P):**

Según la norma E030 (2019), para el análisis sismorresistente se deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 11*Estimaciones de los pesos*

ESTIMACIONES DE PESOS
la edificación de la categoría A y B, solo utilizará el 50% de las cargas vivas.
la edificación de la categoría C, solo utilizará el 25% de las cargas vivas.
el depósito, tiene 80% de los pesos totales que se puede reservar.
la azotea y techo en generales se tomarán un 25 % de las cargas vivas
la estructura del tanque, silo y estructura similar se considera un 100% de cargas que pueden reservada.

Nota. Norma E030 (2019).

i) Panorama de Diseño

Además, denominado aceleración espectral, el espectro de diseño es una curva que se obtiene desde los valores de aceleración más altos que tienen la capacidad de perjudicar diversas edificaciones en funcionalidad, su sistema estructural, la actividad sísmica en la zona y las condiciones locales del terreno. La expresión siguiente se proporciona por la NTE E030 para determinar el espectro de diseño para todas las direcciones desde los distintos límites previamente mencionados.

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

j) Desplazamientos Relativos Admisibles

La legislación vigente limita el desplazamiento relativo (deriva) de la estructura dado que este implica un perjuicio generado en la construcción. Para que este perjuicio sea reparable, se sugiere establecer la deriva en función de los materiales esenciales de la edificación. construcción. La tabla N°12 presenta los desplazamientos relativos permitidos por NTE E030:

Tabla 12

Valores máximos de las distorsiones de entrepisos

Materiales Predominantes	($\Delta i / h_{ei}$)
Concretos armados	0,007
Aceros	0,01
Albañilerías	0,005
Maderas	0,01
Edificio de concretos armados con muro de ductilidades limitadas	0,005

Nota. Norma E030 (2019).

k) Fuerza Cortante Mínima

Esta norma dicta que, en caso de estructuras irregulares, el esfuerzo de corte en la planta baja no debe ser menor al 90% del esfuerzo de corte base en el análisis estático para cada dirección del análisis de terremoto. Además, si resulta imprescindible, se debe incrementar el resultado eliminando el desplazamiento y ejecutando al mínimo. Para las propiedades que se están estudiando, se determinan las fuerzas de corte base para el análisis estático utilizando las fórmulas establecidas por las normas:

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

l) Junta de Separación Sísmica

Para evitar el contacto entre edificaciones durante un sismo, es necesario que las construcciones se encuentren separadas por una distancia mínima conforme a una norma que determina la distancia de separación (s_j) en relación a la altura de la edificación (h), que en este caso es de 19.9 metros. Según la norma, $s_j = 0.006 h$, siempre que s_j exceda o sea equivalente a 0.03 metros. Para edificaciones próximas con una junta sísmica, la edificación debe mantenerse alejada de los límites de propiedad cercanos por una distancia que no sea inferior a $2/3$ del movimiento sísmico más elevado. Para la edificación en cuestión, se aconseja mantener una separación de 7cm respecto a los límites de propiedad de las construcciones contiguas en ambas direcciones.

m) Modos de Vibración de la Estructura

Una forma específica de vibración es la manera en que una estructura vibrará. La investigación modal dinámica emplea un procedimiento que determina tres modos para cada diafragma rígido preestablecido. La vibración global de la estructura se consigue a través de la mezcla de estos modos y la masa participativa en cada uno. La norma dicta que, para cada dirección, resulta imprescindible emplear al menos el 90% de la masa participativa acumulada.

n) Diagramas de Fuerzas

El propósito del análisis estructural de las cargas gravitatorias y sísmicas es adquirir el esquema de fuerzas, que se emplea para comenzar la etapa de diseño. En esta etapa, se establece el volumen y la disposición de la armadura de acero elemental en cada elemento estructural del hormigón armado. En la actualidad, el método de diseño más empleado en el sector industrial es el de última resistencia. Este procedimiento emplea elementos de amplificación de carga para fusionarlos en un esquema cubierto. Este procedimiento posibilita que la viga pueda resistir las cargas sin derrumbarse, incluso dentro de un rango inelástico.

2.2.5 Cimentaciones

Según su origen, los suelos presentan diversas características, que abarcan su textura, estructura y consistencia. La textura se refiere a la homogeneidad, suavidad y manera en que se presenta cada tamaño de grano en el suelo. En contraste, la estructura se ocupa de la organización global de las partículas del suelo, y está vinculada directamente a sus propiedades físicas y su textura. La fuerza de cohesión, en contraste, evalúa la efectividad de la unión entre las partículas del terreno y su resistencia ante influencias externas que podrían dividir o alterar la integridad de las masas de suelo. En la mecánica de suelos, el término consolidación se relaciona con la habilidad del suelo para soportar esfuerzos de corte, siendo fundamental en el diseño de estructuras que dependen de la cohesión del terreno, como bases, terraplenes o muros de contención (Reátegui, 2013).

Fenómeno capilar

Las propiedades capilares en la composición del suelo. Los espacios más amplios entre los granos permiten un desplazamiento veloz del agua, gracias a las características hídricas que poseen (Kruse, 2016, p. 54). Dos fuerzas fundamentales que regulan el movimiento del agua en el suelo y las rocas son la gravedad y la tensión molecular. El agua se infiltra en el sustrato, desciende, se dispersa lateralmente y

finalmente vuelve a aparecer en forma de arroyos, humedales o ríos, impulsada por la gravedad.

No obstante, se podría recomendar la implementación de una protección para el cabello. Para interrumpir la conexión capilar en el paso del suelo a las partes estructurales, este proceso implica colocar una capa de material entre la base y el terreno. Dicha capa puede estar compuesta de hormigón o grava de calidad inferior (Fernández, 2008, p. 121).

Flexible

De acuerdo con Ryzkowski (2015), se considera que un material presenta características elásticas si tiene la capacidad de comprimirse o alargarse y puede regresar a su forma y dimensiones iniciales. Esta afirmación se mantiene válida a menos que el material sufra una deformación permanente debido a fuerzas aplicadas o impactos. Casi todos los tipos de materiales exhiben un cierto nivel de flexibilidad, y las configuraciones geométricas pueden ofrecer una flexibilidad adicional, lo que aumenta la funcionalidad del objeto. Además, el módulo de elasticidad es la medida que relaciona la tensión con la deformación y se puede determinar para cualquier material sólido. En este contexto, se presentan a continuación los estándares que rigen los coeficientes de compresión y elasticidad en la mecánica de suelos. Por otro lado, las fuerzas de compresión que actúan sobre la superficie terrestre pueden ocasionar diversos tipos de deformaciones, incluyendo plásticas, elásticas y de compresión. Un ligero incremento en la porosidad puede inducir a la deformación elástica, lo que puede resultar en un abultamiento lateral, permitiendo al material restaurarse una vez que la tensión se elimina.

Compresibilidad

La disminución del volumen de un trozo de tierra al aplicarse una carga se denomina capacidad de compresión. En suelos de grano grueso, donde las partículas interactúan poco entre sí, este efecto es mínimo; sin embargo, a medida que se incrementa la cantidad de

partículas finas, su impacto se vuelve más notable. Los suelos con partículas finas y contenido orgánico son los más susceptibles a la compactación. Por ejemplo, materiales como la grava y la arena son prácticamente incompresibles, mientras que la arcilla húmeda tiene una alta compresibilidad y puede reducir su volumen de manera significativa al ser compactada, lo que permite la salida de humedad y aire. De acuerdo con la clasificación de la compactación del suelo, se puede dividir en baja compresibilidad (LL inferior a 30), compresibilidad media (LL entre 30 y 50), o alta compresibilidad (LL superior a 50) según el índice de plasticidad.

Permeabilidad

Un material se considera transparente si presenta cavidades y ranuras a lo largo de toda su extensión. Por supuesto, estos vacíos no solo se encuentran en rocas granulares sanas, como el concreto, sino también en todos los tipos de suelo. Todos estos materiales poseen características de permeabilidad al agua, lo que implica que el movimiento del agua a través de arenas o concreto puro está determinado por la profundidad (Garibay, 2006). Investigaciones prácticas y operativas han demostrado que diversas variables, tales como las proporciones, el tamaño y la distribución de las partículas, así como la saturación y la estructura del suelo, influyen en su permeabilidad, en su capacidad para transportar agua bajo presión y en sus propiedades capilares. Es evidente que el grado de compactación tiene un efecto significativo en la permeabilidad del suelo.

Esto se debe a que la dimensión de los poros en el suelo puede ser directamente afectada (Garibay, 2006). Cada uno de los tres tipos de suelo puede clasificarse en dos categorías basadas en sus propiedades. Si se encuentra por debajo del 50%, se considera una hora. Para suelos de baja o mediana compactación, se les asigna una L (baja compactación) al símbolo general. Los análisis de clasificación y caracterización de suelos son valiosos para adquirir información sobre las propiedades generales del suelo y para evaluar su susceptibilidad a tratamientos de restauración y propiedades adecuadas para el relleno

(Capote, 2010). Resumiendo, los suelos de grano fino pueden presentar diferentes estados en función de su contenido hídrico. Al añadir agua a un suelo seco, las partículas individuales absorben la humedad que las cubre. Con la adición de más agua, las moléculas de agua se acumulan, facilitando la cohesión entre las partículas del suelo.

Si se sigue añadiendo agua hasta que se forme una mezcla homogénea de tierra y líquido, la tierra comenzará a comportarse como un fluido. El suelo ha experimentado múltiples transformaciones, partiendo de su estado sólido y abarcando las fases como sólido, semi plástico, plástico, líquido viscoso y suspendido en un líquido.

El índice de rendimiento, que se calcula al restar el punto de rendimiento del punto de fluidez, indica la habilidad de un suelo para deformarse bajo presión. Un suelo con un alto índice de plasticidad puede retener una gran cantidad de agua antes de transitar de un estado semisólido a uno líquido. Sin embargo, los suelos compuestos por una elevada proporción de polvo y arcilla, o aquellos que poseen un índice de plasticidad que sobrepasa el 20%, son extremadamente susceptibles a variaciones en el contenido de humedad. Cada letra utilizada en la clasificación tiene una descripción asociada (exceptuando Pt o turba). Para efectuar la clasificación del suelo, es esencial determinar el tamaño de las partículas mediante el uso de un tamiz o técnicas equivalentes.

Proyecto de plataforma:

Las cargas sugeridas para el análisis de mantenimiento, con el fin de confirmar las fuerzas permitidas y evaluar las vigas de cimentación y su refuerzo, se determinan a través de un análisis de resistencia. Esta parte de una edificación está en contacto directo con el terreno y tiene la función de trasladar el peso de la estructura al suelo. Comúnmente, las columnas que soportan cargas son sostenidas por bases independientes. Asimismo, se mencionan cimientos robustos para muros de carga y columnas, donde las cimentaciones aisladas están tan cercanas entre sí que casi se tocan (Pacompía, 2016, pág. 26). La estratosfera del suelo que soporta la carga enfrenta diversas tensiones

y deformaciones que se generan a partir de las cargas que se transfieren desde la cimentación. Estas deformaciones son constantes y, cuando se suman, provocan el asentamiento entre la cimentación y el suelo (Capote, 2010, p. 57).

Las características del suelo en el que se levanta una vivienda tienen un efecto notable sobre el tipo y la magnitud de la cimentación necesaria, debido a la interacción con el suelo. Esto impacta de manera considerable en los costos operativos y en la duración del proceso constructivo de edificios y superestructuras. En resumen, comprender los fundamentos de cimentaciones y geomecánica es clave para construir residencias seguras y accesibles para las familias.

Diseño de Cimentaciones

Según Capote (2010), los procedimientos generales para el diseño de cimentaciones incluyen:

- a) Multiplicar por un factor de seguridad que ayude a disminuir la potencia de cálculo final. Se aplica un factor de confianza más alto cuando se tiene una menor certeza sobre las condiciones del subsuelo.
- b) Analizar el asentamiento esperado para cimientos que soportan cargas estáticas anticipadas y que poseen una capacidad portante limitada.
- c) Si el asentamiento se considera razonablemente aceptable, se procederá a calcular comparativamente los diferentes costos de manera adecuada, incluyendo el costo por metro cuadrado de la zona construida y el precio por tonelada de material por columna.
- d) Si no se encuentra una solución satisfactoria para el tipo de cimentación evaluado, se deben explorar otras opciones o alternativas.
- e) Se debe reducir la presión sobre los soportes, trasladar edificios, fortalecer el suelo, modificar la profundidad de la inspección y reforzar la superestructura.

Tipos de Cimentaciones

- a) Cimentación superficial que abarca cimentación simple, en tira, anclada y compensada.
- b) Cimentación profunda, que incluye pozos excavados (pilotes de fondo) así como diferentes tipos de pilotes hincados o in situ.

Cambiar altura

Se refiere a la distancia vertical que hay desde el suelo hasta el nivel más bajo de la cimentación. Sin embargo, se deben excluir las estructuras con sótanos. De acuerdo con Pedro L. Valles, 2019 E-050, la irregularidad de la superficie debe ser como mínimo de 0,80m.

Plataforma sobre plataforma

Es recomendable evitar edificar sobre basureros. Los vertederos se clasifican en dos tipos: limpios y gestionables, y aquellos que contienen contaminantes orgánicos (Agencia de Defensa, 2005).

- Vertedero limpio: este puede incluir tierra pura que consista en una combinación de grava, escombros, lodo, arena y restos de hormigón, excluyendo la materia orgánica. Tales materiales pueden ser compactados en capas y el proceso de compresión debe ser controlado de manera eficaz conforme a las normativas actuales.
- Vertedero con materia orgánica contaminante: este tipo de materiales es perjudicial y no debe utilizarse como justificación. Generalmente, estos residuos incluyen desechos orgánicos que tienen características nocivas, los cuales se descomponen con el tiempo, generando grandes cavidades y agujeros. En consecuencia, es imperativo retirar cualquier vertedero contaminado con materia orgánica antes de levantar una casa unifamiliar o un edificio de apartamentos. Si la profundidad no es excesiva, lo ideal es abstenerse de construir. Este tipo de situaciones puede tener repercusiones perjudiciales, e incluso mortales. Por dificultades ocasionadas por la humedad del subsuelo.

Los efectos predominantes de la humedad del suelo, causados por la acción capilar, son notables en la superficie. Esto conlleva altos gastos, dado que la mayor parte del presupuesto de una construcción se destina a los bienes inmuebles, y los daños son visibles a distintos niveles (Curotto, 2008, p. 39).

Se puede definir el agua subterránea como el nivel más elevado dentro de un acuífero donde la presión del agua alcanza un equilibrio con la presión atmosférica. Se pueden utilizar pozos abiertos, denominados manómetros, para medir los niveles de agua subterránea. Es fundamental perforar por debajo del nivel freático para evaluar la degradación, la presión negativa del terreno y el estado de los cimientos. Se pueden registrar los niveles de agua subterránea mediante un transductor piezoeléctrico, que es una cinta con un sensor en su extremo que señala el contacto con el agua. Este dispositivo no solo permite determinar la profundidad del agua subterránea, sino que también mide la piezoelectricidad, así como la presión intersticial en suelos saturados, lo cual es de gran utilidad en ingeniería geotécnica. Para medir los niveles de agua subterránea, se pueden emplear otros aparatos como líneas vibratorias, manómetros y transductores.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cargas Muertas:

En el contexto de la planificación ante sismos, la carga muerta se refiere al peso total de los elementos que permanecen fijos en la estructura durante su vida útil. Entre estos elementos se incluyen diversas estructuras y acabados. (RNE, NORMA E. 020)

Cargas Vivas:

El término carga útil se aplica al peso de los elementos o personas cuya posición cambia dentro de la edificación. Los valores especificados en la NTE E. 020 son utilizados para clasificar este peso de acuerdo con diferentes profesiones y usos. (RNE, NORMA E. 020)

Cargas viento:

Cuando se desarrolla un sistema de cerramiento, como un marco, se restringe el área de análisis en todas las direcciones donde se instale el cristal, la cubierta u otro tipo de cerramiento. (RNE, NORMA E. 020)

Cargas Sismo:

Es conocido que el movimiento terrestre durante un sismo genera tensiones que permiten entender cómo se comportan los materiales. En Perú, la regulación destinada al diseño ante sismos es la NTE E. 030. (RNE, NORMA E. 020)

Empuje horizontal:

La planificación sísmica debe tener en cuenta tanto la carga muerta como la carga viva de la edificación. Esto permite calcular la carga sísmica (W), que resulta de multiplicar ambas cargas por un coeficiente de sobrecarga. (RNE, NORMA E. 030)

Zonificación Sísmica:

De acuerdo con estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú ha sido dividido en cuatro zonas, cada una con diferentes valores asignados, tal como lo indica la NTE-E060. (RNE, NORMA E. 030)

Parámetros de sitio:

Es esencial que el diseño para resistir sismos tome en cuenta el perfil geológico que mejor refleje las condiciones del terreno, empleando valores específicos relacionados con las características que afectan la dinámica sísmica en la evaluación estructural. (RNE, NORMA E. 030)

Diseño de miembros:

Todos los elementos de la estructura deben ser diseñados para soportar la carga muerta total que recibirán. No obstante, se permite que ciertos elementos sean diseñados para una carga viva que sea inferior a la suma de sus valores teóricos. (RNE, NORMA E. 020)

Combinaciones de cargas:

Para llevar a cabo las combinaciones de cargas y cargas nominales, se deben seguir los criterios de diseño establecidos en la NTE E. 020. (RNE, NORMA E. 030)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Análisis de un método de construcción utilizando paneles estructurales aislantes con el fin de optimizar el diseño contra sismos, Yanag – Huánuco 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La utilización de paneles aislantes estructurales en el modelado de una construcción a través del software ETABS tiene un impacto considerable en la optimización del diseño para la resistencia sísmica, Yanag - Huánuco -2024.
- La incorporación de paneles aislantes estructurales en un edificio impacta de manera considerable en la optimización de su diseño para resistir sismos, Yanag - Huánuco - 2024.
- Las derivas de entrepiso en una edificación empleando paneles aislantes estructurales influye significativamente para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Diseño sismorresistente.

2.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Paneles aislantes.

2.6. OPERACIONALIZACIONES DE VARIABLE

Tabla 13

Ensayos de Operación de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPOS DE VARIABLES	ESCALA DE MEDICION
Variables dependientes Diseños sismorresistentes	E030 diseños sismorresistentes	• Sistemas estructurales • Estudios dinámicos • estudios estáticos • Parámetro de sitios	Variable Cuantitativas	Discretas

Variables independientes	Elementos estructurales	• Losa de entrepisos • Columna • Viga • zapata	Variable Cuantitativas	Discretas
	Comportamiento estructural	• aligeramientos de los pesos • deriva lateral • desplazamiento		
	Construcción	• tiempos • costos • duraciones		

Nota. Reglamento Nacional de Edificaciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación aplicada está en resolver problemas específicos que impactan a la sociedad o a las organizaciones, buscando así soluciones que sean prácticas y eficaces. Su meta fundamental es desarrollar nuevos conocimientos que aporten beneficios a la comunidad, optimicen los procesos empresariales y eleven la calidad de los servicios, tanto en el sector público como en el privado (Reyes, 2024).

3.1.1. ENFOQUE

En el proyecto actual, se adoptará una metodología de análisis cuantitativo, utilizando cifras definidas en la normativa nacional de construcción. Esto permitirá llevar a cabo un estudio sobre la resistencia sísmica del proyecto, así como proceder con su diseño estructural posterior.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

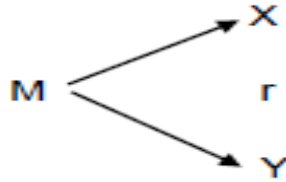
En el desarrollo de este proyecto se abordará un alcance de nivel correlacional, dado que se examinaron los parámetros definidos en la norma E030, los cuales guardan relación con otros aspectos relevantes para el diseño sismorresistente. Asimismo, se llevará a cabo un estudio comparativo entre la utilización de paneles aislantes estructurales y el sistema convencional actualmente en uso. Todo este proceso se realizará conforme a las normativas E030 sobre diseño sismorresistente y E060 sobre concreto armado.

3.1.3. DISEÑO

En este proyecto se expondrá un diseño que no es experimental, dado que no se alteran las fórmulas ni los parámetros definidos en las normativas E030 y E060. Estas normas serán empleadas para llevar a cabo el análisis estructural, con el objetivo de contrastar los resultados

obtenidos a través de este método de construcción con los del método tradicional de concreto armado.

Esquema del diseño de la Investigación



Donde:

- M: Muestra
- X: Paneles aislantes estructurales
- Y: Comportamiento estructural
- r: Relación existente entre la variable dependiente e independiente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

En el presente proyecto se consideró como población de las edificaciones de 4 niveles en la localidad de Yanag.

3.2.2 MUESTRA

En el presente proyecto se consideró como muestra a un (01) edificación de 4 niveles ubicado en Calle San Francisco, Yanag - Huánuco -2024.

La presente investigación tendrá como muestra no probabilística ya que solamente se realizará el diseño de una edificación de 4 niveles, ya que esta cantidad es la recurrente en la ciudad de Huánuco.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Metodología: La técnica fundamental será la observación, puesto que es esencial identificar el área de interés, que en este caso es la ciudad de Yanag. Al determinar el sitio, se procederá a llevar a cabo un levantamiento topográfico seguido de un análisis de la mecánica de suelos. Esto se hace con el objetivo de obtener resultados que se aproximen lo más posible a la realidad, lo cual permitirá realizar un análisis estructural basado en las normas

E030 para el estudio de sismo resistencia, así como la norma E060 para el diseño de sus elementos. También se aplicará la norma ACI318-19.

Tabla 14

Ensayo de los Laboratorios

ENSAYOS	NORMAS APLICABLE (NTP 339)	PROPÓSITOS DE LOS ENSAYOS
Contenidos de las Humedades	127	analizar la distribución granulométrica de suelo y agregado.
Estudios Granulométricos	128	analizar la distribución de la medida de la partícula del suelo
Limites Líquidos	129	Evaluar la humedad del suelo en sus distintas fases
Limites Plásticos	129	Evaluar la humedad del suelo en sus distintas fases
Pesos Específicos Relativos de Sólido de los Suelos	131	Evaluar la densidad específica de los componentes sólidos de los suelos.
Cortes Directos	171	Evaluar las propiedades de resistencias a los cortes de las muestras consolidadas y drenadas, para calcula las cohesiones y ángulos de fricciones internas de los suelos.

Nota. RNE.

Instrumentos: Emplearemos instrumentos mecánicos, como equipos de georreferenciación, para recolectar información topográfica, así como dispositivos electrónicos, tales como ordenadores o unidades de almacenamiento, que nos ayudarán a guardar y analizar los datos obtenidos durante la investigación.

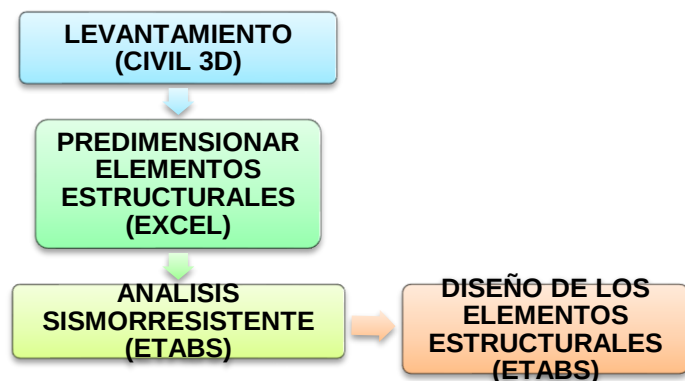
3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se identificó el sitio donde se llevará a cabo el proyecto actual, situado en la Calle San Francisco - Yanag. Al elaborar el plano arquitectónico, se debieron tomar en cuenta las normativas A010 y A020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Se llevó a cabo un predimensionamiento de todos los componentes estructurales para garantizar que la construcción tenga la rigidez adecuada, así como también se cuantificaron las cargas aplicables conforme a lo establecido en la norma E. 020. Posteriormente, se efectuó un

análisis sísmico estático utilizando los programas ETABS y SAFE, para determinar los desplazamientos máximos y el cortante de diseño, en función de lo señalado en la norma E030. Al final, se contrastaron los resultados obtenidos de ambos softwares. Luego se procedió a diseñar todos los elementos estructurales respetando los lineamientos de la norma E 0.60, referente al diseño de concreto reforzado.

Figura 4

Para la presentación de datos



Nota. RNE.

Procedimiento

Para obtener información sobre la zona a estudiar, se llevará a cabo un proceso de georreferenciación mediante la aplicación Google Earth. Este método se utilizará para ilustrar la georreferenciación en el plan propuesto. Los datos relacionados con el análisis mecánico del terreno se recolectaron a través de un estudio de suelo efectuado mediante una calicata. Posteriormente, la muestra obtenida será enviada al laboratorio para determinar tanto la capacidad portante del terreno como el ángulo de fricción interna. El diseño arquitectónico se fundamentará en proyectos previos que presenten similitudes con el área de estudio, incorporando además la norma A010 para asegurar que se cumplan los criterios necesarios para los espacios.

Se procederá a realizar un predimensionamiento de los elementos en una hoja de cálculo de Excel, que más tarde será modelada en el software ETABS. En este software, se introducirán distintos parámetros de diseño, tales como cargas vivas, cargas muertas y espectros de respuesta, entre otros

elementos sismorresistentes, que serán imprescindibles para el análisis estático y dinámico del proyecto, todo ello respetando la normativa actual del Reglamento Nacional de Edificación (RNE). Es fundamental destacar la aplicación de las normativas E. 020, E. 030, E. 050 y E. 060.

Al final, se efectúa una evaluación comparativa entre el enfoque tradicional y el método propuesto en este estudio utilizando una hoja de cálculo de Excel. Esta comparación se lleva a cabo considerando tanto el rendimiento estructural como el coste asociado a cada técnica de construcción.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ARQUITECTURA Y PREDIMENSIONAMIENTO

4.1.1 DISEÑO ESTRUCTURAL

A fin de conseguir los resultados de estudio de estructura estática, es fundamental comenzar con un diseño arquitectónico del proyecto, lo que permitirá una distribución arquitectónica y el predimensionamiento adecuada de su entorno y soportes. Esta planificación arquitectónica es crucial para casas con espacios limitados, pues facilita una distribución eficiente de las diferentes áreas y garantiza una buena iluminación y ventilación.

El edificio tiene cuatro niveles. En la planta baja hay dos locales comerciales que estarán disponibles para el público, y en la parte trasera se encuentran cinco habitaciones, junto con un baño compartido y una lavandería. La primera planta y los Niveles elevados se integran mediante unas escaleras en formas de U la cual tiene dieciocho peldaños. En los niveles superiores se hallan apartamentos que se distribuyen en cuatro dormitorios; el dormitorio principal cuenta con un baño privado, mientras que los otros tres tienen un baño de uso común. También se incluyen, salas (1), comedores (1), cocina (1)s y lavanderías (1).

Con el fin de llevar a cabo la adecuada planificación arquitectónica se utilizarán las normas NTE A010 Condiciones Generales de diseño y A020 Viviendas. Durante los procesos de planificación estructural, es importante tener en cuenta lo siguiente:

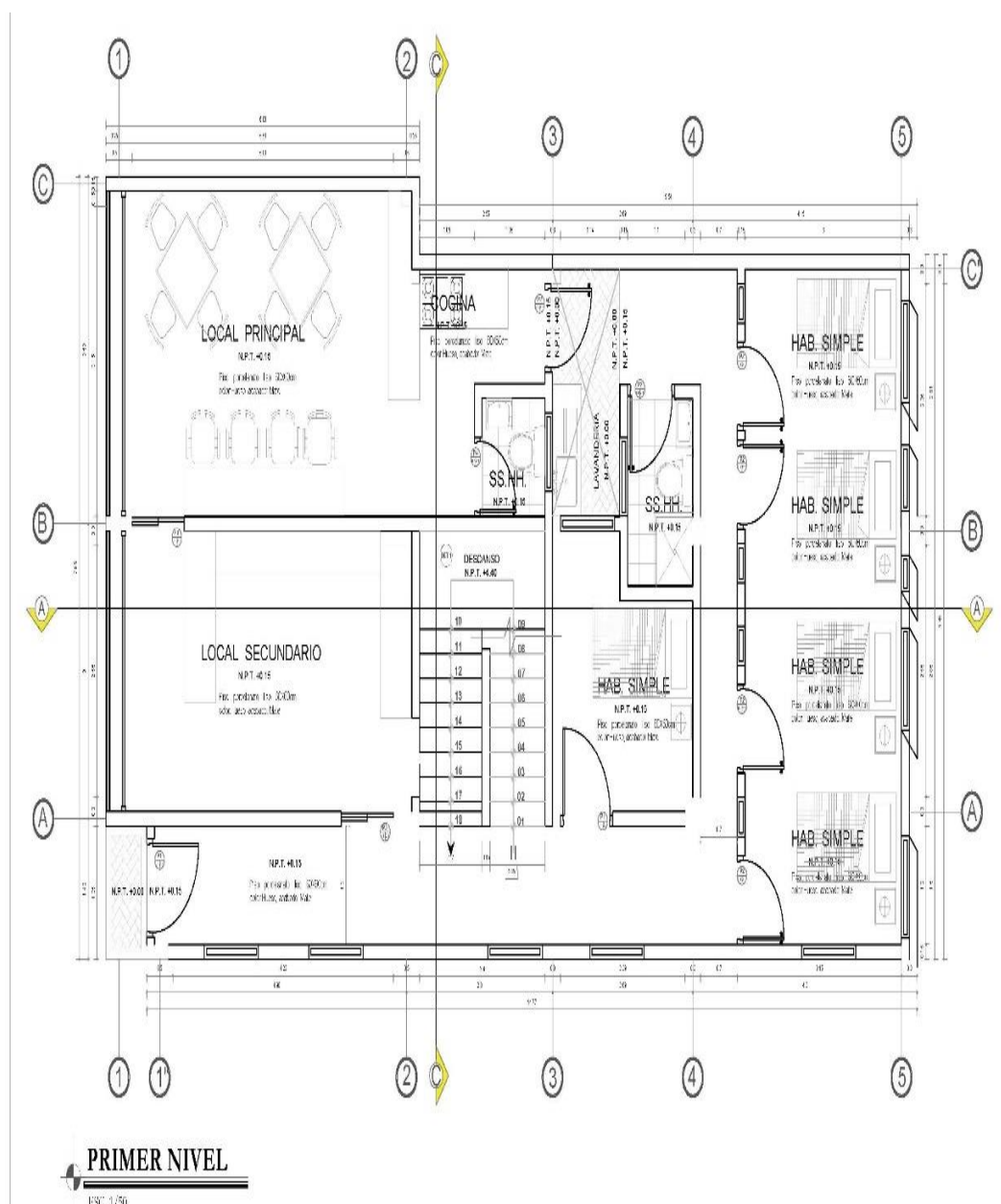
- ✓ Medida y colindancia de los Terrenos.
- ✓ Áreas mínimas en ambiente.
- ✓ iluminaciones.
- ✓ Áreas sociales, privadas y de servicios.

4.1.2 PLANIFICACIÓN ESTRUCTURAL PARA LA PROPUESTA.

Considerando parámetros definidos en las reglas A020 relativa a la vivienda y las secciones especificadas en el apartado del inciso a, nos dice que se llevó a cabo la planificación estructural del proyecto.

Figura 5

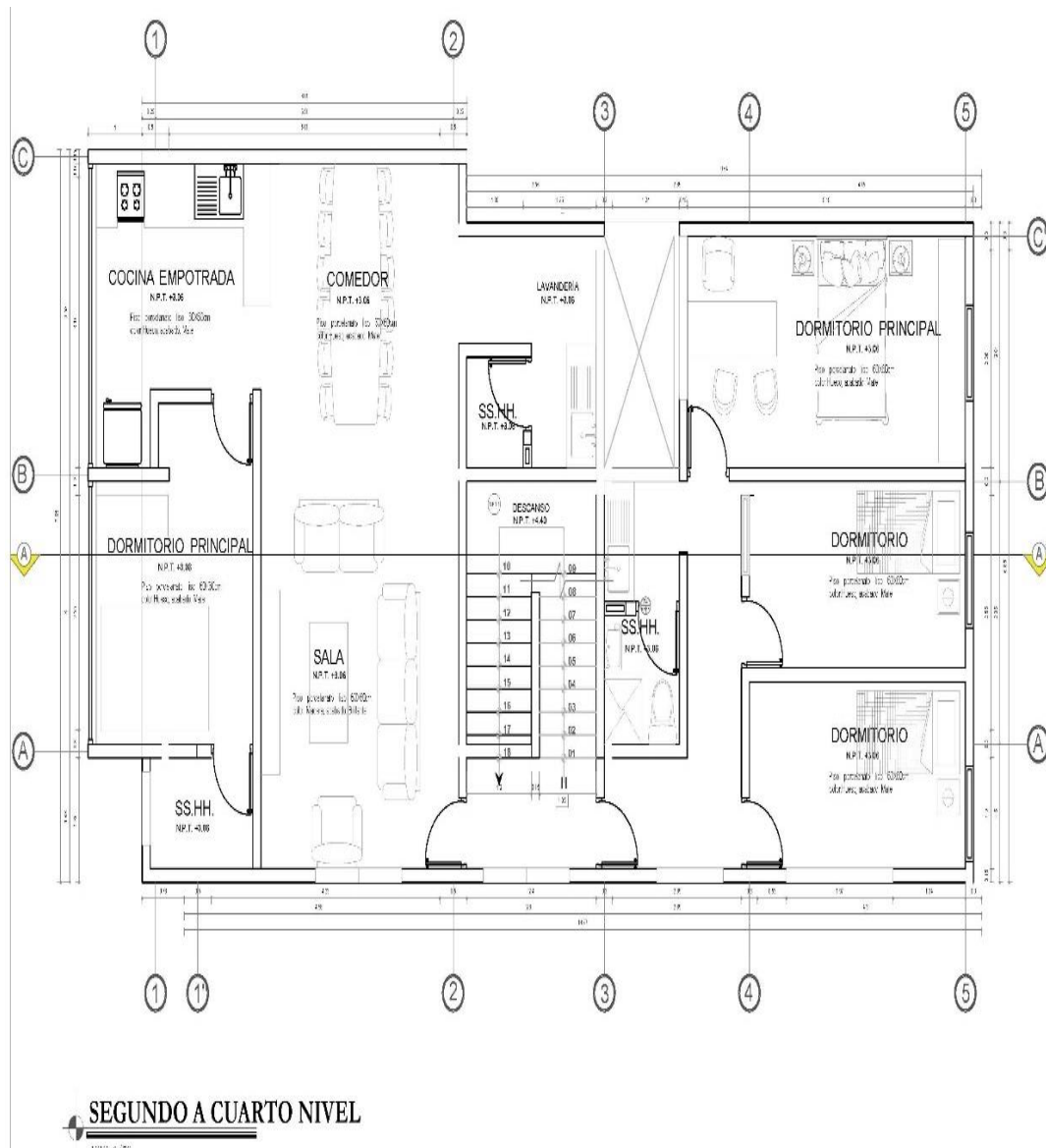
Planificación Estructural para el Nivel 01



Observación: dicha ilustración previa refleja el diseño estructural del primer piso de la edificación.

Figura 6

Planificación Estructural del nivel dos, tres y cuatro



SEGUNDO A CUARTO NIVEL

1:200 - 1:500

Observación: El gráfico presentado ilustra la disposición arquitectónica de los niveles dos, tres y cuatro de la construcción de hormigón armado.

4.1.3 PARÁMETROS SISMORRESISTENTE

Tras establecer y caracterizar la arquitectura, se desarrollará el predimensionamiento de elementos para la estructura, así dada la determinación de parámetros de resistencia sísmica de acuerdo con la tabla siguiente.

Tabla 15

Parámetro de diseños sismorresistentes

Parámetro de diseños sismorresistentes		
Concretos Armados	F'c: 280 kg/cm ²	Pesos específicos: 2,400 kg/m ³
Aceros de refuerzos	F'y: 4,200 kg/ cm ²	Peso específico: 7,800 kg/m ³
Sistemas en X		Pórticos
Sistemas en Y		Pórticos
Categorías del edificio	Edificación Esencial categoría C – U: 1.00	
Zonas Sísmicas de los Proyectos	2 – Z. 0.25g	
Parámetro de diseños estructurales de las cimentaciones		
Suelos	Suelo tipos S1 – T(p). 0.40 seg. – S: 1.00	
Capacidades portantes	Qadm: 4.20 kg/cm ²	
Módulos de Reacciones	Coeficiente de Balasto: 8.00 kg/ cm ³	
Dimensión preliminar de elemento estructural		
Columna central	40x40 cm ²	
Columna lateral y esquinera	30x40 cm ²	
Vigas X-X	25x 35 cm ²	
Vigas Y-Y	30x 45 cm ²	
Vigas de Bordes	30x 20 cm ²	
Losas Y-Y	20 cm	
Escalera	17.5 cm	
Muro SIP OSB	8 cm	
Carga estructural		
Carga viva en Losa	400 kg/ cm ²	
Carga viva en Escaleras	400 kg/ cm ²	
Cargas muertas en Losa	200kg/ cm ²	
Carga muerta en escaleras	100 kg/ cm ²	
Cargas vivas en techos	50 kg/ cm ²	
Cargas muertas en techos	50 kg/ cm ²	
Cargas muertas en Viga	450kg/cm	

Observación: esta tabla mencionada anteriormente presenta los parámetros de resistencia sísmica para el análisis de la construcción del hormigón reforzado.

4.2. MODELAMIENTO Y ESTUDIO DE SISMORRESISTENTES

4.2.1 MODELAMIENTOS EN ETABS

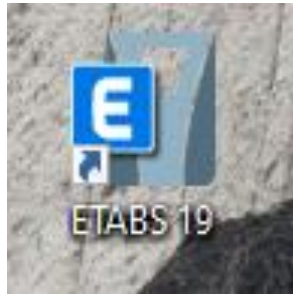
Una vez definidos las especificaciones de la que se tomarán en cuenta en el modelado, es fundamental asegurarse de que nuestro

equipo cumpla con las especificaciones necesarias para evitar la pérdida de los resultados generados. Se procedió a instalar la aplicación ETABS versión 19 para llevar a cabo el modelado.

Se descargo la aplicación ETABS versión 19 donde se llevó a cabo el diseño.

Figura 7

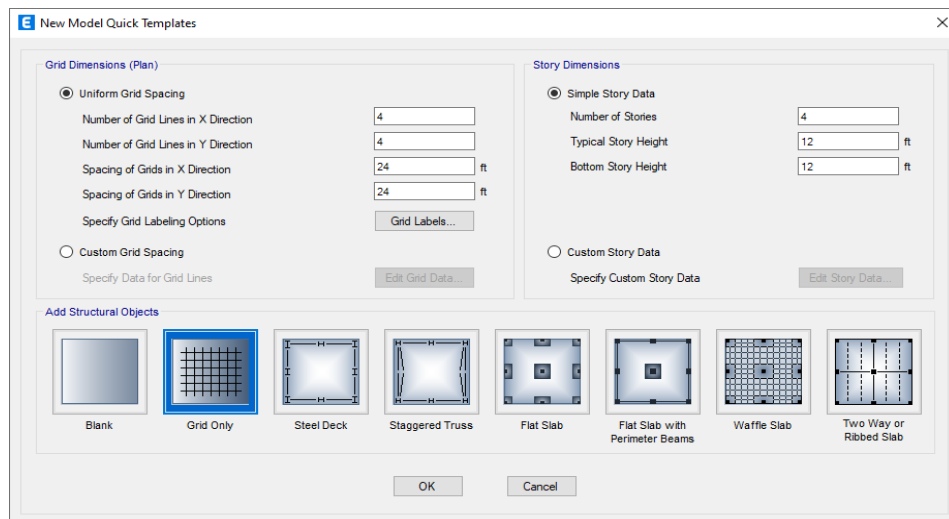
ETABS



Observación: esta foto que está presente arriba ilustra la aplicación que fue el programa ETABS, utilizado en el estudio sobre la resistencia sísmica de panel aislante.

Figura 8

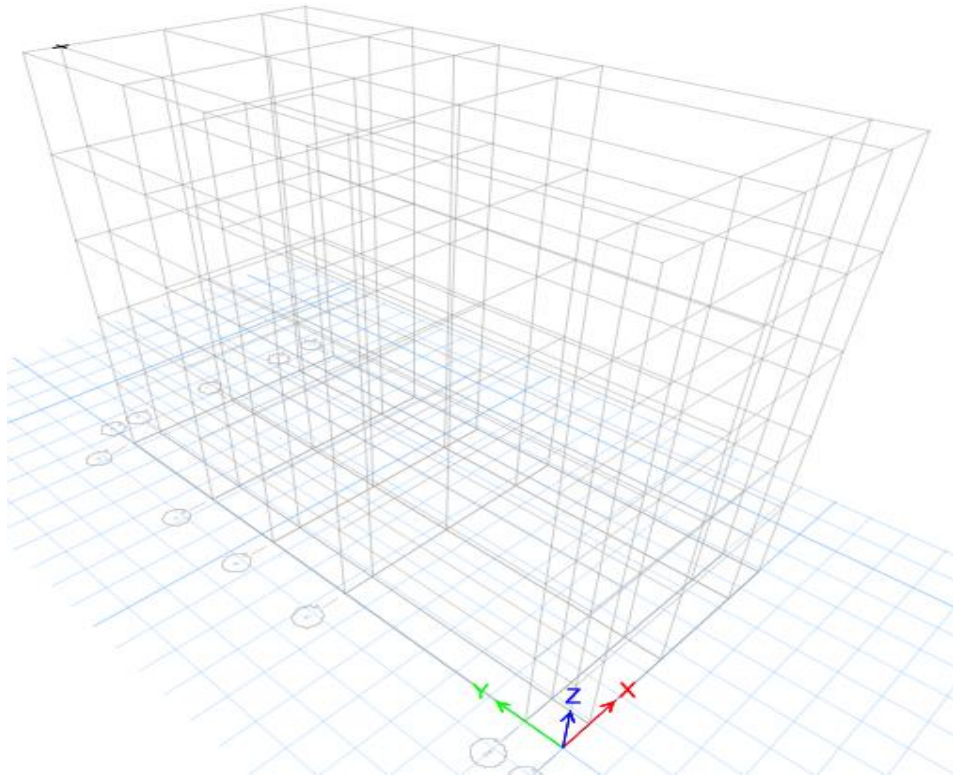
Grillas para el modelamiento



Observación: La ilustración anterior presenta las cuadrículas utilizadas en el modelado del software ETABS destinado al análisis de resistencia sísmica de los paneles aislantes.

Figura 9

Vista 3D, grillas.



Observación: esta fotografía mostrada anteriormente ilustra rejillas utilizadas en lo modelados de ETABS que se utilizó para evaluar la resistencia sísmica de panel aislante.

Figura 10

Elementos de concreto-ETABS

The image shows a software interface for defining material properties. It is divided into three main sections: General Data, Material Weight and Mass, and Mechanical Property Data. The 'General Data' section includes fields for Material Name (F'C 280), Material Type (Concrete), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (a dark gray swatch), and Material Notes (a button to modify/show notes). The 'Material Weight and Mass' section has two radio buttons: 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. Below these are input fields for Weight per Unit Volume (0.0024 kgf/cm³) and Mass per Unit Volume (0.000002 kgf-s²/cm⁴). The 'Mechanical Property Data' section contains input fields for Modulus of Elasticity, E (252671.33 kgf/cm²), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/C), and Shear Modulus, G (105279.72 kgf/cm²).

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	F'C 280	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	[Dark Gray Swatch]	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	☒	
	Specify Mass Density	☐	
	Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm³
Mechanical Property Data	Mass per Unit Volume	0.000002	kgf-s²/cm⁴
	Modulus of Elasticity, E	252671.33	kgf/cm²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	105279.72	kgf/cm²

Observación: esta foto mostrada anteriormente ilustra dichas características de concreto según el ETABS, utilizado en el estudio de la resistencia sísmica en paneles aislantes.

Figura 11

Elementos del acero-ETABS

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a steel material. It is divided into three main 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	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	☒	
	Specify Mass Density	☐	
	Weight per Unit Volume	0.0078	kgf/cm ³
	Mass per Unit Volume	0.000008	kgf-s ² /cm ⁴
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	2000000	kgf/cm ²
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117	1/C

Observación: esta foto presenta características en el acero del ETABS, utilizado para los estudios sismorresistentes de panel de aislamiento.

Figura 12

Propiedades del acero-ETABS

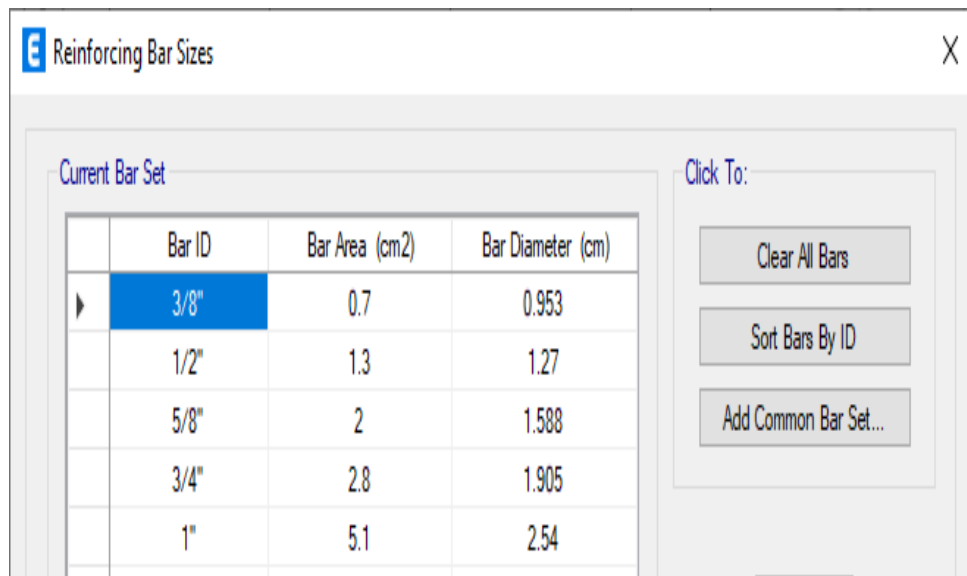
The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a material named 'SIP paneles'. It is divided into four main sections: General Data, Material Weight and Mass, Mechanical Property Data, and Design Property Data.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	SIP paneles	
	Material Type	Masonry	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Cyan	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	☒	
	Specify Mass Density	☐	
	Weight per Unit Volume	0.00022	kgf/cm ³
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	46331.03	kgf/cm ²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000081	1/C
	Shear Modulus, G	19304.6	kgf/cm ²
	Design Property Data	Modify/Show Material Property Design Data...	
Advanced Material Property Data	Nonlinear Material Data...		
	Material Damping Properties...		

Observación: La imagen exhibida previamente ilustra las características de panel aislante en el ETABS, utilizado en dicho estudio de la resistencia sísmica de dichos paneles.

Figura 13

Varillas de refuerzo-ETABS



Bar ID	Bar Area (cm2)	Bar Diameter (cm)
3/8"	0.7	0.953
1/2"	1.3	1.27
5/8"	2	1.588
3/4"	2.8	1.905
1"	5.1	2.54

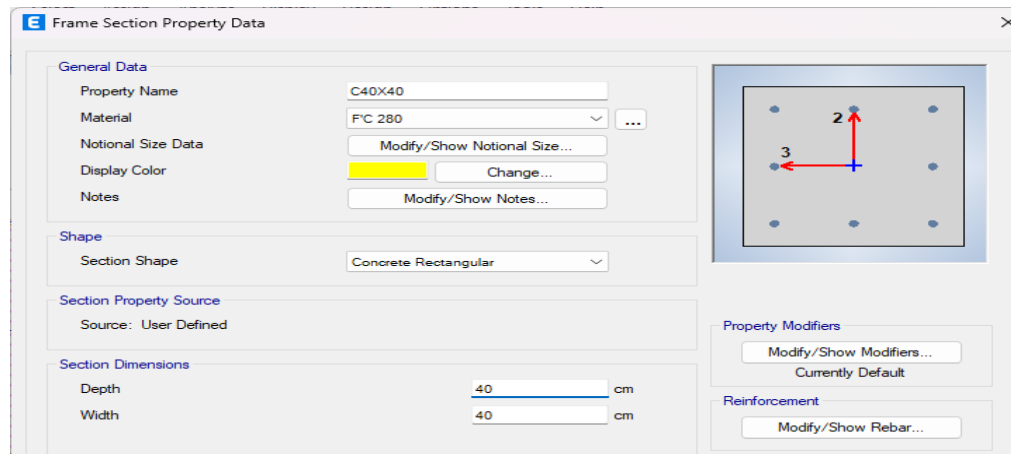
Buttons: Clear All Bars, Sort Bars By ID, Add Common Bar Set...

Observación: dicha ilustración presenta características de varillas de reforzamiento según el ETABS, utilizado para el estudio sobre resistencia sísmica del panel aislante.

Se definió los elementos estructurales que participaran en la edificación; columnas, vigas y losas aligeradas. Según el predimensionamiento, estas medidas pueden variar al momento de realizar el análisis.

Figura 14

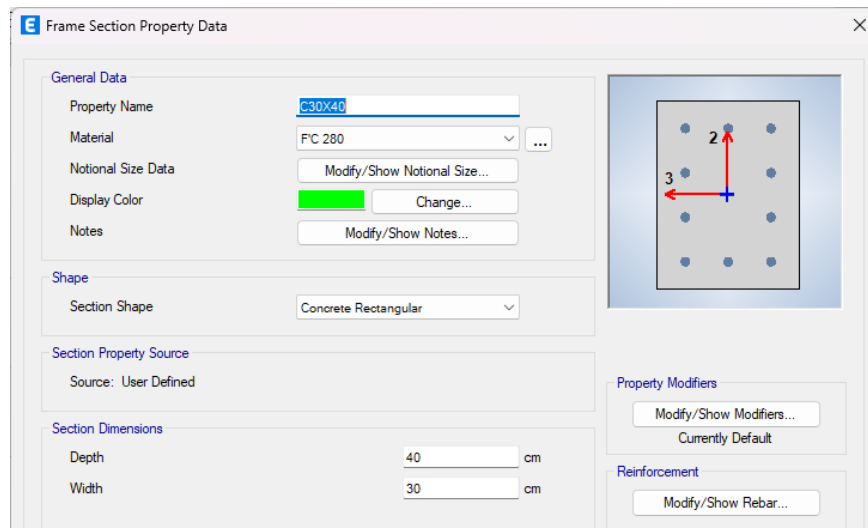
Elementos en la columna de 40X40cm²-ETABS



Observación: En esta foto previa ilustran la característica de las columnas de 40x40cm², las cuales son relevantes para el estudio de la resistencia sísmica de panel aislante.

Figura 15

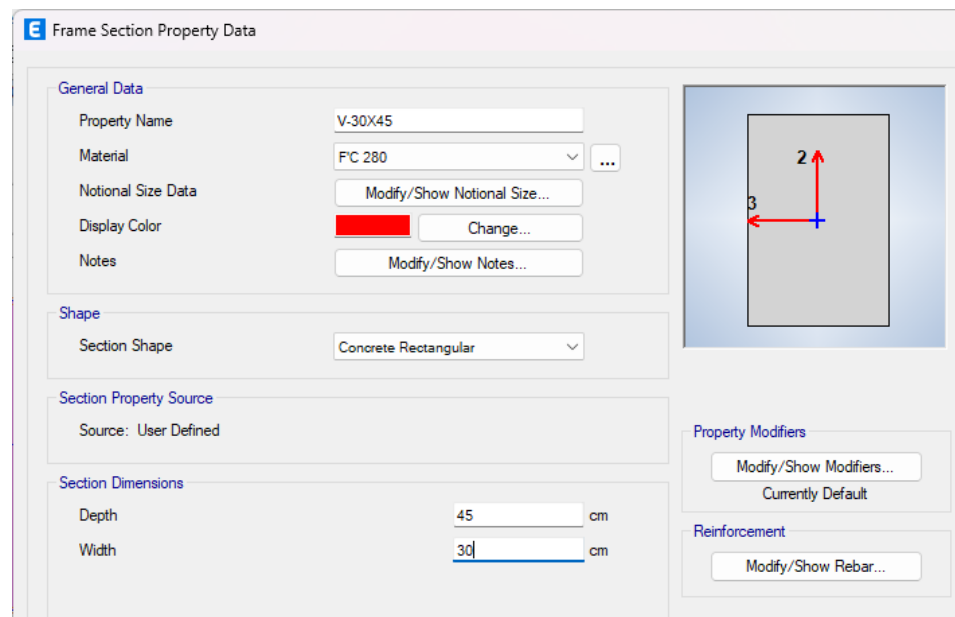
Propiedad en el Hormigón 30x40cm²-ETABS



Observación: En esta foto previa presenta la característica de los hormigones de 30x40cm², utilizadas en el estudio de resistencia sísmica de panel aislante.

Figura 16

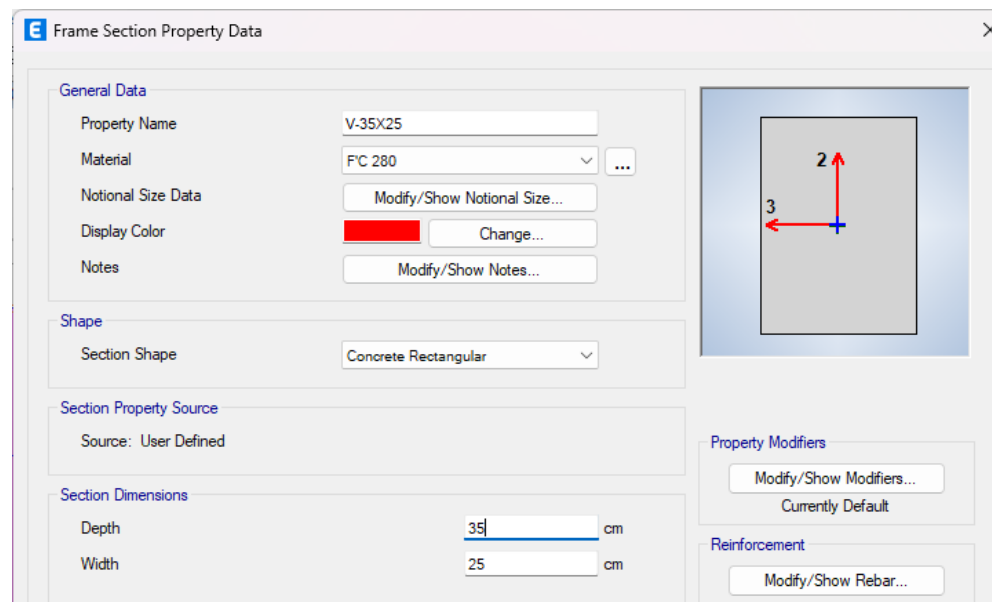
Elementos en las vigas principales 45x30cm²-ETABS



Observación: esta ilustración exhibe características de las vigas 30x45cm² en dicho estudio sobre resistencia sísmica de panel aislante.

Figura 17

Elementos en las vigas principales 35x25cm²-ETABS



Observación: esta foto mencionada anteriormente ilustra características de las vigas 25x35cm², utilizada en este estudio sobre la resistencia sísmica de panel aislante.

Figura 18

Elementos de las vigas de los bordes de 20x25cm² - ETABS

Observación: esta ilustración que precede expone las características de la viga de 20x25cm², utilizadas en el estudio de resistencia sísmica de panel aislante.

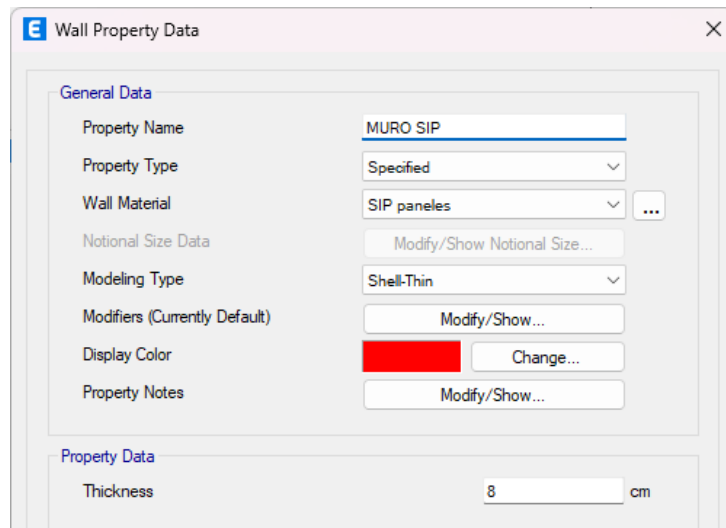
Figura 19

Propiedad de losas aligeradas 20cm-ETABS

Observación: En esta foto, presentan características de las losas aligeradas de 20 cm, utilizada en el estudio sobre la resistencia sísmica de los paneles de aislamiento.

Figura 20

Elementos en el muro SIP OSB / ETABS

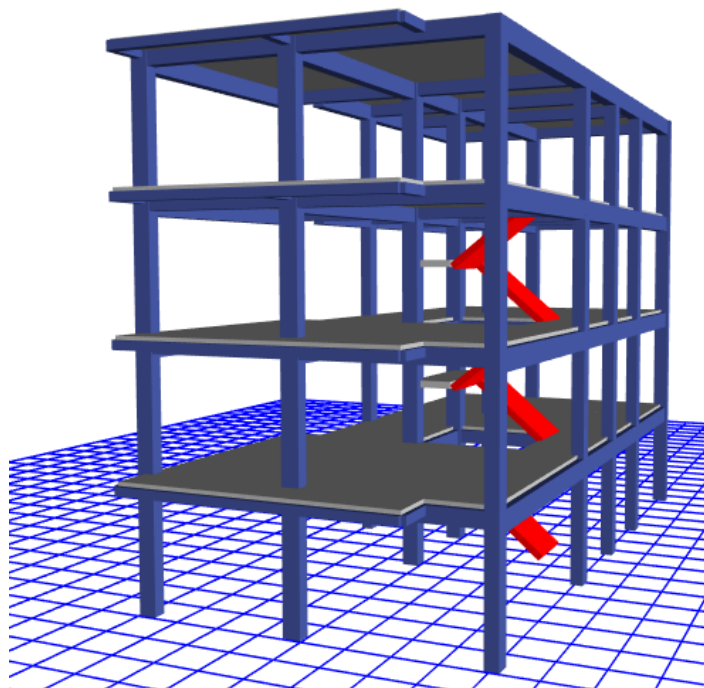


Observación: esta imagen previa ilustra características del muro en relación con este estudio sobre la resistencia sísmica de panel aislante.

Tras definir componente en la estructura la cual se integrarán en esta propuesta pasaremos a iniciar el modelado de las estructuras teniendo en cuenta las distribuciones arquitectónicas.

Figura 21

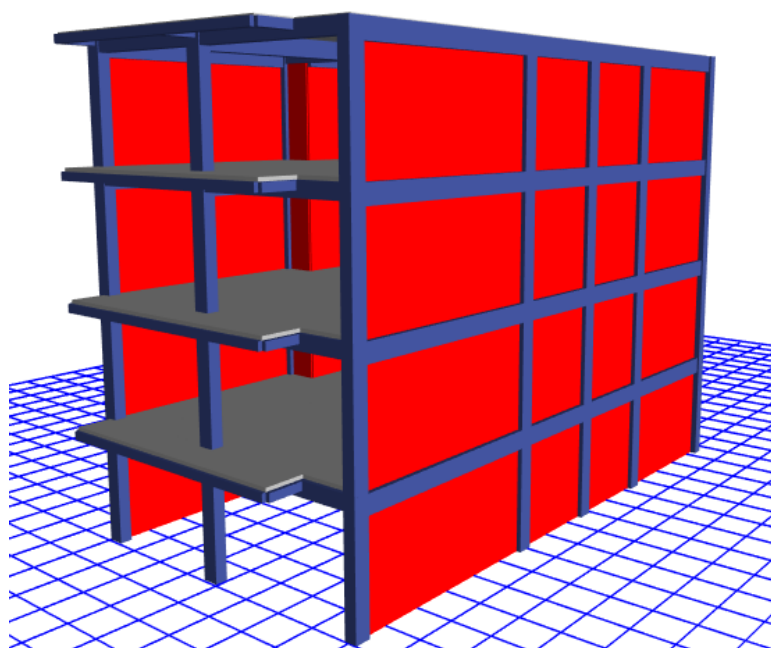
Imagen 3D de la modelación de Pórtico



Observación: esta ilustración presenta una representación tridimensional de la edificación sin las paredes SIP, destinada al estudio de la resistencia sísmica de los paneles de aislamiento.

Figura 22

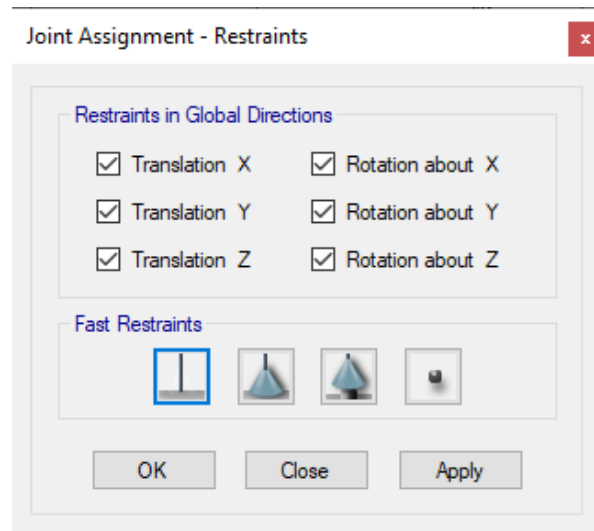
Imagen 3D de la modelación -incluyendo el muro SIP



Observación: esta imagen ilustra una representación tridimensional de la edificación que incorpora muros SIP para evaluar su capacidad de resistencia sísmica en relación a los paneles aislantes.

Figura 23

Restricción de las edificaciones



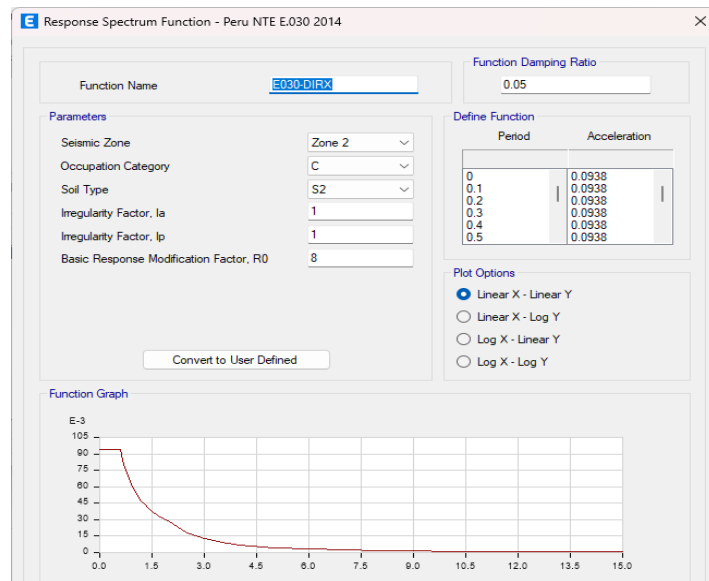
Observación: esta imagen ilustra la limitación de parte inferior de las estructuras sin SIP, enfocándose en el estudio sismorresistente de panel aislante.

4.2.2 ANÁLISIS SISMORRESISTENTE

Durante este tramo procederemos con el estudio de resistencia sísmica, para el cual será necesario incluir los parámetros de diseño que se establecieron con anterioridad. Definiremos la amplitud de soluciones en el software ETABS, teniendo en cuenta la evaluación que será 2 escenarios: en el escenario uno, se analizará un armazón con columnas y arcos en direcciones XX y YY; en el escenario dos, se estudiará una estructura de soporte que incorpore el panel aislante estructural en las mismas direcciones.

Figura 24

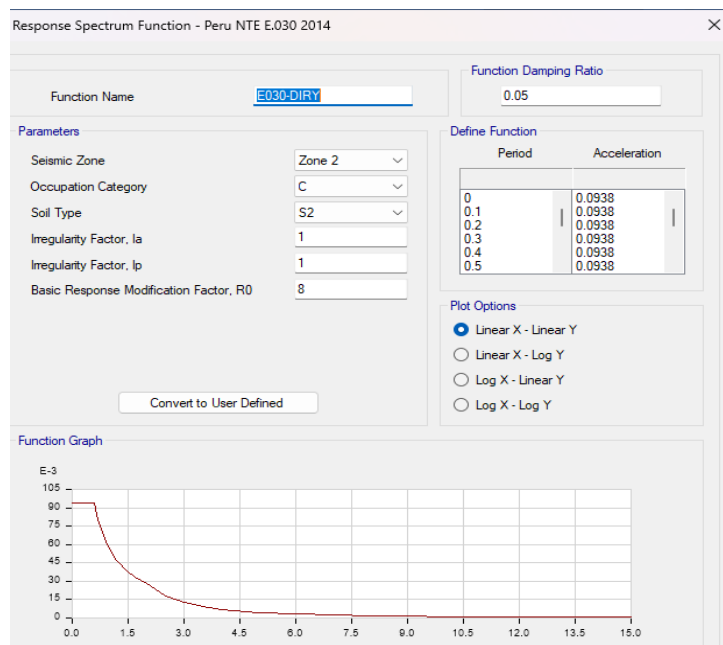
Intervalo de resultado en XX y YY – panel aislante estructural



Observación: esta foto mostrada arriba presenta al intervalo de resultado sobre las direcciones XX y YY incluyendo barras de paneles, destinado al estudio de la resistencia sísmica de los paneles de aislamiento.

Figura 25

Intervalo de resultado sobre XX y YY – vigas y arcos

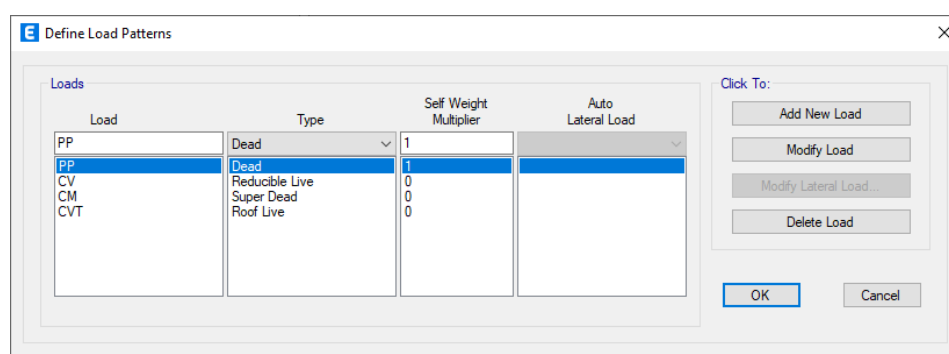


Observación: esta ilustración previa presenta al intervalo de resultado sobre los ejes XX y YY sin la inclusión de barra SIP, utilizado sobre todo en llevar a cabo el estudio sísmico del panel aislante.

Imaginemos que esta casa se considera inicialmente como un sistema estructural, seguido de una estructura de construcción reforzada, tal cual se menciona sobre las características sísmicas. De esta manera, se podrán determinar los parámetros esenciales que permitirán que dicha estructura se efectúe y verifique el estudio de riesgos sísmicos más adelante. Establece dicha carga que afectan a la estructura para poder, posteriormente, generar las combinaciones requeridas según lo estipulado en la regla E030.

Figura 26

Cargas para la estructura

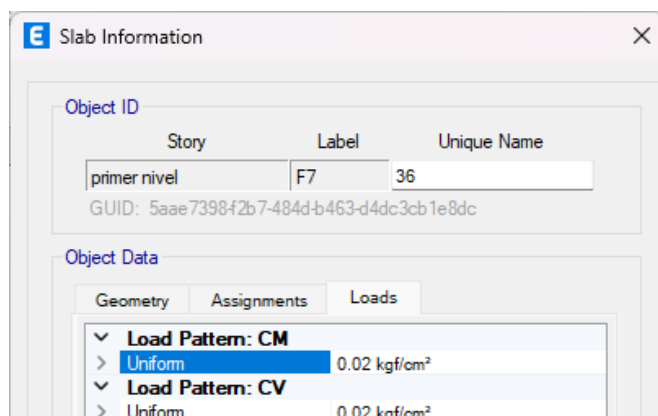


Observación: La ilustración previa presenta la carga estructural según la regla E030, la cual se utiliza para el estudio de resistencia sísmica de panel aislante.

Se asignó la carga apropiada en las zonas como indica los planos de distribuciones e indicadores del proyecto.

Figura 27

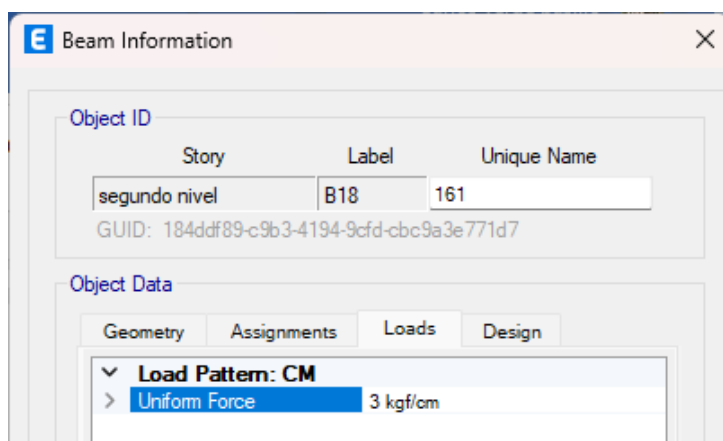
Carga viva y muerta de entrepiso



Observación: esta ilustración presenta la carga estructural de acuerdo con la regla E030, destinada al estudio sísmico de panel aislante.

Figura 28

Cargas aplicadas para viga



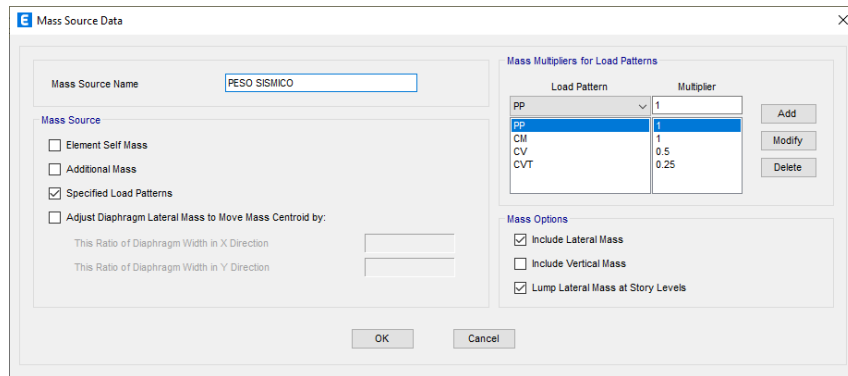
Observación: esta foto mostrada anteriormente ilustra la carga estructural de acuerdo con la regla E030 la cual se encarga de evaluar la resistencia sísmica de panel aislante.

Las cargas sísmicas. Están basadas en carga viva o muerta, las cuales están multiplicada mediante las variables de reducciones según

la regla básica E030 la cual asigna a la estructura utilizando como alternativa MASS SOURCE.

Figura 29

Cargas sísmicas

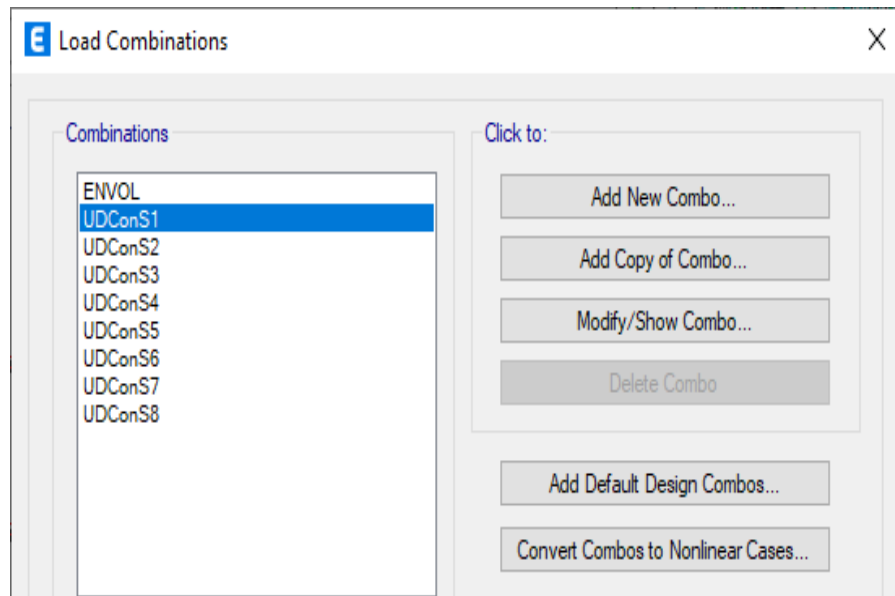


Observación: esta foto, mostrada anteriormente ilustra la fuerza sísmica conforme la regla E030, la cual regula al estudio de resistencia sísmica de los paneles aislantes.

Formule una agrupación sobre la combinación de las cargas en la directriz E020 para llevar a cabo el análisis. Asimismo, generamos envolventes que son esenciales en evaluar y diseñar la estructura

Figura 30

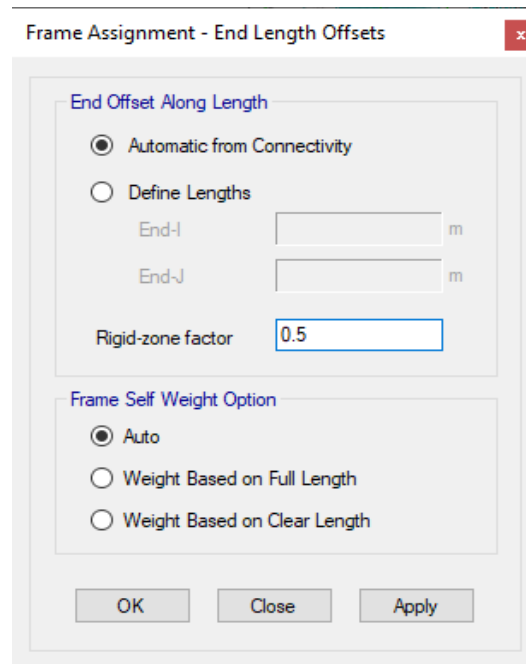
Combinaciones de carga



Observación: La ilustración precedente presenta las distintas combinaciones de cargas de acuerdo con la normativa E030, que se utiliza para la evaluación sísmica de los paneles aislantes.

Figura 31

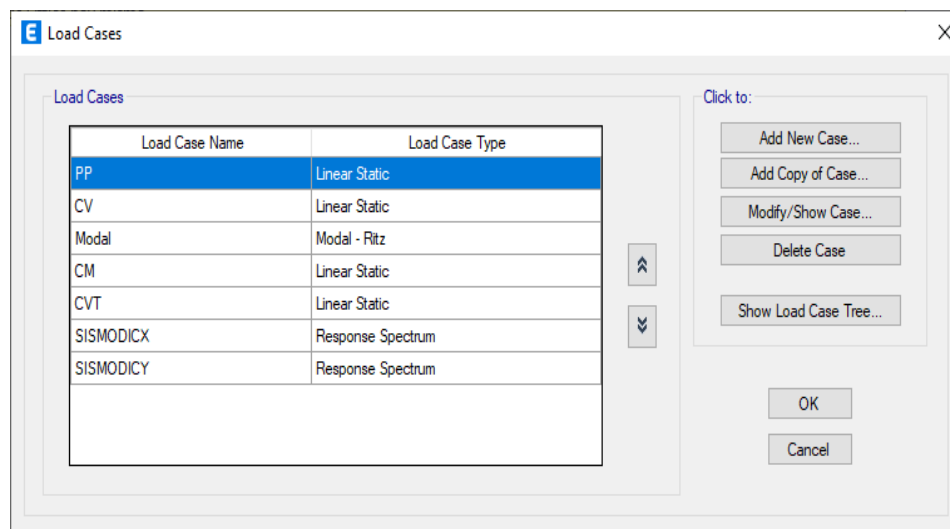
Brazo rígido-ETABS



Observación: esta foto previa ilustra sobre distribución del brazo rígido conforme a normativa E030 utilizada con el fin de evaluar la capacidad de resistencia sísmica de los paneles aislantes.

Figura 32

Sismos X-X y Y-Y



Observación: esta foto revela la carga sísmica y el caso modelo conforme con la regla E030 la cual servirá para el estudio de sismorresistentes del panel aislante.

A continuación, llevaremos a cabo un estudio de sismorresistentes en el componente estructural aplicado para la localidad de Yanag. Al finalizar este estudio, habrá una comparativa entre los elementos que ofrecen mayores desempeños estructurales según la regla E030

4.2.3. ANÁLISIS DINÁMICO

Caso 1: Sistemas estructurales de pórtico y concretos armados

Al abordar tal escenario utilizando componentes mejorados, es esencial destacar que se llevó a cabo un análisis detallado en varias ocasiones. Durante este proceso, se modificaron diversas secciones de las columnas y vigas estructurales. Dichos cambios ocurrieron tras un diseño preliminar realizado con un software especializado, donde se detectó que ciertas secciones no se ajustaban a los estándares establecidos en el código 318-14.

Tabla 16

Variaciones de la dimensión predimencionada y optimizada casos sin muro SIP

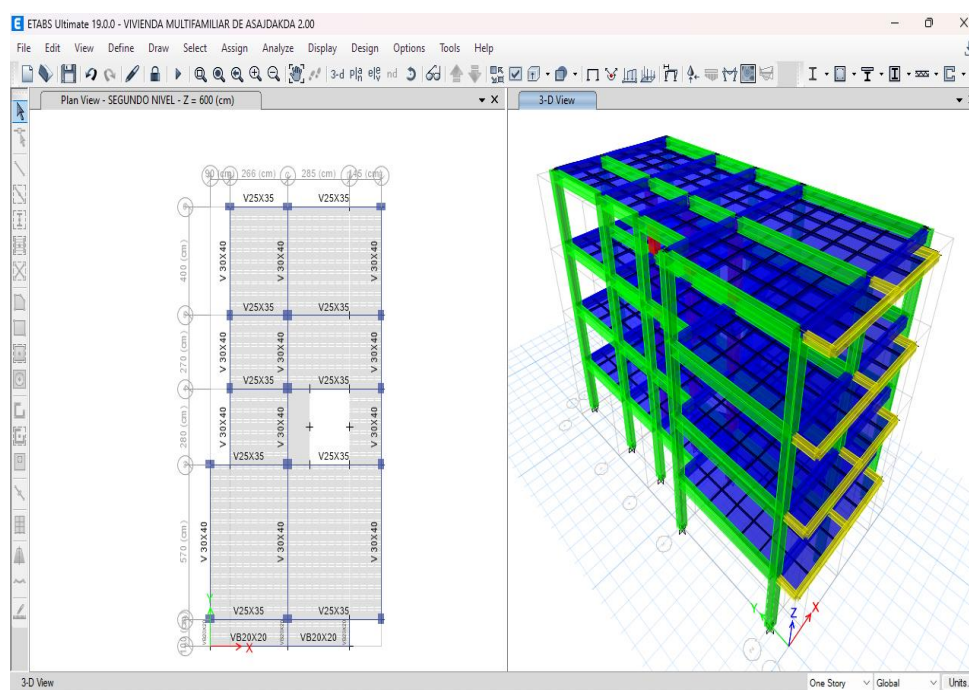
ELEMENTO	PREDIMENCIONAMIENTO	SECCIÓN OPTIMIZADA
VIGA Y - Y	30x45 cm ²	30x40 cm ²

Observación: esta imagen demuestra las variaciones de dimensión predimencionada y optimizada como casos sin muro con destino a los estudios sismorresistentes.

La foto que sigue a continuación se evidencia el cambio que se realizó, en la cual cada componente se encuentra simbolizado por colores distintos.

Figura 33

Modelamientos primer caso utilizando componente optimizado

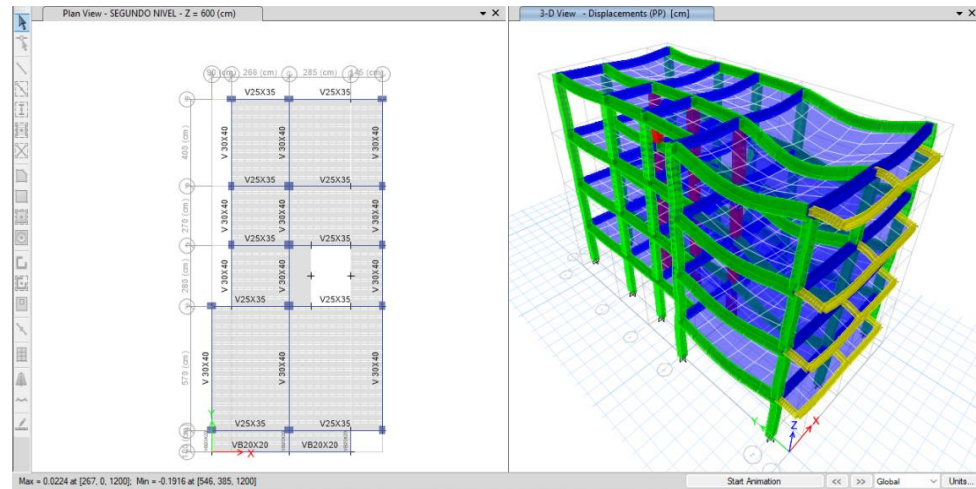


Observación: en esta foto se puede mostrar la modelación utilizando componente optimizado en una situación sin muro a fines de estudios sismorresistentes.

Después de haber realizado el modelo se corrió al software utilizando componentes estructurales.

Figura 34

Resultado del estudio arquitectónico en el primer caso / c. elemento Optimizado



Observación: esta foto evidencia el resultado de estudio estructuralizado utilizando componente optimizado para el estudio sin muro en el caso de sismorresistencia.

Después de analizar la estructura, es posible que el sistema pueda calcular de manera automática los periodos de oscilación que interactúan mediante los nodos

Tabla 17

Periodo en función de los nodos estructurales en el caso 1 utilizando elemento Optimizado

Modos	Período secciones
01	0.438
02	0.371
03	0.365
04	0.147
05	0.128
06	0.124
07	0.086
08	0.077
09	0.072
10	0.062
11	0.056
12	0.051

Observación: en esta tabla se puede demostrar el periodo de vibraciones naturales utilizando elemento optimizado en el contexto de no utilizar muro para el estudio de sismorresistencia.

Después de tener el periodo de vibraciones de las estructuras se especificará el modo de vibraciones, encontrados en el eje X e Y en casos contrarios a las estructuras presentarán irregularidades torsionales.

Tabla 18

Periodos fundamentales sobre vibraciones de las estructuras primer caso

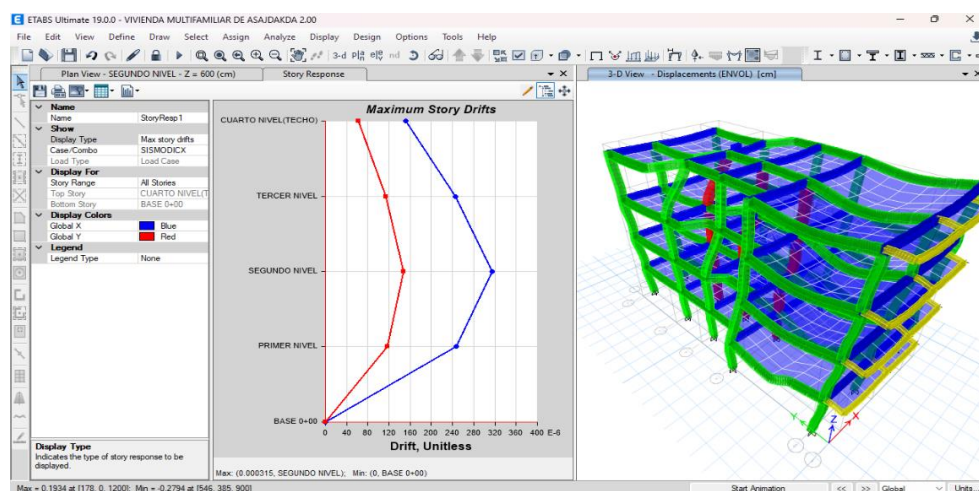
Periodos	Tx	Ty
fundamentales	0.438	0.371

Observación: acá se puede ver el periodo de vibraciones naturales principalmente relacionados con el elemento optimizado en los casos de no utilizar muros en los estudios sismorresistentes.

Después de corregir los factores de escalas, se procederá a estudiar la derivada de los entrepisos, puesto que no deberían ser superadas a los valores indicados en la regla E030, lo cual indicaría que las vigas de hormigón no deben superar el 0.007.

Figura 35

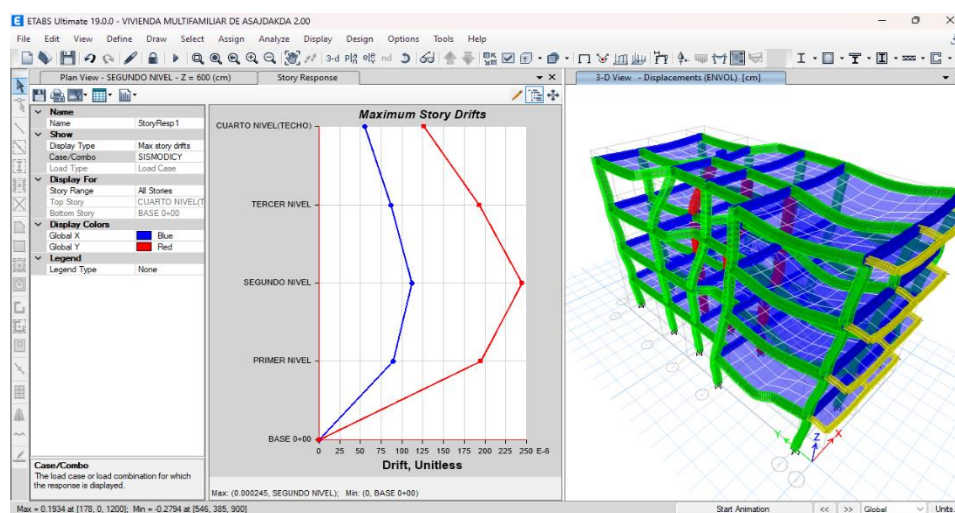
Derivas máximas elásticas de los entrepisos X-X, 1er caso con elemento Optimizado



Observación: esta foto demuestra la derivada elástica de los entresijos X-X mediante el elemento optimizado para la situación sin muro en el estudio de sismorresistencia.

Figura 36

Derivaciones máximas elásticas de entresijos Y-Y primer caso



Observación: esta imagen da a conocer la derivada elástica de los entresijos Y-Y con el elemento optimizado en la situación de no utilizar muro en el estudio de sismorresistencia.

Tabla 19

Derivas máximas inelásticas de pisos, caso 1

Derivas X-X	0.0021
Derivas Y-Y	0.0018

Observación: En esta tabla se evidencia la derivada elástica de los entresijos utilizando elemento optimizado en la situación de no utilizar muro en el estudio de sismorresistencia.

Observamos a la desviación en todas las direcciones se ajustan a las regulaciones E030 en el uso de la estructura de pórtico que carecen de panel aislante estructural. Por lo tanto, el estudio progresivo es válido. Además, es posible seguir mejorando las estructuras, incorporando el elemento como placa o aumentando la firmeza de la columna.

Caso 2: Sistema estructural con paneles aislantes (con SIP)

Con el propósito de evaluar el estudio se empleó componentes mejorados, es fundamental considerar que realicé múltiples evaluaciones de las estructuras, variando la diferente parte del componente, tales como la columna y la viga. Este ajuste se efectuó durante una etapa de diseño inicial de elemento estructural mediante un sistema, donde notó alguna sección que no se ajustaban a los estándares del reglamento 318-14.

Tabla 20

Variaciones de dimensión Predimensionada y optimizado, caso 2

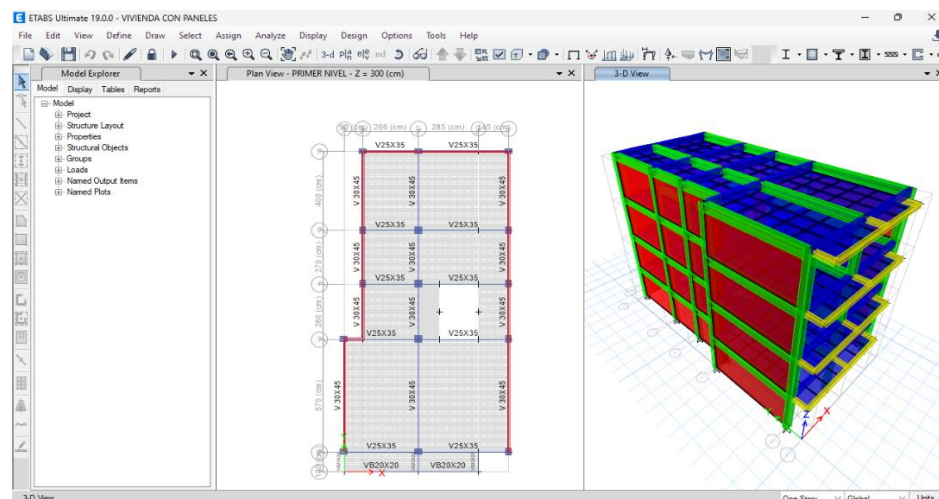
ELEMENTOS	PREDIMENSIONAMIENTOS	SECCIONES OPTIMIZADAS
VIGAS Y-Y	30X45 cm ²	30X40 cm ²

Observación: acá se da a mostrar las variaciones de la dimensión predimensionada a la vez optimizada en el uso del muro que se utilizó en el estudio de sismorresistencia.

La imagen que sigue se demuestra el cambio que se realizó, en el cual los elementos están representados por colores.

Tabla 21

Modelamientos segundo caso mediante elemento optimizado

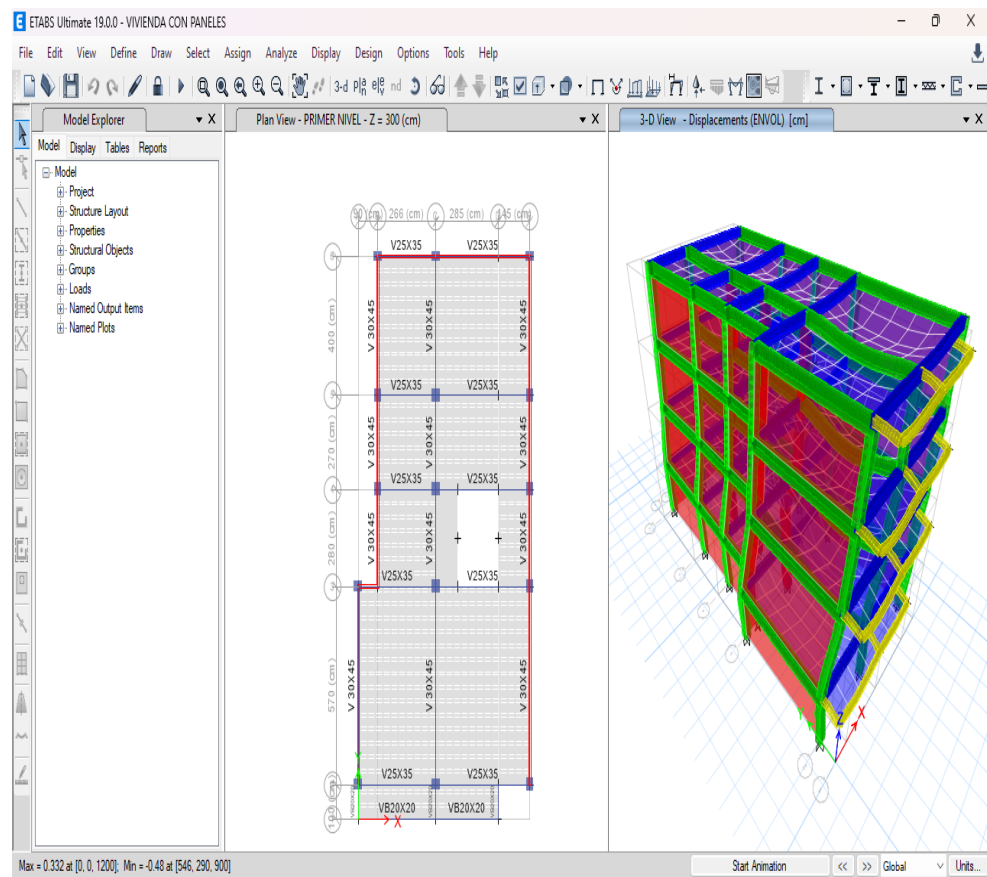


Observación: en esta foto se puede mostrar la modelación estructuralizado utilizando componente optimizado en una situación con uso muro a fines de estudios sismorresistentes.

Realizada la modelación se envía los programas con estos sistemas estructurales.

Figura 37

Resultados del análisis estructural caso 2 con elementos Optimizados



Observación: en esta foto se puede mostrar la modelación estructuralizado utilizando componente optimizado en una situación con uso muro a fines de estudios sismorresistentes.

Ya realizada la a modelación se podrá realizar el cálculo automático de los periodos de oscilación que se encuentran en los nodos.

Tabla 22

Periodo dado en nodos de estructuras en el segundo caso con elemento Optimizado

Modos	Períodos sec.
01	0.268
02	0.109
03	0.107
04	0.098
05	0.062
06	0.047
07	0.047
08	0.041
09	0.038
10	0.031
11	0.029
12	0.026

Observación: en esta tabla se puede demostrar el periodo de vibraciones estructurales utilizando elemento optimizado en el contexto de utilizar muro para el estudio de sismorresistencia.

Después de tener el periodo de vibraciones de las estructuras se especificará el modo de vibraciones encontrados en el eje Y y X en casos contrarios a las estructuras presentaran irregularidades torsionales

Tabla 23

Periodos fundamentales de las vibraciones de estructuras caso dos

periodos	Tx	Ty
fundamentales	0.268	0.109

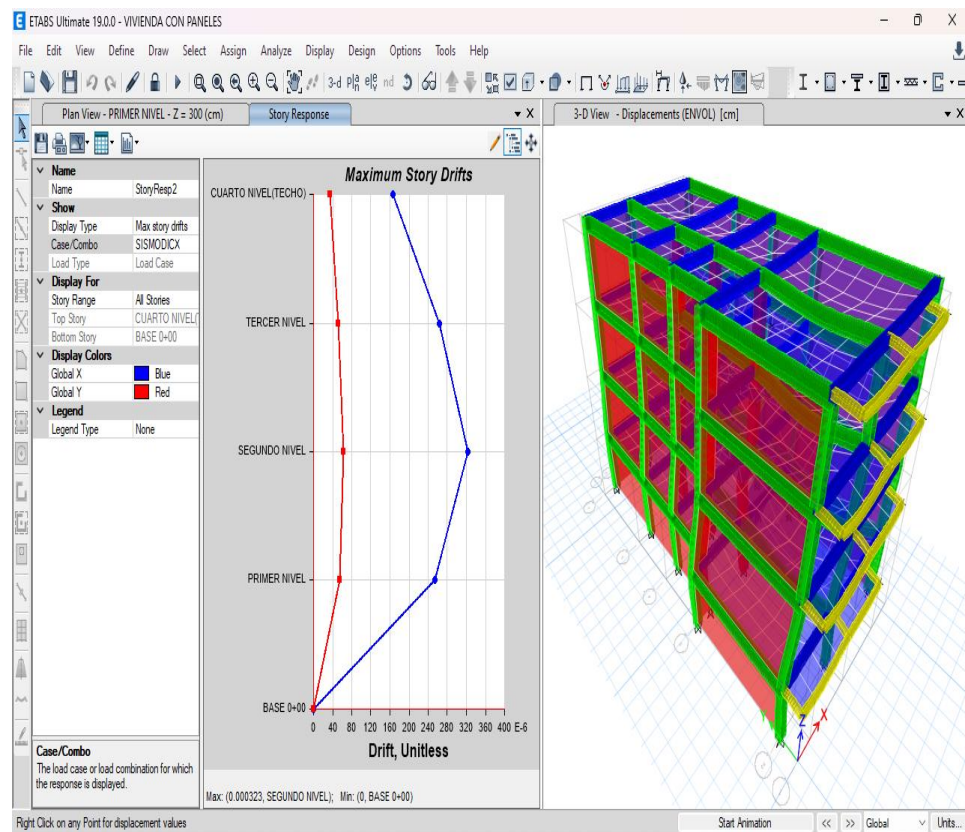
Observación: acá se puede ver los periodos de vibraciones estructurales principalmente relacionados con el elemento optimizado en los casos de utilizar muros en los estudios sismorresistentes.

Dado este resultado obtenido en el período de vibraciones en el modelo uno muestra que dicho período debe ser inferiores a 0.5 segundos. Esto nos lleva a la conclusión que no tiene distorsión significativa. Para el paso siguiente llevaremos a cabo a realizar unos estudios estáticos, el cual permitirá posteriormente ajustar el factor de escala.

En este contexto, estableceremos el caso de sismorresistencia estática en ambos ejes, X-X e Y-Y, tal cual se ilustra en dicha figura siguiente. Tras realizar la corrección del factor de escala, procederemos a examinar las derivas entre los pisos, la cual no deberían exceder un límite estipulado en la regla E030, donde establece que, ante pórtico estructurado, sus valores deben ser inferior a 0.007

Figura 38

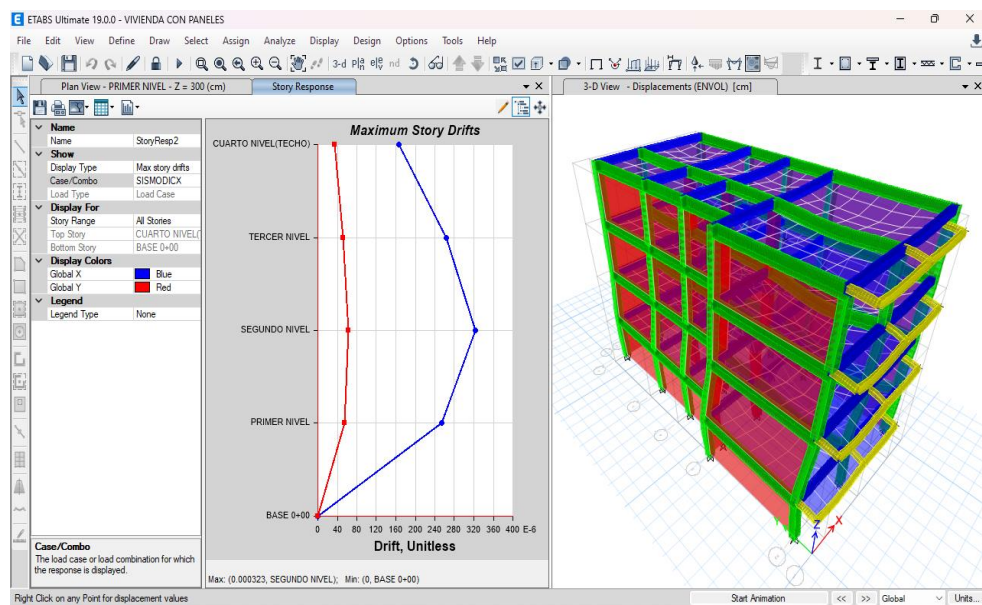
Derivación máxima elásticas de entrepisos X-X, caso 2 con elemento Optimizados



Observación: esta imagen da a conocer la derivada elástica de los entrepisos Y-Y con el elemento optimizado en la situación de utilizar muro en el estudio de sismorresistente.

Figura 39

Derivas máximas elásticas de entrepisos Y-Y segundo caso con elemento Optimizado



Observación: Observación: esta imagen da a conocer la derivada elástica de los entrepisos Y-Y con el elemento optimizado en la situación de utilizar muro en el estudio de sismorresistente.

Tabla 24

Derivas máximas inelásticas de pisos, dos casos con elemento Optimizado

Derivas X-X	0.0021
Derivas Y-Y	0.0003

Observación: En esta tabla se evidencia la derivada elástica de los entrepisos utilizando elemento optimizado en la situación de no utilizar muro en el estudio de sismorresistente.

Observamos como la desviación en todas las direcciones se ajustan a las especificaciones E030 para los sistemas de hormigones armados, que establece límites de mejor que 0.007. Esto sugiere que el análisis dinámico se realiza adecuadamente; sin embargo, existe la posibilidad de mejorar este resultado ajustando la dimensión estructural.

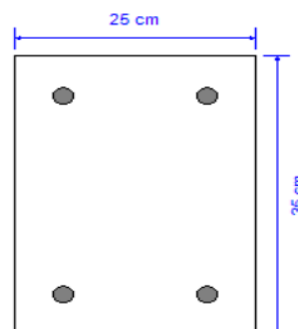
4.2.4 DISEÑO ESTRUCTURALIZADO

Llevando a cabo los diseños del componente estructural, se utilizará la regla ACI 318-14, la cual está integrada en las capacidades del software ETABS. Es esencial que el parámetro de diseños se ingrese correctamente para que no haya posible error o un excesivo dimensionamiento en el proceso de diseño. Considerando el análisis realizado anteriormente y habiendo optimizado los elementos para que se ajusten a las regulaciones del diseño sismorresistente E030, nos dedicaremos a los diseños de elemento de los sistemas estructurales sobre albañilerías confinadas. Tal sistema ha mostrado resultados más favorables y presenta dimensiones más reducidas, lo que contribuye a disminuir el costo total de las estructuras.

Vigas principales 25X35cm²

Figura 40

Vigas 25X35cm²-ETABS

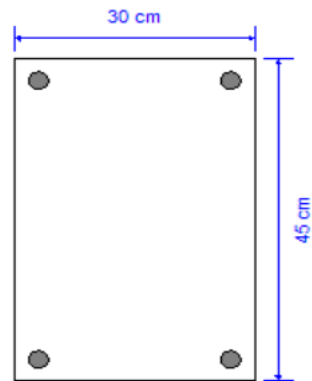


Observación: en esta foto se demuestra el detalle de las vigas 25x35 cm² de las estructuras utilizando muro en los diseños sismorresistentes.

Vigas Principales 30X40cm²

Figura 41

Vigas 30X40cm²-ETABS

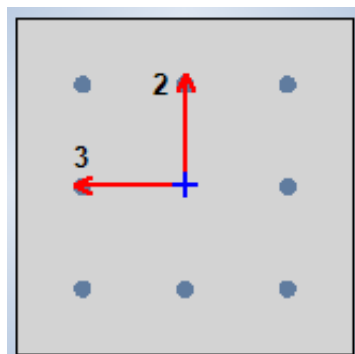


Observación: en esta foto se demuestra el detalle de las vigas 30x45cm² de las estructuras utilizando muro en los diseños sismorresistentes.

Columnas 40X40 cm²

Figura 42

Columnas 40X40cm²-ETABS

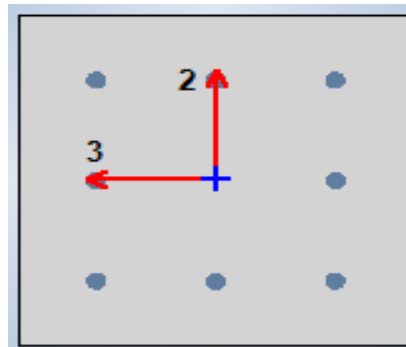


Observación: en esta foto se demuestra el detalle de las vigas 40x40cm² de las estructuras utilizando muro en los diseños sismorresistentes.

Columna 30X40 cm²

Figura 43

Columna 30X40cm2-ETABS



Observación: en esta foto se demuestra el detalle de las vigas 35x40cm de las estructuras utilizando muro en los diseños sismorresistentes.

Una vez que hemos establecido los componentes que se examinarán en el diseño, notificaremos al programa la normativa que se utilizara en los diseños mencionado previamente, aplicaremos la regla de los diseños ACI 318-14, tal cual se muestra en las imágenes.

Figura 44

Preferencia de normas de diseño en ETABS

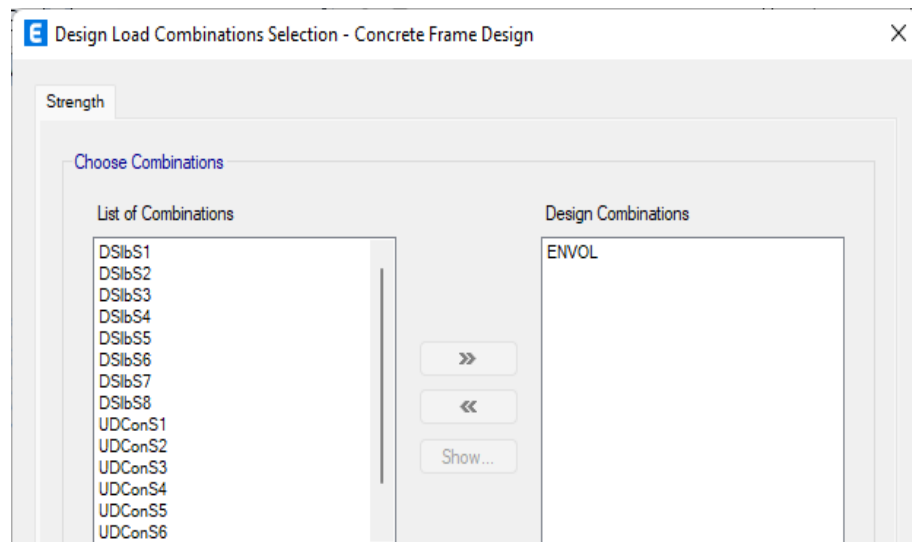
	Item	Value	
► 01	Design Code	ACI 318-14	The selected design code. Subsequent design is based on this selected code. Explanation of Color Coding for Values Blue: Default Value
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All	
03	Number of Interaction Curves	24	
04	Number of Interaction Points	11	
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes	
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes	
07	Seismic Design Category	D	
08	Design System Omega0	2	
09	Design System Rho	1	
10	Design System Sds	0.5	
11	Consider ICC-ES ESR-2107	No	
12	Phi (Tension Controlled)	0.9	
13	Phi (Compression Controlled Tied)	0.65	
14	Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75	
15	Phi (Shear and/or Torsion)	0.75	
16	Phi (Shear Seismic)	0.6	
17	Phi (Joint Shear)	0.85	
18	User Defined Allowable PT Stresses?	No	

Observación: esta foto evidencia la preferencia de norma de los diseños ETABS mediante la estructura haciendo uso de muro indicado por los diseños sismorresistentes.

De la anterior imagen es posible establecer otra característica en los diseños bajo condiciones de compresiones y tensiones; sin embargo, optaremos por no modificar estos valores, ya que están determinados por la norma. A continuación, especificaremos las combinaciones de carga deseada que el software ha utilizado para proporcionarnos el dato sobre las áreas de aceros; en nuestros casos, utilizaremos la combinación de la envolvente.

Figura 45

Combinaciones de diseño ETABS

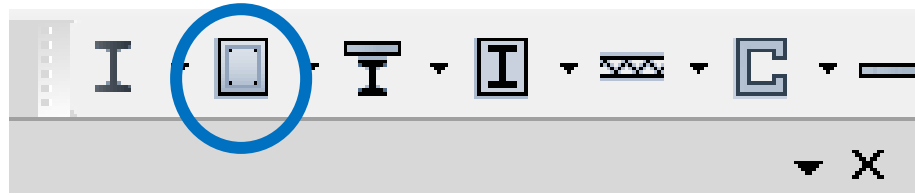


Observación: esta foto se ve como la combinación de los diseños ETABS estructurada utiliza muro ante los diseños sismorresistentes.

Al final, terminado la configuración de parámetro ante los diseños procederemos decir a los programas que brindes el dato de la cantidad de elementos.

Figura 46

Opciones de diseños-ETABS

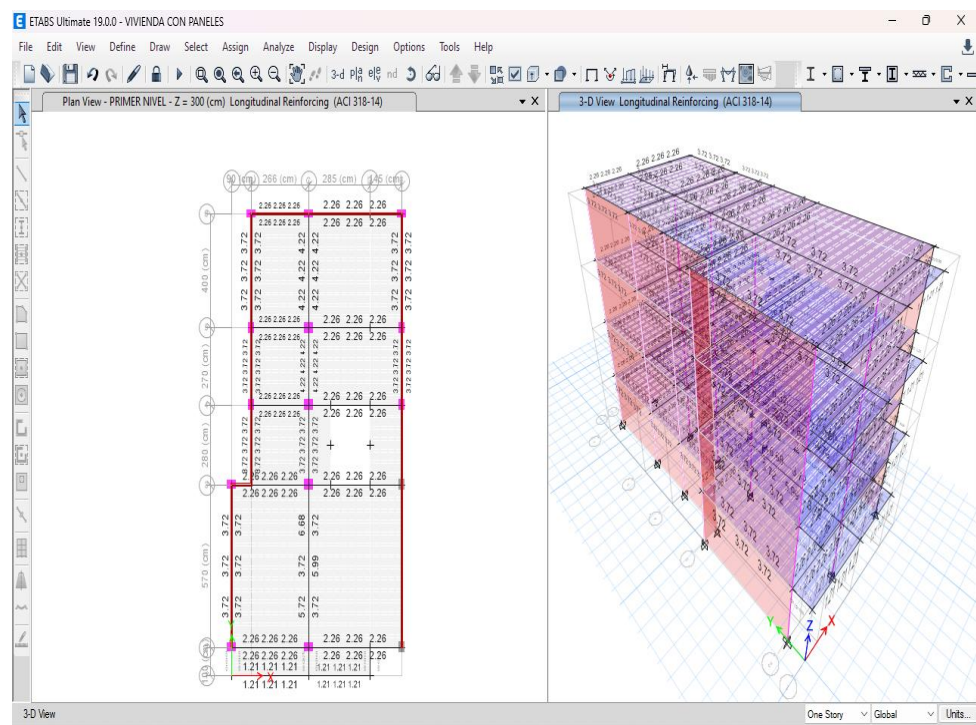


Observación: esta foto se ve como los diseños ETABS estructurada utiliza muro ante los diseños sismorresistentes.

Marcamos en cada opción y conocemos los aceros mínimos para las secciones.

Figura 47

Resultado de aceros para viga-columna



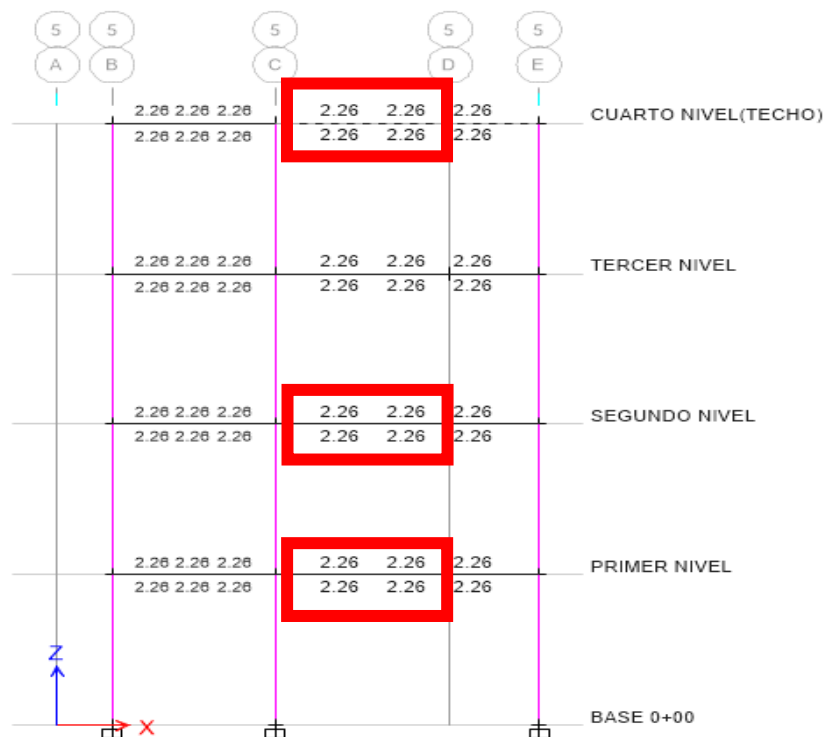
Observación: en esta foto se puede mostrar la modelación estructural de los aceros en columna y viga utilizando componente optimizado en una situación con uso muro a fines de estudios sismorresistentes.

Aceros para las Vigas principales 25X35 cm²

Al analizar el resultado proporcionados por la aplicación, es evidente que se alinean mediante los estándares ACI 318-14. Además, lograron un resultado comparable en cuanto a cantidad de aceros en el diferente eje de las estructuras. Con tal de evitar la repetición excesiva en los procedimientos, por lo que se ha decidido rehacer el cálculo únicamente a los números de varilla de aceros longitudinales en las secciones que presenta mayor riesgo crítico.

Figura 48

Aceros para las Vigas principales 25X35 cm²



Observación: en esta foto la cantidad de aceros en la columna y viga ETABS de manera estructural utilizando muro para los diseños sismorresistentes.

En la foto presentada se puede ver en la sección del eje 5-5 se obtiene dada cantidad constante de aceros. Por lo tanto, elegiremos un escenario mucho más crítico para determinar los números de varilla

necesarias en esta sección. Este mismo patrón en la cantidad de acero se señala a lo largo de todos los tramos de los demás ejes. Ahora procederemos a calcular cuántas varillas son necesarias para las vigas principales, que tiene dimensiones 25X35 cm², donde se requerirán 4.52 cm² de los aceros tanto para los refuerzos negativo como positivos. Con esta información, avanzaremos en el cálculo de las cantidades y los tamaños de la varilla de los aceros corrugados.

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIAS DE ACEROS}}{\text{AREAS DE LAS VARILLAS}}$$

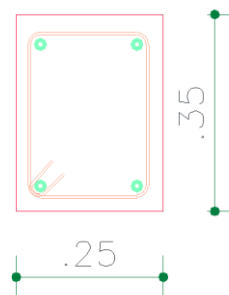
Se trabajará con los aceros de $\varnothing = 5/8"$, los cuales tienen unas áreas iguales de 1.98 cm²

$$\#VARILLA = \frac{4.52 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.29 \ll \gg 4\varnothing 5/8$$

Observamos que en la mayor parte de las secciones de las Vigas principales 25X35 cm² tienen unas cuantías de 7.92 cm². Por lo que se necesitaran 4 varilla de aceros $\varnothing = 5/8"$ tal cual lo detallo en la foto que sigue.

Figura 49

Vigas principales 25X35



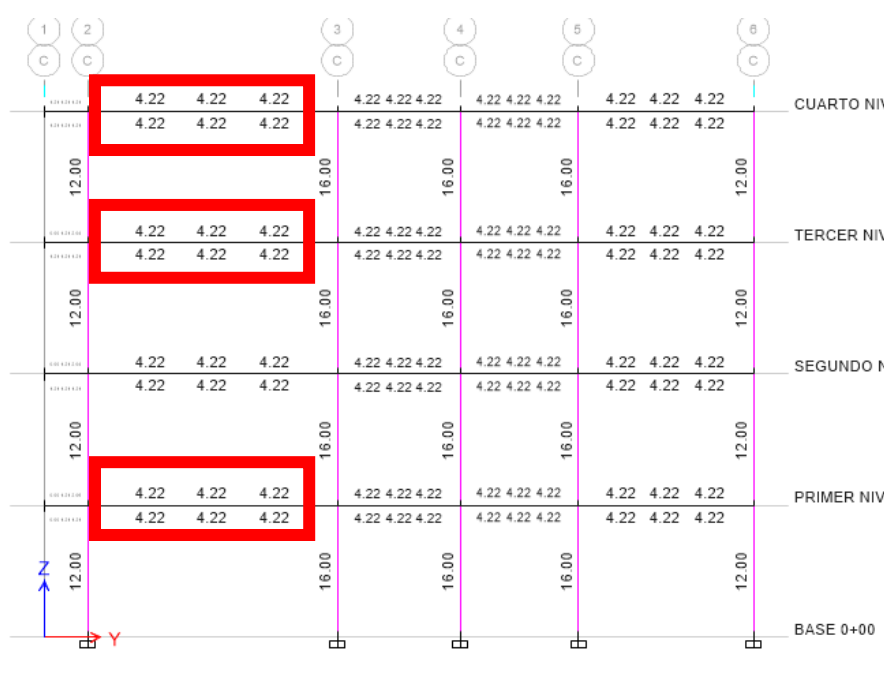
Observación: esta imagen tiene las cuantías de los aceros en la columna y viga ETABS de las estructuras utilizando muro SIP el cual será utilizado en los diseños sismorresistentes.

Aceros para las Vigas principales 30X40 cm²

Al analizar las respuestas generadas por el sistema, constatamos que se adhieren a especificaciones de ACI 318-14. Por otro lado, se obtuvo resultado semejante en relación con las cantidades de los aceros en diversos ejes de las estructuras. Para evitar la repetición excesiva del proceso, se ha decidido realizar otro cálculo con los números de la varilla de los aceros longitudinales en las secciones mayormente críticas.

Figura 50

Aceros para las Vigas principales 30X40 cm²



Observación: en esta foto la cantidad de aceros en la columna y viga ETABS de manera estructural utilizando muro para los diseños sismorresistentes.

Dicha foto la cual estoy analizando, se puede notar la sección de eje 1-1 se obtiene la cantidad constante de los aceros; dada esta razón, seleccionaremos al escenario menos favorable para determinar cuántas varillas se requieren para ese segmento. Este mismo patrón se manifiesta a lo largo de los tramos de los otros ejes.

Ahora procederemos a calcular la cantidad de varilla necesarias para las vigas principales que mide 30X40cm². Por otro lado, para este tipo de esfuerzos negativos, necesitaremos 4.22cm² de los aceros, y la

misma cantidad será necesaria para el refuerzo positivo. Con esta información, podemos avanzar en el cálculo de las cantidades y dimensiones de la varilla de los aceros corrugados.

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIAS DE ACEROS}}{\text{AREAS DE LAS VARILLAS}}$$

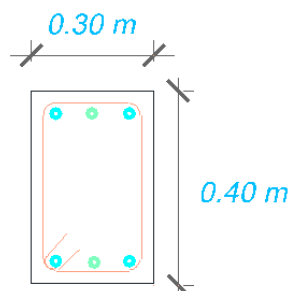
Trabaje con los aceros $\varnothing = 5/8"$ lo cuales son de áreas iguales a 1.98 cm^2

$$\#VARILLA = \frac{8.44 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 4.27 \ll \gg 6\varnothing 5/8$$

Podemos ver que las secciones de las Vigas principales $30 \times 40 \text{ cm}$ tienen tal cantidad de un 11.88 cm^2 . Por lo tanto, solo se necesita 6 varillas de aceros $\varnothing = 5/8"$ tal cual se observa en las siguientes figuras.

Figura 51

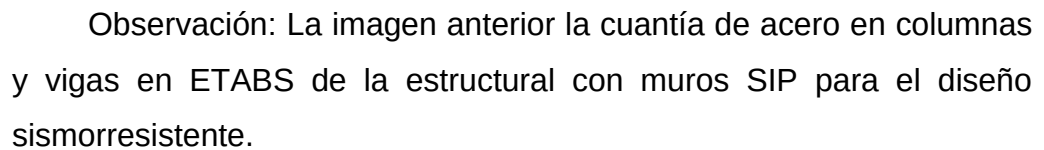
Vigas principales $30 \times 40 \text{ cm}^2$



Observación: La imagen anterior la cuantía de acero en columnas y vigas en ETABS de la estructural con muros SIP para el diseño sismorresistente.

Adicional a ello también se puede calcular el acero para las vigas chatas las cuales se realizará de la misma manera que los anteriores elementos.

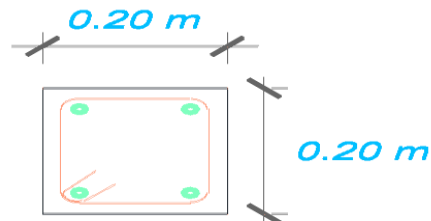
Acero para la Viga chata de 20X20 cm2


$$\#VARILLA = \frac{CUANTIAS\ DE\ ACEROS}{AREAS\ DE\ LAS\ VARILLAS}$$
$$\#VARILLA = \frac{2.42 \text{ cm}^2}{1.27 \text{ cm}^2} = 1.92 \ll \gg 4\phi 1/2$$

Vemos que en toda la sección de la Viga chata o viga de borde de 20X20 cm² tiene una cuantía de 5.08 cm². Entonces necesitará 4 varillas de acero de 1/2" como se detalla en la siguiente figura.

Figura 53

Viga chata de 20X20 cm²

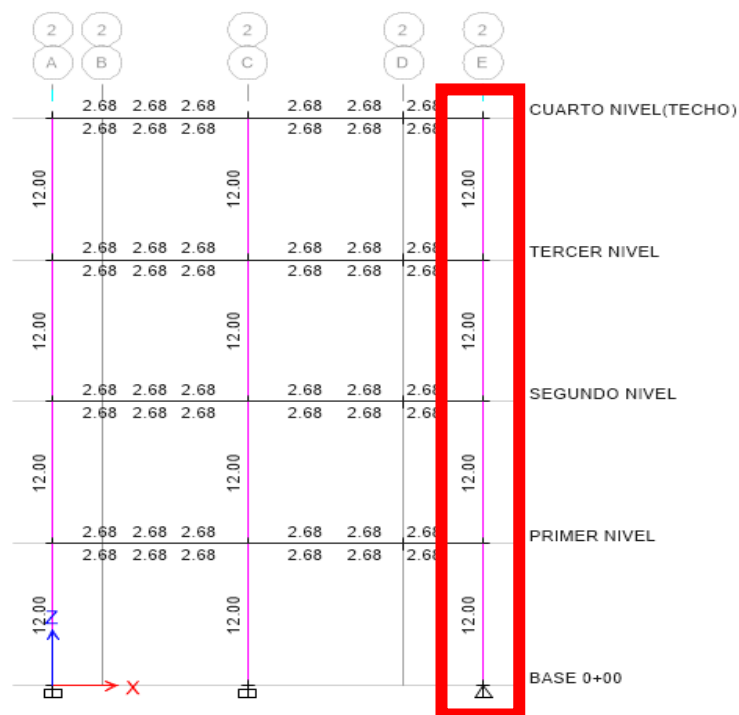


Observación: La imagen anterior la cuantía de acero en columnas y vigas en ETABS de la estructural con muros SIP para el diseño sismorresistente.

Acero para Columna 30x40 cm²

Figura 54

Acero para Columna 30X40 cm²



Observación: La imagen anterior la cuantía de acero en columnas y vigas en ETABS de la estructural con muros SIP para el diseño sismorresistente.

Al igual que se llevó a cabo el cálculo de varillas para la viga, en esta ocasión determinaremos la cantidad de varillas necesarias para la columna de 30X40 cm². Se identificará la sección más crítica, que se localiza en el eje 2-2, como se detalla en la imagen. Para esto, es necesario contar con 12. 00 cm² de acero longitudinal. Con esta información, avanzaremos en el cálculo de la cantidad y las dimensiones de las varillas de acero corrugado.

$$\#VARILLAS = \frac{\text{CUANTIAS DE ACEROS}}{\text{AREAS DE LAS VARILLAS}}$$

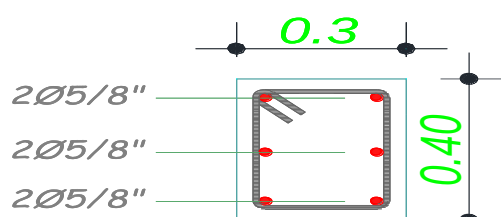
Se trabajará con los aceros 5/8" que son de las mismas áreas iguales a 1.98 cm²

$$\#VARILLA = \frac{12.00 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} \ll \gg 6\phi 5/8 = 11.88 \text{ cm}^2$$

Se necesitará 6 varillas 5/8" para las columnas 30 X 40 cm², y dichas distribuciones de aceros serán las siguientes

Figura 55

Detalle de las Columnas 30X40 cm²



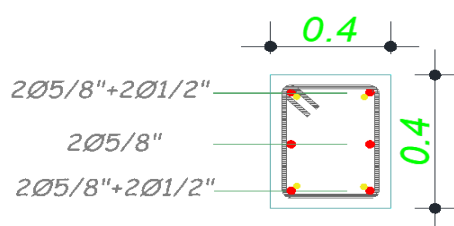
Observación: esta foto demuestra la cantidad de los aceros en la columna y viga ETABS de la estructura utilizando muro ante los diseños sismorresistentes.

$$\#VARILLA = \frac{17.64 \text{ cm}^2}{1.98 X + 1.27 Y \text{ cm}^2} \ll \gg 4\phi 5/8 + 8\phi 1/2 = 18.08 \text{ cm}^2$$

Se necesitará 4 varillas 5/8" y 8 varillas 1/2" para las columnas 40 X 40 cm², las distribuciones de los aceros son:

Figura 57

Detalle de las Columnas 40X40 cm²



Descripción: esta foto demuestra la cantidad de los aceros en la columna y viga ETABS de la estructura utilizando muro ante los diseños sismorresistentes.

4.2.5 Estudio de costos estructurales del sistema en Yanag.

Las estimaciones de costo propuestas se basan los precios por metros cuadrados de los sistemas estructurales, de acuerdo IDIC de Lima, Perú, así como el valor de referencia ante diversos tipos sistemáticos constructivos. La cantidad de resultante no incluyen costo general relacionados con los clientes, diseños ni direcciones técnicas, ya que se toman en cuenta el gasto por las manos de obras y material. Estos datos que se presentan se limitan a los costos asociados con la construcción y no incluyen los de acabado, puesto que estos últimos se mantienen sin alteraciones al momento que finaliza los procesos de las construcciones del sistema en Yanag. (Se puede consultar el análisis de costos unitarios).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La tesis presentada propone la hipótesis general “Evaluación de un proceso de construcción utilizando paneles aislantes estructurales para optimizar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024”. A lo largo de esta investigación, se examinó dos modelos de cada tipo de entrepiso. Estos modelos fueron evaluados repetidamente en el software ETABS hasta alcanzar dimensiones óptimas y resultados que cumplieran con la normativa E030. Los hallazgos indicaron que la implementación de paneles aislantes estructurales en un edificio de cuatro niveles ofrece un comportamiento estructural superior en comparación con el método convencional de concreto armado en pórticos. Esta superioridad fue comprobada tanto en términos de derivas como en fuerzas cortantes. Además, se llevó a cabo un análisis de costos comparativo de diferentes elementos de los sistemas estructurales de Yanag, concluyendo que la adopción de paneles aislantes estructurales resulta ser más rentable.

Tabla 25

S/C SIP versus – periodos

	(S) SIP		(C) SIP	
	Tx	Ty	Tx	Ty
periodos fundamentales	0.438	0.371	0.268	0.109

Observación: La tabla anterior muestra la comparación del periodo fundamental de vibración entre los sistemas con SIP y sin SIP; para la estructura sin SIP Tx es el periodo fundamental en la dirección X-X siendo de 0.438 y Ty es el periodo fundamental en la dirección Y-Y siendo de 0.371; para la estructura con SIP Tx es el periodo fundamental en la dirección X-X siendo de 0.268 y Ty es el periodo fundamental en la dirección Y-Y siendo de

0.109; entre los dos sistemas el que menor periodo presenta es la estructura con SIP.

En la anterior tabla se puede apreciar que emplear paneles aislantes estructurales reduce el periodo fundamental de vibración.

Tabla 26

S/C SIP – derivas

	(S)SIP	(C) SIP
Derivas X-X	0.0021	0.0021
Derivas Y-Y	0.0018	0.0003

Observación: La tabla anterior muestra la comparación de las derivas inelásticas entre los sistemas con SIP y sin SIP; para la estructura sin SIP deriva X-X es la deriva inelástica en la dirección X-X siendo de 0.0021 y deriva Y-Y es la deriva inelástica en la dirección Y-Y siendo de 0.0018; para la estructura con SIP deriva X-X es la deriva inelástica en la dirección X-X siendo de 0.0021 y deriva Y-Y es la deriva inelástica en la dirección Y-Y siendo de 0.0003; entre los dos sistemas el que menor deriva presenta es la estructura con SIP.

En la anterior tabla vemos que en el sentido X-X Yanag poseen una deriva inelástica similar, pero esto se diferencia en la dirección Y-Y presentando el sistema con paneles aislantes una menor deriva.

Tabla 27

S/C SIP – desplazamientos

	(S) SIP		(C) SIP	
	Dir. - X	Dir. - Y	Dir. - X	Dir. - Y
CUARTO	0.2855	0.2252	0.3010	0.0346
TERCER	0.2412	0.1887	0.2531	0.0307
SEGUNDO	0.1682	0.1315	0.1757	0.0224
PRIMERO	0.7820	0.0586	0.0794	0.0109
BASE	0	0	0	0

Observación: Es importante señalar que la tabla anterior ilustra la comparación del desplazamiento lateral entre las estructuras que incorporan SIP y las que no. En el caso de la estructura sin SIP, el desplazamiento lateral en la dirección X-X es de 0.2855 cm, lo que representa el desplazamiento máximo en esta dirección, mientras que para la dirección Y-Y, el desplazamiento máximo es de 0.2252 cm. Por otro lado, en la estructura que sí incluye SIP, el desplazamiento lateral en la dirección X-X alcanza un máximo de 0.3010 cm, y en la dirección Y-Y, el máximo es de 0.0346 cm. Al comparar ambos sistemas, se observa que la estructura con SIP presenta el menor desplazamiento

De la anterior tabla se puede apreciar que el sistema con paneles aislantes posee menor desplazamiento en el eje X-X, de la misma manera sucede en el eje Y-Y el cual que el sistema con paneles aislantes posee mejor desplazamiento.

Tabla 28

S/C SIP - fuerzas cortantes

	(S) SIP		(C) SIP	
	Dir. - X	Dir. - Y	Dir. - X	Dir. - Y
CUARTO	43.96	49.05	33.43	37.40
TERCER	81.00	81.72	78.08	82.92
SEGUNDO	127.63	122.03	111.66	115.81
PRIMER	140.65	146.47	135.39	131.17
BASE	0	0	0	0

Observación: La tabla presentada anteriormente ilustra la comparación de las fuerzas de corte entre las estructuras con y sin SIP. Para la estructura que no utiliza SIP, en la dirección X-X, la fuerza de corte máxima alcanza 140.65 toneladas, mientras que en la dirección Y-X, la fuerza máxima se sitúa en 146.47 toneladas. En contraste, la estructura que incorpora SIP muestra una fuerza de corte máxima de 135.39 toneladas en la dirección X-X y de 131.17 toneladas en la dirección Y-X. De esta manera, se puede concluir que la estructura con SIP presenta menores fuerzas cortantes en comparación con la que no las incluye.

En la tabla anterior, se observa que el sistema que utiliza paneles aislantes presenta una menor fuerza cortante en los ejes X-X e Y-Y en comparación con el sistema tradicional. Finalmente, se llevó a cabo un análisis comparativo de los costos totales necesarios para cada tipo de estructura. Se determinó que el sistema sin paneles aislantes requiere una inversión de S/ 225,270.30 soles, mientras que la opción con paneles aislantes solo necesita S/ 156,567.44 soles por metro cuadrado, lo que la convierte en la alternativa más económica.

De acuerdo con Contreras (2019), la implementación de paneles aislantes en estructuras de concreto armado contribuye a mejorar el periodo de vibración natural de la edificación. En contraste, el uso de un sistema de entramado de madera incrementa este periodo de forma notable, dado que el peso del sistema de panel sándwich es de 120,00 kg/m² en comparación con 165,50 kg/m² del sistema de entramado de madera. Esta relación se utiliza para evaluar los efectos de la acción sísmica generada por el viento, que actúa como la carga horizontal principal sobre la infraestructura. Ambos tipos de construcción presentan cortos periodos de vibración primaria en las direcciones X e Y, con costos que se aproximan a los valores del 38% estipulados por la norma E. 030.

Según Rojas (2018), su investigación busca ofrecer una solución a los problemas más relevantes que enfrentan los hogares en la ciudad de Puno, utilizando paneles aislantes en viviendas unifamiliares de entre 3 y 4 niveles. En su estudio, se omitió casi por completo el uso de agua potable en el proceso de construcción, salvo para la fundación. Aunque el agua estaba contemplada en el diseño de la mezcla de cemento, solo se utilizó en esta etapa, lo que viabiliza la construcción en seco y contribuye a reducir la contaminación durante la obra. Además, se evita la polución ambiental generada por desechos típicos en la edificación de hormigón armado, derivados principalmente de materiales como cemento, arena, ladrillos, acero, clavos y cables. Al final, se concluyó que los sistemas de paneles aislantes son más rentables que los métodos tradicionales de concreto armado en Puno.

La tesis titulada “Evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024” tiene como objetivo principal analizar el comportamiento estructural del entrepiso entre el sistema convencional sin paneles aislantes y aquel que los incluye, en el contexto del diseño y análisis de un edificio de 4 niveles.

Este trabajo de investigación se dividirá en cuatro secciones fundamentales necesarias para una adecuada evaluación. En la primera sección, se llevó a cabo un estudio en el lugar, en el cual se recopilaron datos relevantes para el análisis sismorresistente, tales como el estudio del suelo y la topografía de la zona, con el propósito de evaluar las características mecánicas del terreno.

La segunda sección de la tesis comenzó con la elaboración de la distribución arquitectónica, basándose en la normativa A010, que proporciona las directrices esenciales para el diseño de este tipo de construcciones.

La tercera sección de la tesis se centrará en el predimensionamiento de los componentes estructurales, que incluye tanto las losas como la configuración general de la estructura. Con estos parámetros establecidos, se procederá a llevar a cabo el modelado en ETABS, seguido de un análisis dinámico. Para este propósito, se desarrollaron dos modelos distintos, uno para cada tipo de sistema de entrepiso, resultando en los siguientes hallazgos:

El período fundamental de la estructura sin paneles de aislamiento es de 0.438 en el eje X-X y de 0.371 en el eje Y-Y. En contraste, para el sistema estructural que incorpora paneles de aislamiento, los valores son de 0.268 para el eje X-X y 0.109 en el eje Y-Y.

En cuanto a la deriva inelástica, se obtuvo un resultado de 0.0021 en el eje X-X y 0.0018 en el eje Y-Y para la estructura sin paneles de aislamiento, mientras que, para la estructura con dichos paneles, fue de 0.0021 para el eje X-X y 0.0003 para el eje Y-Y.

El desplazamiento máximo registrado para la estructura sin paneles aislantes fue de 0.2855 cm en el eje X-X y de 0.2252 cm en el eje Y-Y; por

otro lado, el sistema estructural con paneles aislantes mostró un desplazamiento de 0.301 cm para el eje X-X y de 0.0346 cm para el eje Y-Y.

La máxima fuerza cortante calculada para la estructura sin paneles aislantes fue de 140.65 toneladas en el eje X-X y 146.470 toneladas en el eje Y-Y; en comparación, el sistema estructural que utiliza paneles aislantes presentó 135.39 toneladas en el eje X-X y 131.170 toneladas en el eje Y-Y.

Finalmente, se realizó un análisis comparativo de los costos totales requeridos para cada sistema estructural, donde se determinó que el sistema sin paneles aislantes necesita S/ 225,270.30 soles, mientras que el sistema con paneles aislantes requiere S/ 156,567.44 soles por metro cuadrado, haciendo de este último la opción más económica.

CONCLUSIONES

- Se determina que la incorporación de paneles aislantes estructurales en un edificio de cuatro pisos ofrece un desempeño estructural superior en contraste con el método tradicional de hormigón armado.
- Se establece que utilizar el software ETABS para el modelado estructural de una edificación con paneles aislantes optimiza el análisis de resistencia sísmica y mejora los resultados obtenidos.
- Se concluye que la aplicación de paneles aislantes estructurales en un edificio de cuatro niveles presenta una reducción en la fuerza cortante para los ejes X-X y Y-Y en comparación con el sistema habitual de concreto armado.
- Se llega a la conclusión de que el uso de paneles aislantes estructurales en un edificio de cuatro niveles muestra una menor deriva inelástica para el Yanag de la estructura en comparación con el método convencional de hormigón armado.

RECOMENDACIONES

- Se aconseja optar por el uso del Sistema de Paneles Aislantes Estructurales como una opción viable para la construcción de viviendas económicas, lo cual permitirá que familias con recursos limitados puedan acceder a la edificación de casas unifamiliares asequibles y en un periodo de tiempo reducido.
- Se sugiere también la implementación de este sistema por su solidez y capacidad para resistir movimientos sísmicos, siendo apropiado para edificios de hasta cuatro niveles. Al estar alineado con la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, garantiza que la estructura sea resistente ante posibles terremotos.
- Es importante considerar el grosor de las paredes al diseñar las instalaciones sanitarias, ya que esto podría complicar su disposición adecuada.
- Asimismo, se recomienda analizar cómo la utilización de placas puede influir positiva o negativamente en varios sistemas estructurales.
- Por último, se sugiere elaborar planos arquitectónicos y estructurales que sean claros y comprensibles, facilitando así el trabajo de los maestros de obra y operarios y minimizando la posibilidad de cometer errores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, C. Y. (2021). *Composición química de la madera de Cedrela odorata L. y su relación con las propiedades químicas del suelo en un ecosistema forestal de la parroquia Zumba provincia de Zamora Chinchipe* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23832/1/Yadira%20Mercedes%20Abad%20Cordero.pdf>
- Alarcón, C. F. (2022). *Análisis de los elementos estructurales utilizados en el diseño de una edificación de dos pisos con un sistema estructural liviano (Steel Framing)* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/3b4b52c1-8bb6-4565-a741-307ed7864ba9>
- Besednjak, A. (2009). *Materiales Compuestos*. UPC, S.L., Edicions. https://www.google.com.pe/books/edition/Materiales_Compuestos/gMSg5rURr6sC?hl=es-419&gbpv=0
- Bravo, R. G. (2023). *Implementación de paneles aislantes estructurales para una edificación de 4 niveles para mejorar el comportamiento estructural, Amarilis - Huánuco – 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco]. Repositorio UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4343>
- Caren, M. L., López, G., Guillaumet, A. A., Manavella, R. D., & Sosa, Z. A. (2023). Resistencia a la compresión paralela en madera laminada encolada de Álamo. *Revista Tecnología y Ciencia*, (47), 24-34 <http://www.scielo.org.ar/pdf/reteci/n47/1666-6933-reteci-47-24.pdf>
- Carlos, V. J. (2014). *Efectos del secado natural de la especie forestal Paliperro (Miconia barbeyana Cogniaux) bajo tinglado, mediante el sistema de apilado triangular y caballete en la zona de Tingo María* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/3b7c10c3-4e6c-4abb-9029-ac4bc8f508bf>
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. <https://concepto.de/>

- Dávila, D. E. y Hinojosa, O. C. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica para una edificación de 10 pisos utilizando aisladores o el sistema dual, av. República de Panamá – Lima* [Tesis de licenciatura, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio USMP. [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5616/davila_hinojosa%20\(abierto\).pdf?sequence=1](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5616/davila_hinojosa%20(abierto).pdf?sequence=1)
- Echavarría, C. (2023). *Diseño de estructuras de madera para ingenieros civiles y arquitectos constructores*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.google.com.pe/books/edition/Dise%C3%B1o_de_estructuras_de_madera_para_in/27PTEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Estrada, R. S. y Verde, H. J. (2020). *Análisis comparativo del diseño estructural con la aplicación del software ETABS respecto al método tradicional de un edificio de cinco pisos con semisótano ubicado en el distrito de San Martín de Porres – Lima* [Tesis de licenciatura, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio USMP. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7712/estrada_rss-verde_hjk.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fellenius, B. H. (2018). *Bases para el Diseño de Fundaciones*. https://www.google.com.pe/books/edition/Bases_para_el_Dise%C3%B1o_de_Fundaciones/dOhdDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Fuentes, T. F., Silva, G. J. y Rodríguez, A. R. (2014). *Perfil de estabilidad dimensional de las maderas primavera y Rosa Morada*. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(24), 56-69. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000400006
- García, O. F., García, del H. J. y Jiménez, T. R. (2022). *Estadística y Métodos Cuantitativos II*. Universidad de Huelva. https://www.google.com.pe/books/edition/Estadistica_y_M%C3%A9todos_Cuantitativos_II/8XeXEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- González, M. P. (2019). *Impacto ambiental en las actividades humanas*. UF0735. Editorial Tutor Formación.

https://www.google.com.pe/books/edition/Impacto_ambiental_en_las_actividades_hum/nBaJDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Hermida, C. M. (2021). *La madera: un material biológico : determinación de sus propiedades físicas y mecánicas*. Educalia Editorial.
https://www.google.com.pe/books/edition/La_madera/Ct1d0AEACAAJ?hl=es-419

Hernández, C. G. (2010). *Propiedades de la madera de especies forestales nativas y exóticas en Chile: compendio*. INFOR, Instituto Forestal.
https://www.google.com.pe/books/edition/Propiedades_de_la_madera_de_especies_for/bDM2zwEACAAJ?hl=es-419

Jiménez, P. F., Cuevas, E. I. y Morales, M. E. (2006). *Madera laminada encolada estructural: resistencia al fuego y características mecánicas*. Editorial Abecedario.
https://www.google.com.pe/books/edition/Madera_laminada_encolada_estructural/J7MUAAAACAAJ?hl=es-419

Martínez, M. C. y Galán, G. A. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. UNED.
https://www.google.com.pe/books/edition/T%C3%89CNICAS_E_INSTRUMENTOS_DE_RECOGIDA_Y_A/iITHAwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Martinez, R. I. y Vignote, P. S. (2005). *Tecnología de la madera*. Ediciones Mundi-Prensa.
https://www.google.com.pe/books/edition/Tecnolog%C3%ADa_de_la_madera/Jn-sFcOqCzwC?hl=es-419&gbpv=0

Mateo, Q. L. y Mora, R. M. (2022). *Proceso constructivo ecoeficiente mediante la utilización del sistema prefabricado de paneles SIP para la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Lima* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio UPC.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/659939/Mateo_QL.pdf;jsessionid=60ADF2AA82E32247AD774B627324C557?sequence=3

- Mejia, E., Cano, W., Pacheco, P. y Tapia, S. (2015). *Actores, aprovechamiento de madera y mercados en la Amazonía peruana*. CIFOR. https://www.google.com.pe/books/edition/Actores_aprovechamiento_de_madera_y_merc/eJ1pCwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Méndez, F. A. (2020). *Comportamiento higroscópico de la madera aserrada de ocho especies forestales de uso estructural en Pucallpa – Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU. <https://repositorio.unu.edu.pe/items/efaf1c6e-e760-40fb-8876-66c9a73f081b>
- Milanuncios. (2020). *Madera laminada*. <https://www.milanuncios.com/reformas/madera-laminada-298059741.htm>
- Miranda, J. (2 de October de 2018). *Principales aplicaciones de la fibra de madera como aislamiento en el hogar - Madera sostenible es un periódico digital para la industria española de la madera y el mueble* <https://madera-sostenible.com/madera/principales-aplicaciones-de-la-fibra-de-madera-como-aislamiento-en-el-hogar/>
- Pacini, J. C. (2021). *Estructuras de madera: Diseño, cálculo y construcción*. Nobuko. https://www.google.com.pe/books/edition/Estructuras_de_madera/e6xMEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Páramo, C. K. y Villegas, Z. L. (2021). *Estudio del desempeño sísmico y mejoramiento estructural de las viviendas de emergencia techo en las localidades ciudad Bolívar y Usme de Bogotá D.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio UCATOLICA. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/906c704d-c519-46f6-817d-58f02ffd019b/content>
- Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigacion Cientifica*. Page Publishing, Incorporated. https://www.google.com.pe/books/edition/Metodologia_de_la_Investigacion_Cientifi/SmdxEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

- RNE. (2019). *NORMA E.090*. <https://www3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- RNE. (2019). *NORMA E070*. <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>
- Rodríguez, A. LI. y González, A., García, A. (2023). *Elasticidad y resistencia de materiales I*. UNED. https://www.google.com.pe/books/edition/ELASTICIDAD_Y_RESISTENCIA_DE_MATERIALES/3qvYEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Romero, E. C. y Almache, L. M. (2022). Evaluación estructural de la iglesia patrimonial El Tambo considerando base rígida e Interacción dinámica suelo estructura. *Polo del Conocimiento*, 7(12), 3-23. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Salazar, L. L. y Matta, M. W. (2021). *Madera eucalipto en la elaboración de unidades de albañilería para la construcción de muros de viviendas en la ciudad de Huancavelica* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio <https://repositorio.unh.edu.pe/items/5cef9245-1010-4663-a321-49fb4d3e3d5e>
- Sánchez, O. S. (2021). *Diseño, implementación y evaluación de proyectos en Desarrollo Humano*. Universidad Iberoamericana. https://books.google.com.pe/books?id=hGA9EAAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PT73&dq=dise%C3%B1o+cuasi+experimental&hl=es-419&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20cuasi%20experimental&f=false
- Sevilla, A. R. (2018). *La madera laminada en la arquitectura*. Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/54403/1/TFG_Sevilla_Allende_Ramon.pdf
- Trujillo, C. J. (2023). *Pastas, morteros, adhesivos y hormigones*. EOCB0208. Bookwire GmbH.

https://www.google.com.pe/books/edition/Pastas_morteros_adhesivos_y_hormigones_E/H9fREAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Valera, N. J. (2005). *Apuntes de Física General*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.google.com.pe/books/edition/Apuntes_de_Fisica_General/1ShJLuv8IHIC?hl=es-419&gbpv=0

Vásquez, B. A. (2021). *Evaluación del comportamiento estructural de la madera tornillo dependiendo del contenido de humedad – Chiclayo* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58276/V%C3%A1squez_BAK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villarejo, A. (2002). *Así es la selva*. CETA. https://www.google.com.pe/books/edition/As%C3%AD_es_la_selva/xlR9AAAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=0&bsq=que%20es%20la%20madera%20utucuro

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Capcha Martínez, A. (2025). *Evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH

ANEXOS

ANEXO 1

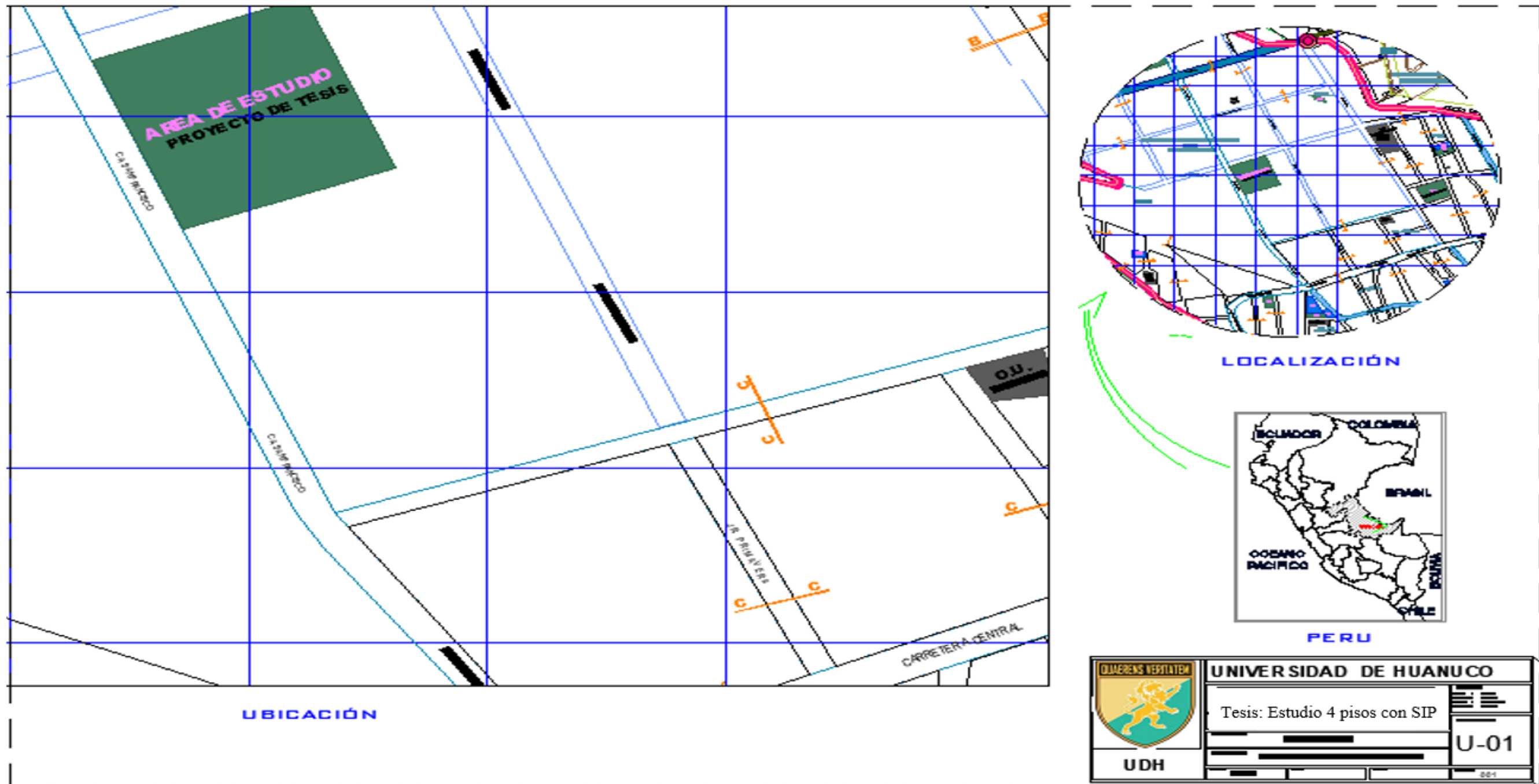
MATRIZ DE CONSISTENCIA

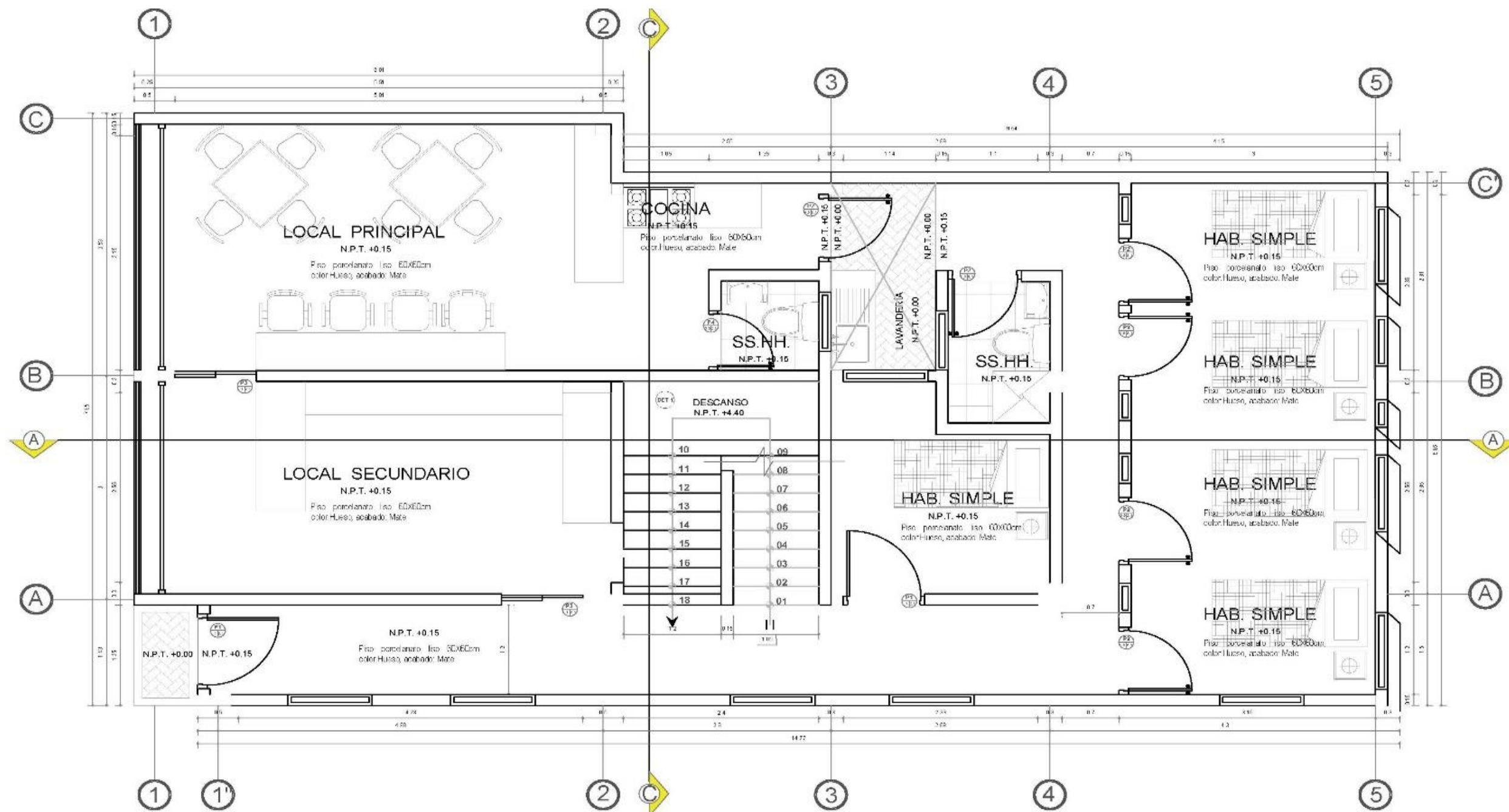
TÍTULO: EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO -2024

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente: Paneles aislantes	Comportamiento estructural Construcción	Enfoque Será cuantitativo
¿Cómo se realizará la evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024?	Realizar la evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.	Evaluación de un proceso constructivo empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024.	Variable dependiente: Diseño sismorresistente		
Problema específico:	Objetivos específicos	Hipótesis específico			Alcance o nivel
¿Cómo se realizará el modelamiento en el software ETABS de una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?	Realizar el modelamiento en el software ETABS de una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024.	El modelamiento en el software ETABS de una edificación empleando paneles aislantes estructurales influye significativamente para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024.		E030 diseño sismorresistente Elementos estructurales	Descriptiva y Explicativa
¿Cómo se determinará las fuerzas sísmicas presentes en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?	Determinar las fuerzas sísmicas presentes en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco - 2024.	Las fuerzas sísmicas presentes en una edificación empleando paneles aislantes estructurales influye significativamente para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.			Diseño
¿Cómo se determinará las derivas de entrepiso en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024?	Determinar las derivas de entrepiso en una edificación empleando paneles aislantes estructurales para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.	Las derivas de entrepiso en una edificación empleando paneles aislantes estructurales influye significativamente para mejorar el diseño sismorresistente, Yanag - Huánuco -2024.			Es no experimental

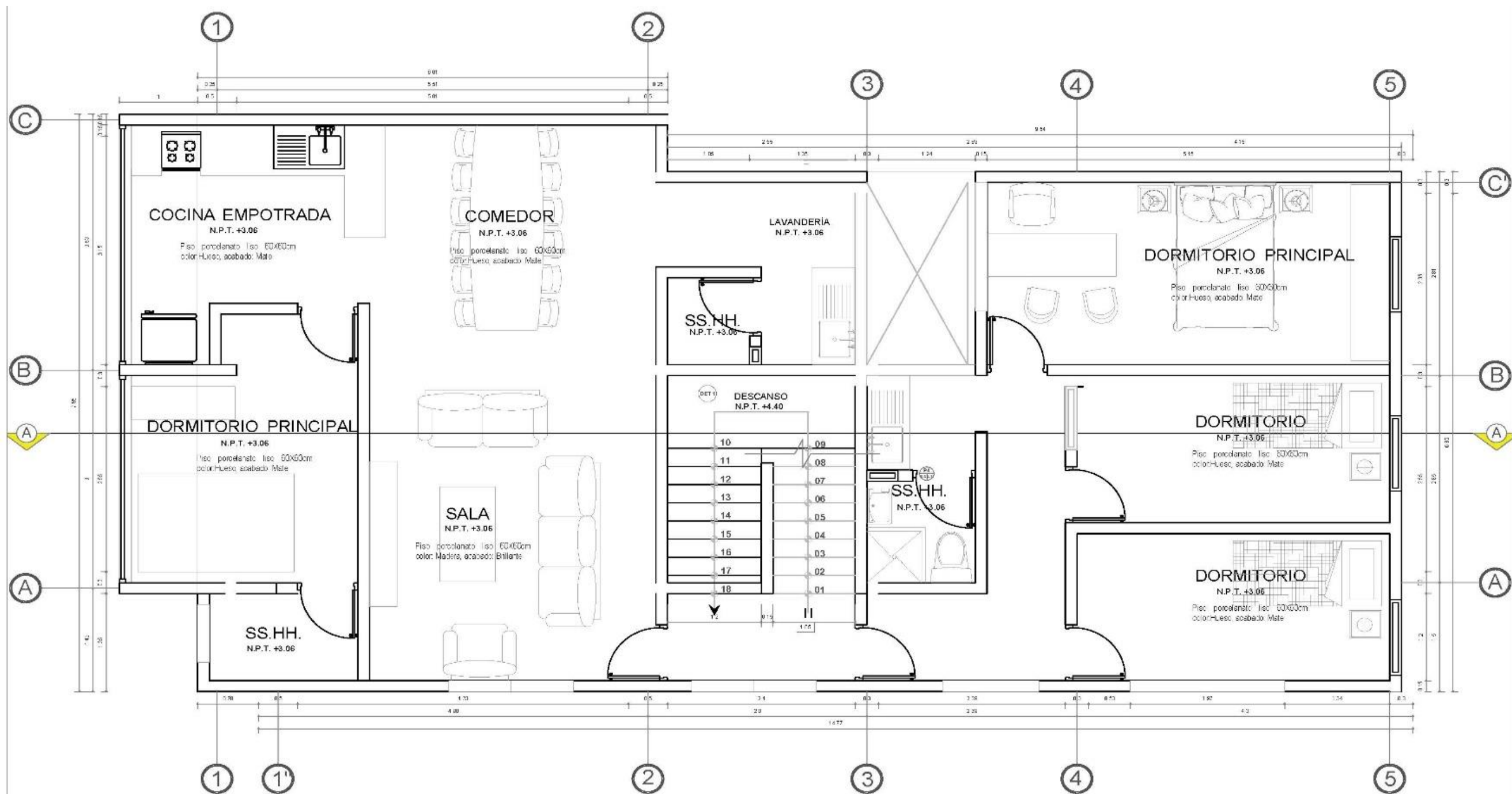
ANEXO 2

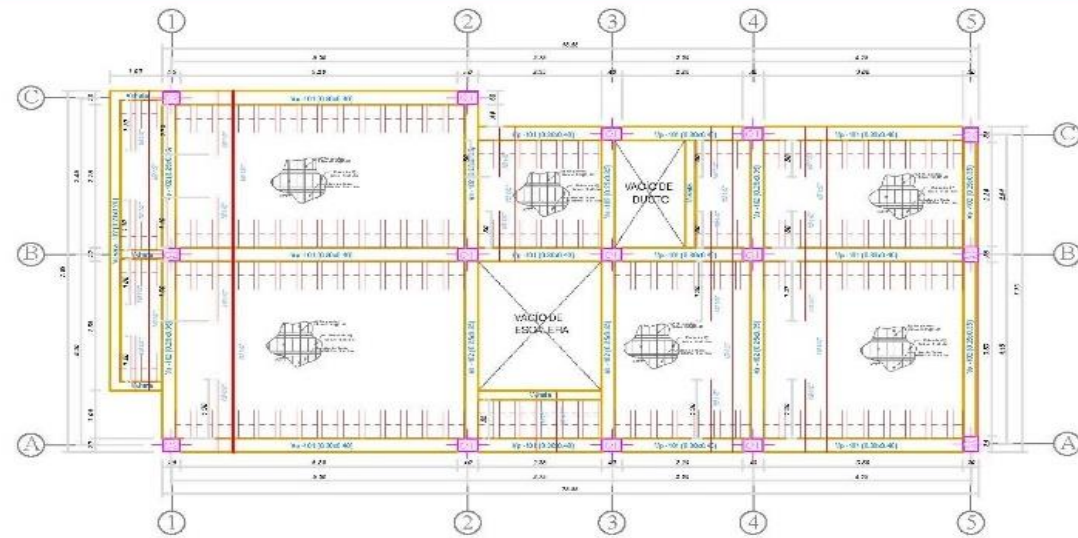
PLANOS





PRIMER NIVEL
ESC. 1/50

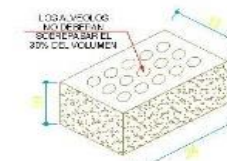




Aligerado - 1er. Piso
Escala 1/50

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	DETALLE	REINFORZADO
C-1		2 Ø 12 mm en cada cara 2 Ø 12 mm en cada cara
C-2		2 Ø 12 mm en cada cara 2 Ø 12 mm en cada cara
C-3		2 Ø 12 mm en cada cara 2 Ø 12 mm en cada cara



DETALLES

	MUROS PORTANTES
	LADRILLO KK 18 HUECOS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. MATERIALES

1.1. **ACERO:** Se utilizará acero de refuerzo tipo E, conformado en caliente, con límite elástico mínimo de 485 MPa y resistencia a la tracción mínima de 580 MPa. El diámetro de las barras será de 12 mm.

1.2. **CONCRETO:** Se utilizará concreto tipo C-20, conformado en caliente, con resistencia a la compresión mínima de 20 MPa. El tipo de cemento será de tipo I, con un contenido mínimo de 350 kg/m³.

1.3. **ADICIONES:** Se utilizará adición tipo A, conformada en caliente, con resistencia a la tracción mínima de 1.5 MPa. El tipo de adición será de tipo I, con un contenido mínimo de 10 kg/m³.

1.4. **REINFORZADO:** Se utilizará refuerzo tipo E, conformado en caliente, con límite elástico mínimo de 485 MPa y resistencia a la tracción mínima de 580 MPa. El diámetro de las barras será de 12 mm.

1.5. **CONCRETO:** Se utilizará concreto tipo C-20, conformado en caliente, con resistencia a la compresión mínima de 20 MPa. El tipo de cemento será de tipo I, con un contenido mínimo de 350 kg/m³.

1.6. **ADICIONES:** Se utilizará adición tipo A, conformada en caliente, con resistencia a la tracción mínima de 1.5 MPa. El tipo de adición será de tipo I, con un contenido mínimo de 10 kg/m³.

1.7. **REINFORZADO:** Se utilizará refuerzo tipo E, conformado en caliente, con límite elástico mínimo de 485 MPa y resistencia a la tracción mínima de 580 MPa. El diámetro de las barras será de 12 mm.

1.8. **CONCRETO:** Se utilizará concreto tipo C-20, conformado en caliente, con resistencia a la compresión mínima de 20 MPa. El tipo de cemento será de tipo I, con un contenido mínimo de 350 kg/m³.

1.9. **ADICIONES:** Se utilizará adición tipo A, conformada en caliente, con resistencia a la tracción mínima de 1.5 MPa. El tipo de adición será de tipo I, con un contenido mínimo de 10 kg/m³.

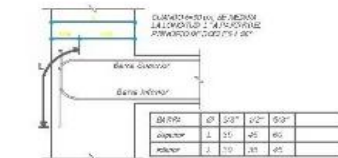
1.10. **REINFORZADO:** Se utilizará refuerzo tipo E, conformado en caliente, con límite elástico mínimo de 485 MPa y resistencia a la tracción mínima de 580 MPa. El diámetro de las barras será de 12 mm.

TRASLAPES Y EMPALMES

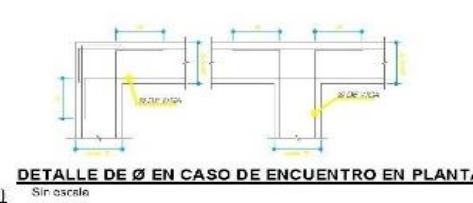
Ø	Longitud de solape	Longitud de empalme
12"	35d	45d
14"	40d	50d
16"	45d	55d
18"	50d	60d
20"	55d	65d
22"	60d	70d
24"	65d	75d
26"	70d	80d
28"	75d	85d
30"	80d	90d

ESTRIBOS

Ø	Longitud de desarrollo
12"	15d
14"	18d
16"	21d
18"	24d
20"	27d
22"	30d
24"	33d
26"	36d
28"	39d
30"	42d



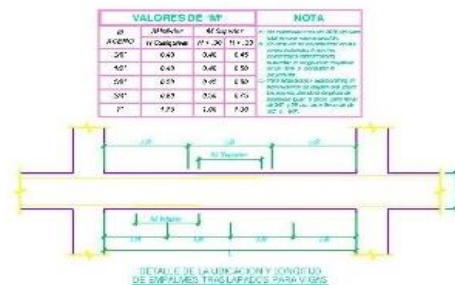
DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo)
SIN ESCALA



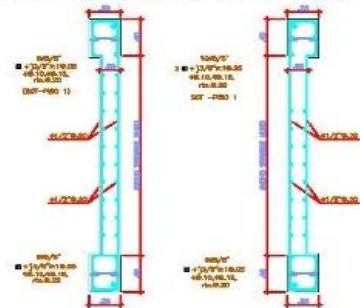
DETALLE TÍPICO ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA

LONGITUD DE EMPALME

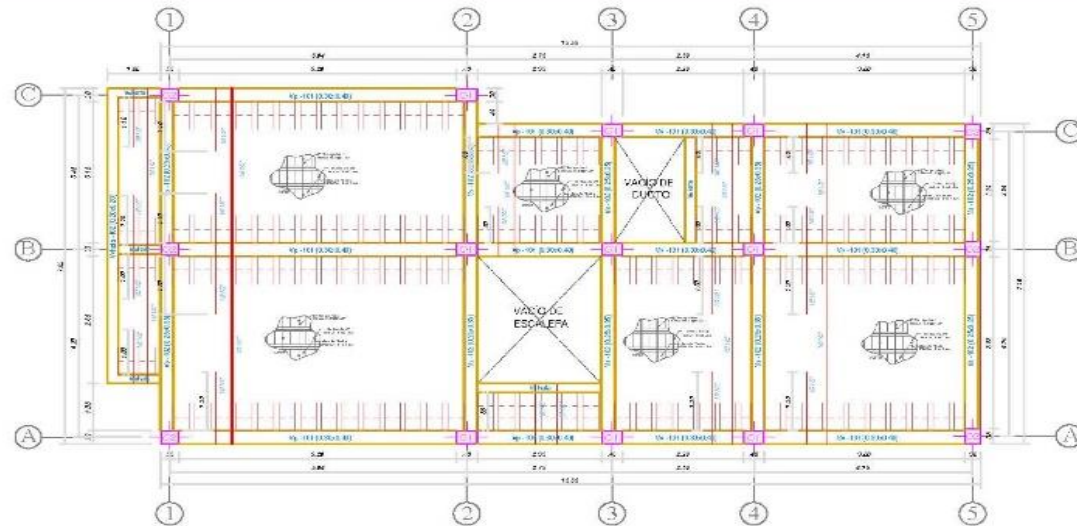
Ø	Longitud de empalme
12"	45d
14"	50d
16"	55d
18"	60d
20"	65d
22"	70d
24"	75d
26"	80d
28"	85d
30"	90d



DETALLE MURO DE SOTANO



DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO h=0.20m
Sin escala



Aligerado - 2do. al 4to. Piso
Escala 1/50

CUADRO DE COLUMNAS			
TIPO	DETALLE	N	OTRAS
C-1	20718 1/2" x 21" 1/2"	1	20718 1/2" x 21" 1/2"
	20718 1/2" x 21" 1/2"	2	20718 1/2" x 21" 1/2"
C-2	20718 1/2" x 21" 1/2"	3	20718 1/2" x 21" 1/2"
	20718 1/2" x 21" 1/2"	4	20718 1/2" x 21" 1/2"
C'	20718 1/2" x 21" 1/2"	5	20718 1/2" x 21" 1/2"
	20718 1/2" x 21" 1/2"	6	20718 1/2" x 21" 1/2"

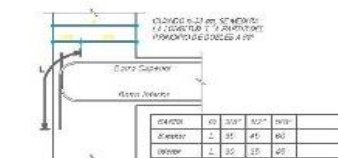
CUADRO DE VIGAS			
VIGA	DETALLE	N	OTRAS
V-1	20718 1/2" x 21" 1/2"	1	20718 1/2" x 21" 1/2"
V-2	20718 1/2" x 21" 1/2"	2	20718 1/2" x 21" 1/2"
V-3	20718 1/2" x 21" 1/2"	3	20718 1/2" x 21" 1/2"
V-4	20718 1/2" x 21" 1/2"	4	20718 1/2" x 21" 1/2"



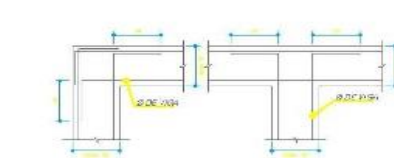
DETALLES
MUROS PORTANTES
LADRILLO KK 18 HUECOS

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.1. MATERIALES	1.1.1. CEMENTO PORTLAND
1.1.2. AGREGADO	1.1.2.1. AGREGADO FINO
1.1.3. AGREGADO GRUESO	1.1.3.1. AGREGADO GRUESO
1.1.4. AGREGADO MEDIO	1.1.4.1. AGREGADO MEDIO
1.1.5. AGREGADO GROSERO	1.1.5.1. AGREGADO GROSERO
1.1.6. AGREGADO MUY GROSERO	1.1.6.1. AGREGADO MUY GROSERO
1.1.7. AGREGADO MUY MUY GROSERO	1.1.7.1. AGREGADO MUY MUY GROSERO
1.1.8. AGREGADO MUY MUY MUY GROSERO	1.1.8.1. AGREGADO MUY MUY MUY GROSERO
1.1.9. AGREGADO MUY MUY MUY MUY GROSERO	1.1.9.1. AGREGADO MUY MUY MUY MUY GROSERO
1.1.10. AGREGADO MUY MUY MUY MUY MUY GROSERO	1.1.10.1. AGREGADO MUY MUY MUY MUY MUY GROSERO

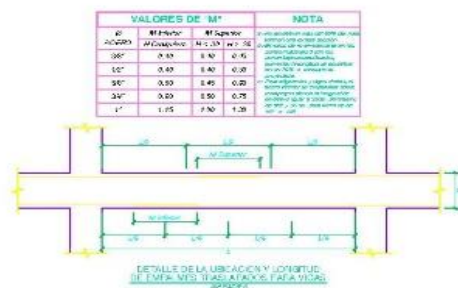
TRASLAPES Y EMPALMES	
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"
20718 1/2" x 21" 1/2"	20718 1/2" x 21" 1/2"



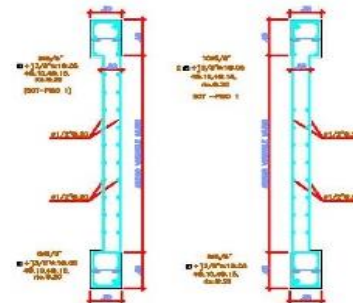
DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo)
SIN ESCALA



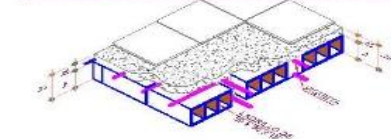
DETALLE DE Ø EN CASO DE ENCUENTRO EN PLANTA
Sin escala



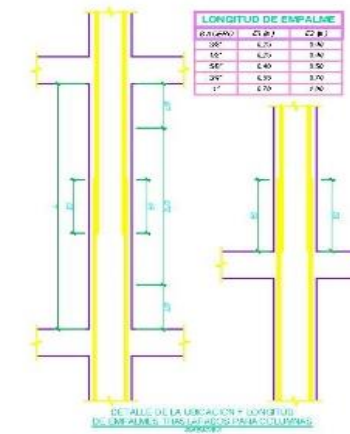
DETALLE MURO DE SOTANO

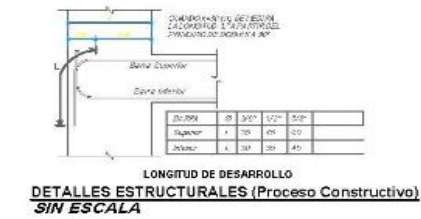


DETALLE TÍPICO ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA



DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO h=0.20m
Sin escala





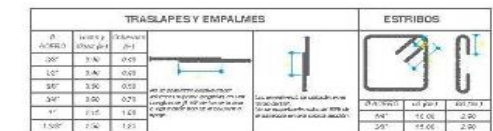
ESTRIBOS DE COLUMNA

ESTRIBOS DE VIGA

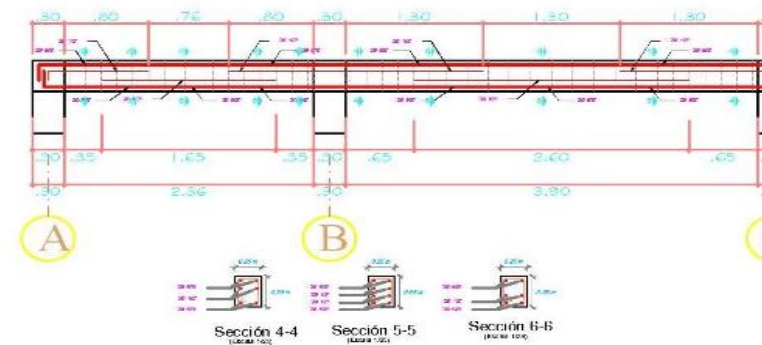
3 ESTRIBOS DE VIGA EN EL NUDO

2 ESTRIBOS DE COLUMNA

DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA COLUMNA



VALORES DE η'					NOTA
α (gr)	40 Hz	60 Hz	80 Hz	100 Hz	
216°	0,43	3,40	4,45		
212°	0,43	3,40	4,45		
208°	0,73	9,45	6,80		
204°	0,63	7,30	6,70		
200°	1,49	1,00	1,30		



VIGA SECUNDARIA N° 102 (0.25x0.35m) REFERIDA AL PÓRTICO : 3-3, 4-4, 5-5

ANEXO 3

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES Jr. Victor Montalvo N° 114 Telf: (01) 602 467 geocontrol-calidadtotal.25@gmail.com				
TESIS : "EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG-HUANUCO-2024". SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ MATERIAL : NATURAL UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO CALICATA : C-01 FECHA : MAYO 2025				
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO				
ANÁLISIS DE:	CLORUROS CL ASTM D 512 AASHTO T 291 ppm	SULFATOS (SO4) ASTM D 516 AASHTO T 290 ppm	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 ASTMD 1888 ppm	pH NTP 339.176:2002 ASTMD 1888 ppm
TIPO DE MUESTRA CALICATA C-01 M-02 PROFUNDIDAD (m) 0.20 - 3.00	680	98.1	550	7.0


ESTUDIO TÉCNICO DE SUELOS S.A.S.
Luis Antonio Moreno
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Dr. Víctor Mantelero N° 114 | Telf: (03) 982 467
geoccontrolcalidadtotal.23@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Dr. Víctor Mantelero N° 114 | Telf: (03) 982 467
geoccontrolcalidadtotal.23@gmail.com

REGISTRO DE CALICATA																	
PERFIL ESTRATIGRÁFICO																	
TESIS : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE. YANAG - HUÁNUCO - 2024 .																	
SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ																	
SUELO : NATURAL																	
UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO																	
CALICATA : C-01																	
DATOS DE LA MUESTRA																	
MUESTRA : M-01 / M-02 PROF. (m) : 0.00 - 3.00																	
N°	PROF. (m)	ESTRATO		SIMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL ESTRATO	CLASIFICACIÓN		GRANULOMETRÍA						CONSTANTES FÍSICAS			W. NAT.
		CAPA	ESPESOR (m)			SUCS	AMBITO	30"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 100	N° 200	LL	LP	IP	
N° 01	0.00 - 0.20				Material orgánico de color marrón, de regular contenido orgánico, de regular % de humedad en su estado natural.	PI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 02	0.20 - 3.00				Material de arcillas inorgánicas de plasticidad baja, color marrón oscuro, en su estado natural semicompacto con presencia de bolsonería de piedras.	CL	A-7-6 (15)	-	100.00	99.12	92.57	85.00	75.10	44.50	25.01	19.40	18.93 %

Observaciones:
 No se encontró NAPA PRETÁTICA a los 3.00 m de profundidad.
 La calicata se desarrolló a cielo abierto.
 Se realizó muestreo para ensayo de Corte Directo a 3.00 m



ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y OBRAS CIVILES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107 - ASTM D 422

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

TEMA : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG -
HUANUCO - 2024
SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CARPIA MARTINEZ
SUELO : NATURAL
UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUANUCO
CALICATA : C-01
TEC. RESP. : LADISLAU INUMA MORENO

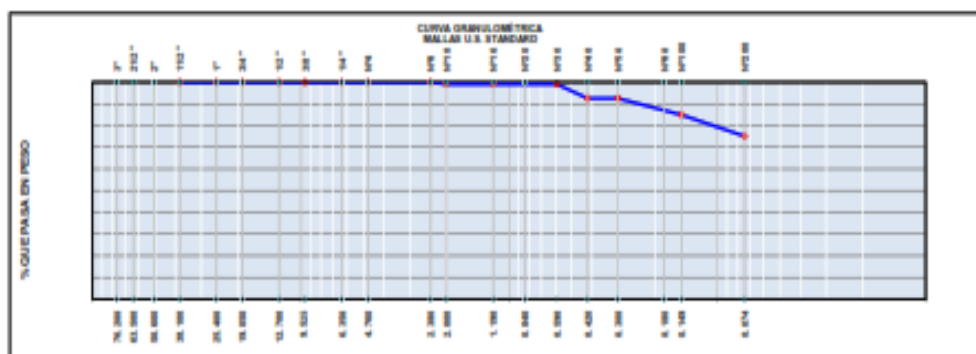
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-02
PROP. (m) : 0.20 - 3.00
TAMANO MAX. : No. 4

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DATOS DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso Total 510.00 gr.
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					HUMEDAD NATURAL (MTC E 208)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750				100.0	
Nº 8	2.360					Peso agua 84.0 85.0 gr.
Nº 10	2.000	4.5	0.9	0.9	99.1	Peso suelo seco 445.0 445.0 gr.
Nº 16	1.190					Humedad (%) 18.8 19.1 %
Nº 20	0.840					PROMEDIO 18.93
Nº 30	0.590					OBSERVACIONES
Nº 40	0.420	33.4	6.6	7.4	92.6	
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250					
Nº 100	0.149	38.6	7.6	15.0	85.0	
Nº 200	0.074	50.5	9.9	24.9	75.1	
PASA		383.0	75.1	100.0		

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Limite Líquido (%)	44.50		
Limite Plástico (%)	25.01		
Índice Plástico (%)	19.49		
Clasificación:	SUCS	CL	
	AASHTO	A-7-6 (15)	
Cu	32.0	Cc	4.0



DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

MTC E 110 - MTC E 111 / ASTM D 4318 / NORMA AASHTO T-89, T-90

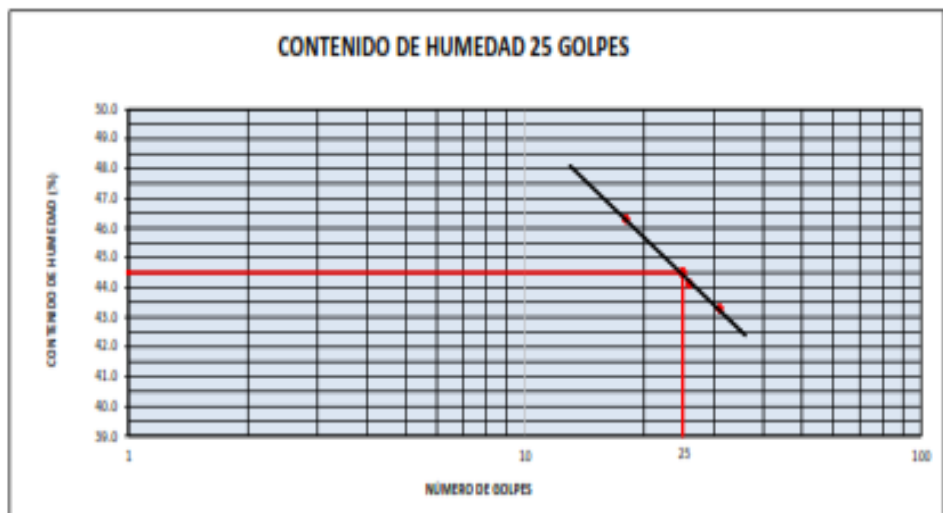
TESTES : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE.
YANAG - HUÁNUCO - 2024.
SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ
SUELO : NATURAL
UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO
CALICATA : C-01
TEC. RESP. : LADISLAU INUMA MORENO

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : N-02
PROP. (m) : 0.20 - 3.00

DATOS DE LA MUESTRA		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
N° DE GOLPES		10	25	31		
TARRO N°		26	23	12	25	30
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	36.43	34.84	34.12	27.33	23.59
PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	33.05	31.85	31.41	26.99	23.26
PESO DE LA TARA	gr	25.75	24.42	25.15	25.61	21.96
PESO DEL AGUA	gr	3.38	3.19	2.71	0.34	0.33
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.30	7.23	6.26	1.38	1.30
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	46.30	44.12	43.29	24.64	25.38

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
LIMITE LIQUIDO 44.5 %	El material se procedió por la pasante del tamiz N°4
LIMITE PLÁSTICO 25.0 %	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 19.5 %	



ESTUDIO TÉCNICO DE SUELOS P.A.R.L.
Ladislau Inuma Moreno
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
 Jr. Víctor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 982 667
 geotecnia.calidadtotal.23@gmail.com

REGISTRO DE CALICATA																	
PERFIL ESTRATIGRÁFICO																	
TEMA : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024. SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ SUELO : NATURAL UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO TEC. RESP. : LADISLAU INUMA MORENO. CALICATA : C-02																	
DATOS DE LA MUESTRA																	
MUESTRA : M-01 / M-02 PROF. (m) : 0.00 - 3.00																	
PROF. (m)	CAPA	ESTRATO	ESPESOR (m)	SIMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL ESTRATO	CLASIFICACIÓN		GRANULOMETRÍA						CONSTANTES FÍSICAS			W. NAT.
						SUCS	AMHTO	30"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	LL	LP	IP	
Nº 01	0.00 - 0.25	Pt			Material orgánico de color marrón, de regular contenido orgánico, de regular % de humedad en su estado natural.	Pt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº 02	0.25 - 3.00	CL			Material de arcillas inorgánicas de plasticidad baja, color marrón oscuro, en su estado natural semicompacto.	CL	A-7-6 (13)	-	100.00	97.52	88.73	75.12	70.17	43.50	23.77	19.73	19.81 %

Observaciones:
 No se encontró NAPAL FREÁTICA a los 3.00 m de profundidad.
 La calicata se desarrolló a cielo abierto.
 Se realizó muestreo para ensayo de C.B.R. a 1.50 m



ESTUDIO TÉCNICO DE SUELOS P.A.R.L.
LADISLAU INUMA MORENO
 JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107 - ASTM D 422
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

TEST: EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES ESTRUCTURALES AISLANTES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE,
YANAG - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA: SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ
SUELO: NATURAL
UBICACIÓN: CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO
CALICATA: C-02
TEC. RESP.: INUMA LADISLAU MORENO

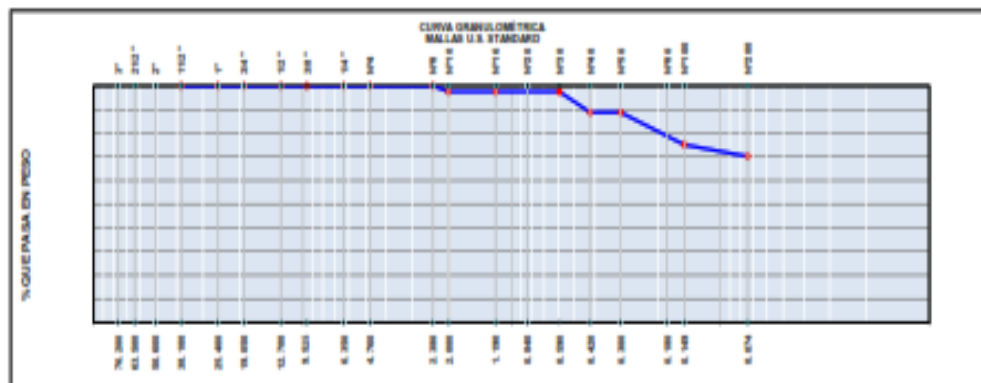
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: M-02
PROP. (m): 0.25- 3.00
TAMAÑO MAX.: No. 4

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DATOS DE LA MUESTRA
3"	76.200					Peso Total 404.00 gr.
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					HUMEDAD NATURAL (MTC E 208) Fracción mat. húmedo 438.0 590.0 gr. Fracción mat. seco 365.0 418.0 gr. Tara Peso agua 73.0 82.0 gr. Peso suelo seco 365.0 418.0 gr. Humedad (%) 20.0 19.6 % PROMEDIO 19.81
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750				100.0	
Nº 6	2.500					
Nº 10	2.000	19.8	2.5	2.5	97.5	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.420	35.5	8.8	11.3	89.7	OBSERVACIONES
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250					
Nº 100	0.149	55.0	13.6	24.9	75.1	
Nº 200	0.074	29.8	5.8	29.8	70.2	
PASA		283.5	70.2	100.0		

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido (%)	43.50		
Límite Plástico (%)	23.77		
Índice Plástico (%)	19.73		
Clasificación:	SUCS	CL	
	AASHTO	A-7-6 (13)	
Cu	1026.5	Cc	16.0



Ing. Víctor Montaña
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimento
AUT. DE LABORATORIOS

DETERMINACIÓN DE LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

MTC E 110 - MTC E 111 / ASTM D 4318 / NORMA AASHTO T-89, T-99

TEMA : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024.
SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ
SUELO : NATURAL
UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO
CALICATA : C-02
TEC. RESP. : LADISLAU INUMA MORENO

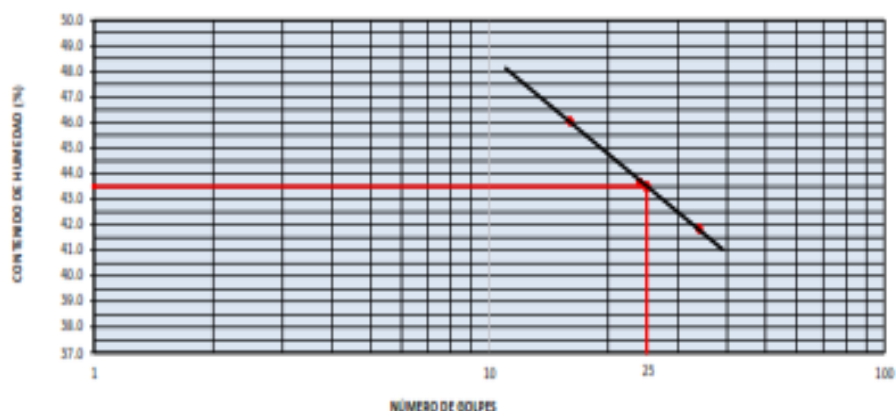
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-02
PROP. (gr) : 0.25-3.00

DATOS DE LA MUESTRA		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
N° DE GOLPES		16	24	34		
TARRO N°		14	37	18	12	5
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	gr	41.71	40.96	42.08	30.96	34.26
PESO DEL SUELO SECO + TARA	gr	36.69	35.89	37.36	29.85	32.68
PESO DE LA TARA	gr	25.79	24.28	26.08	25.14	26.09
PESO DEL AGUA	gr	5.02	5.07	4.72	1.11	1.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.90	11.61	11.28	4.71	6.59
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	46.06	43.67	41.84	23.57	23.98

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LIMITE LIQUIDO	43.5 %	El material se procedió por la pasante del tamiz N°4
LIMITE PLÁSTICO	23.8 %	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19.7 %	

CONTENIDO DE HUMEDAD 25 GOLPES



ESTUDIO Y DISEÑO DE SUELOS (MILL.)
LADISLAU INUMA MORENO
PROFESOR



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Jr. Victor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 467
geocontrol.calidadtotal.25@gmail.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUANUCO - 2024

SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ

MATERIAL : NATURAL

RESUMEN DE RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN

N° REGISTRO	PROF. M	HUM. NAT. (%)	PROGRESIVA	UBICACIÓN DE CALICATAS	CLASIFICACIÓN		TAMAÑO MÁXIMO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORCENTAJES QUE PASA TAMZ N°							Límites de Consistencia Pasante La N°40		
					AASHTO	SUCS		1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°100	N°200	L.L.	L.P.	I.P.
C-01	0.20-3.00	18.93%	-	CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO	A-7-6 (15)	CL	N°4	-	-	100.00	99.12	92.57	85.00	75.10	44.50	25.01	19.49
C-02	0.25 - 3.00	19.81%	-		A-7-6 (13)	CL	N°4	-	-	100.00	97.50	88.70	75.10	70.20	43.50	23.77	19.73

ESTUDIO GEOTÉCNICO DE SUELOS S.A.S.
Luisa Inés Murofeno
JEFE DE LABORATORIO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA MTC E 123-2000

CALCATA : 01

DESPLAZAMIENTO	LECTURA	LECTURA	LECTURA
MM	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
0.000	0.00	0.00	0.00
0.100	1.30	2.70	4.90
0.200	2.60	3.70	8.10
0.300	3.50	5.90	8.90
0.400	4.40	6.40	9.80
0.500	5.80	8.20	10.90
0.600	6.70	9.50	12.90
0.700	7.75	11.60	14.40
0.800	8.90	13.80	16.20
0.900	9.90	14.90	17.20
1.000	10.30	15.50	19.20
1.100	11.55	16.40	20.90
1.200	12.70	18.10	22.90
1.300	13.80	18.80	23.90
1.400	15.25	19.80	23.90
1.500	16.50	20.66	24.80
1.600	17.70	21.95	25.90
1.700	18.40	22.66	26.80
1.800	18.40	23.95	27.80
1.900	18.40	24.50	27.80
2.000	18.40	25.20	28.70
2.100	18.40	25.20	29.90
2.200	18.40	25.20	29.90
2.300	18.40	25.20	29.90
2.400	18.40	25.20	29.90
2.500	18.40	25.20	29.90
2.600	18.40	25.20	29.90
2.700	18.40	25.20	29.90
2.800	18.40	25.20	29.90
2.900	18.40	25.20	29.90
3.000	18.40	25.20	29.90
3.100	18.40	25.20	29.90
3.200	18.40	25.20	29.90

ESTADO LIBRE DE GUAYAS
GOBIERNO AUTÓNOMO PROVINCIAL
SECRETARÍA DE ECONOMÍA
SUBSECRETARÍA DE FISCALÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE ASESORIA FISCAL

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASPALTO-PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA MTC E 123-2000

TESIS : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024*

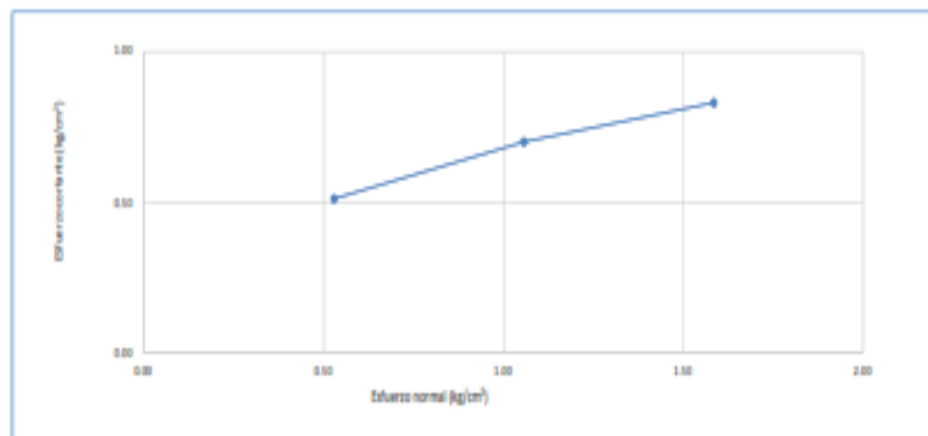
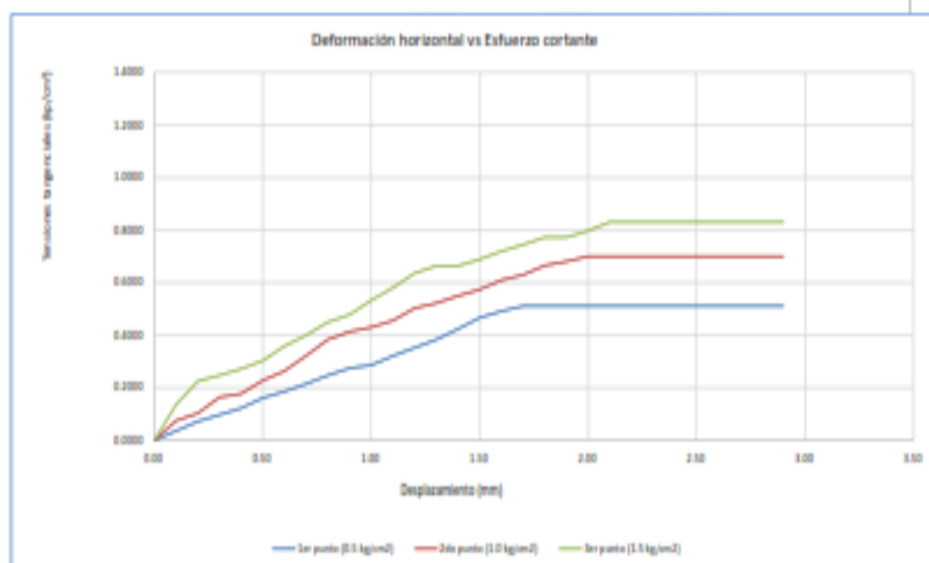
SOLICITA : CONSORCIO TAQUILA

MUESTRA : INALTERADA

UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO

TECNICO LAB. : LADISLAU INUMA MORENO.

CALICATA : 01



RESULTADOS

ÁNGULO DE FRICCION INTERNA(ϕ)	17
COHESIÓN (kg/cm²)	0.36

ESTUDIO DE SUELOS LAB.
LADISLAU INUMA MORENO
ING. DE CARBANTO 142

TESIS : EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTE ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024

SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ

SUELO : INALTERADA

TECNICO LAB. : RUIZA CHAVEZ L.

UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO

CALICATA : 01

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO-PAVIMENTOS Y CIMENTACIONES

ENSAYO : DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO-METODO DE TERZAAGH.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

PARAMETROS:

TIPO DE SUELO	MATERIAL INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
CLASIFICACION	CL
TIPO DE CIMENTACION	CUADRADO

COHESION C	3.61	T/m2
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ)	17	°
FACTOR DE SEGURIDAD (Fs)	3	s/u
PESO VOLUMETRICO (γ ₁)	1.56	T/m3
PESO VOLUMETRICO (γ ₂)	1.56	T/m3
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (Df)	3	m
ANCHO DE LA ESTRUCTURA (B)	1	m

Sc	1.3	s/u
Sf	1.2	s/u

FACTORES DE FORMA

Nc	14.6	s/u
Nq	5.45	s/u
Ng	2.18	s/u

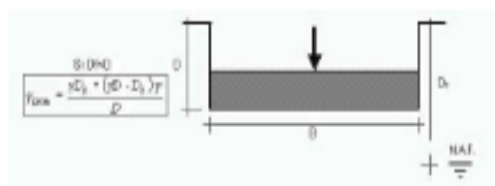
FACTORES DE REDUCCION

CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA

Qu*	28.15	T/m2
Qu*	2.82	Kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Qa*	9.58	T/m2
Qa*	4.20	Kg/cm2



ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Dr. Víctor Martínez N° 114 | Tel: (01) 803 487
geocontrol.calidadtotal@gmail.com

DETERMINACIÓN DE LAS CAPACIDADES PORTANTES Y ADMISIBLES

TESIS	: EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL
	: DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024.
SOLICITA	: SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ
SUELO	: INALTERADA
UBICACIÓN	: CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO
CALICATA	: 01
TECNICO LAB.	: LADISLAU NIJIMA MORENO

TIPO DE ESTRUCTURA	Df (m)	B (m)	Y (kg/cm ³)	C (kg/cm ²)	*	N _c	N _q	N _y	Q _u (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
Zapatas Aisladas	0.80	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	0.95	0.32
	1.00	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.12	0.37
	1.20	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.29	0.43
B 1.00	1.50	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.54	0.51
	1.75	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.76	0.59
	2.00	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.97	0.66
	2.50	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.39	0.80
	3.00	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.82	0.94
Zapatas Aisladas	0.80	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	0.99	0.33
	1.00	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.16	0.39
	1.20	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.33	0.44
B 1.20	1.50	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.58	0.53
	1.75	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.80	0.60
	2.00	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.01	0.67
	2.50	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.43	0.81
	3.00	1.20	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.86	0.95
Zapatas Aisladas	0.80	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.05	0.35
	1.00	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.22	0.41
	1.20	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.39	0.46
B 1.50	1.50	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.65	0.55
	1.75	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.79	0.60
	2.00	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.07	0.69
	2.50	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.49	0.83
	3.00	1.50	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.92	0.97
Zapatas Aisladas	0.80	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.11	0.37
	1.00	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.28	0.43
	1.20	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.45	0.48
B 1.80	1.50	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.71	0.57
	1.75	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.92	0.64
	2.00	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.13	0.71
	2.50	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.55	0.85
	3.00	1.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.98	0.99
TIPO DE ESTRUCTURA	Df (m)	B (m)	Y (kg/cm ³)	C (kg/cm ²)	*	N _c	N _q	N _y	Q _u (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²)
Cimiento Corridos	0.80	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	0.83	0.28
	1.00	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.00	0.33
	1.20	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.17	0.39
B 0.80	1.50	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.43	0.48
	1.75	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.64	0.55
	2.00	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.85	0.62
	2.50	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.27	0.76
	3.00	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.70	0.90
Cimiento Corridos	0.80	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	0.87	0.29
	1.00	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.04	0.35
	1.20	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.21	0.40
B 0.80	1.50	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.46	0.49
	1.75	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.67	0.56
	2.00	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.88	0.63
	2.50	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.31	0.77
	3.00	0.80	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.73	0.91
Cimiento Corridos	0.80	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	0.90	0.30
	1.00	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.07	0.36
	1.20	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.24	0.42
B 1.00	1.50	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.49	0.50
	1.75	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.70	0.59
	2.00	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	1.97	0.66
	2.50	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.34	0.78
	3.00	1.00	1.5556	0.36	17.00	14.60	5.45	2.10	2.77	0.92

γ	: Peso Volumétrico	F _s	: Factor de Seguridad	3.00
φ	: Ángulo de Rozamiento Interno (en grados)	Q _{adm}	: Presión de Trabajo Q _c /F	
Q _c	: Capacidad Portante	B	: Ancho de Zapata	
N _c	: Coeficiente de Capacidad de Carga para Pella Local	Df	: Profundidad de Cimentación	
N _q	: Coeficiente de Capacidad de Carga para Pella Local	C	: Cohesión	
N _y	: Coeficiente de Capacidad de Carga para Pella Local			

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024".

SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ

CALICATA : C-02

TECNICO : LADISLAU INUMA MORENO

UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : -
MUESTRA : 02
PROF. (m) : 3.00 M

PROGRESIVA : -
CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (15)

METODO DE COMPACTACION C

Peso suelo + molde	gr	9647.0	9694.0	10036.0	9976.0	
Peso molde	gr	5410.0	5410.0	5410.0	5410.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4237.0	4484.0	4626.0	4566.0	
Volumen del molde	cm ³	2105.0	2105.0	2105.0	2105.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.013	2.130	2.199	2.169	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	506.7	550.2	534.5	610.9	
Peso del suelo seco + tara	gr	462.0	490.0	468.0	525.0	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	46.7	60.2	66.5	85.9	
Peso del suelo seco	gr	462.0	490.0	468.0	525.0	
Contenido de agua	%	10.11	12.28	14.20	16.37	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.828	1.897	1.925	1.864	

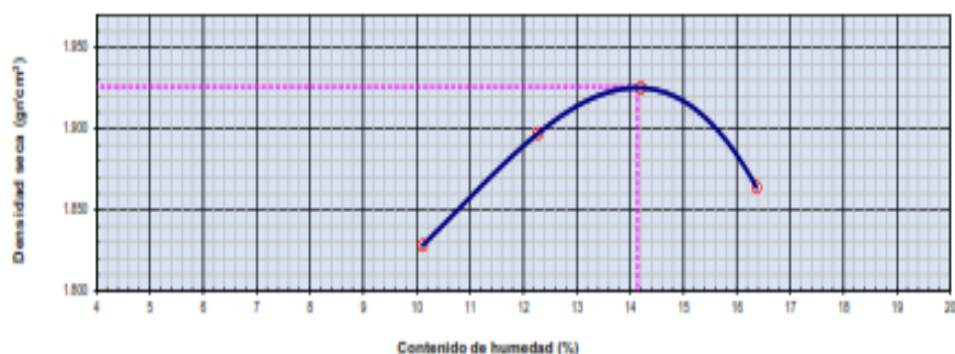
Densidad máxima (gr/cm³)

1.926

Humedad óptima (%)

14.1

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



ESTUDIO TÉCNICO DE SUELOS S.R.L.
Ladislau Inuma Moreno
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Dr. Víctor Martínez N° 134 | Telf: (01) 683 467
geocontrolcalidadtotal.25@gmail.com

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA AASHTO T-180, ASTM D 1557)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024"

SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ

CALICATA : C-02

TECNICO LAB. : LADISLAU INUMA MORENO

UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : -
MUESTRA : 02
PROP. (m) : 1.50 M

PROGRESIVA : -
CLASF. (SUCS) : CL
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (15)

COMPACTACION

Molde N°	4		5		6	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	12310		11070		11500	
Peso de molde (g)	7680		6860		7345	
Peso del suelo húmedo (g)	4630		4210		4155	
Volumen del molde (cm ³)	2087		2020		2130	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.218		2.084		1.951	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	520.0		525.0		540.0	
Peso suelo seco + tara (g)	452.2		460.0		470.5	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	67.8		65.0		69.5	
Peso de suelo seco (g)	452.2		460.0		470.5	
Contenido de humedad (%)	14.99		14.13		14.77	
Densidad seca (g/cm ³)	1.929		1.826		1.700	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
03/06/2024	09:00	24	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.000	0.0
04/06/2024	09:06	48	68.0	1.727	1.5	86.0	2.184	1.9	110.0	2.794	2.4
05/06/2024	09:12	72	85.0	2.159	1.9	95.0	2.413	2.1	120.0	3.048	2.6
06/06/2024	09:18	96	120.0	3.048	2.6	145.0	3.683	3.2	160.0	4.064	3.5
07/06/2024	09:24	120	210.0	5.334	4.6	235.0	5.969	5.2	245.0	6.223	5.4

5.4

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		23	23.5			30	30.4			20	20.7		
1.270		44	44.4			41	41.4			39	39.2		
1.905		65	65.4			60	60.9			57	57.6		
2.540	70.5	87	87.4	97.2	7.1	81	81.3	86.5	6.4	77	77.0	82.8	6.1
3.180		123	123.3			114	114.7			105	105.6		
3.810		134	134.3			125	125.0			118	118.3		
5.080	105.7	167	167.3	157.0	7.7	155	155.6	150.4	7.4	147	147.3	146.4	7.2
7.620		228	228.2			212	212.3			201	200.9		
10.160		432	432.0			321	321.1			279	279.2		

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1553)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "EVALUACIÓN DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO EMPLEANDO PANELES AISLANTES ESTRUCTURALES PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE, YANAG - HUÁNUCO - 2024"

SOLICITA : SR. ALEJANDRO PIERRE CAPCHA MARTINEZ

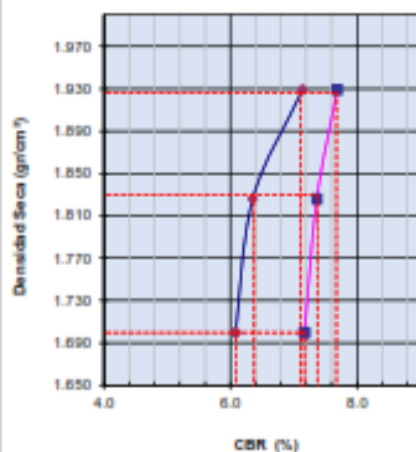
CALICATA : C-02

TECNICO LAB. : LADISLAU INUMA MORENO

UBICACIÓN : CA. SAN FRANCISCO - YANAG - HUÁNUCO

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA :-	PROGRESIVA :-
MUESTRA : 02	CLASF. (SUCS) : CL
PROP. (m) : 3.00 M	CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (15)



METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.926
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 14.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.830
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.733

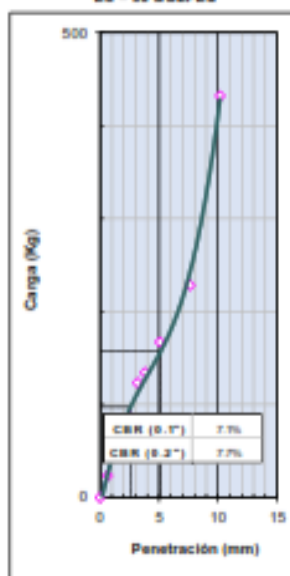
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.1	0.2"	7.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	6.4	0.2"	7.4
C.B.R. al 90% de M.D.S. (%)	0.1"	6.1	0.2"	7.2

RESULTADOS:

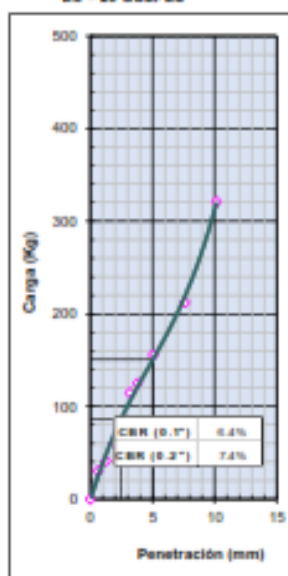
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	7.7	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	7.4	(%)
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S.	=	7.2	(%)

OBSERVACIONES:

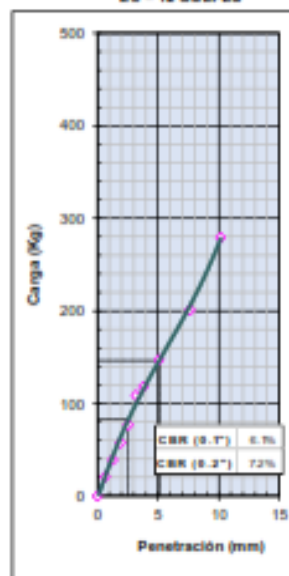
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ANEXO 4

FOTOS DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



