

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Gómez Inocente, Almendra Mishell

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2024

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

# D

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70786964

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

# H

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

**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 11:30 horas del día **martes 12 de marzo de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA - SECRETARIA
- ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0500-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Almendra Mishell GOMEZ INOCENTE**, 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) **Aprobada** por **Unanimidad** con el calificativo cuantitativo de **15** y cualitativo de **Bueno** (Art. 47).

Siendo las **11:00pm** horas del día 12 del mes de marzo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



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



MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA  
DNI: 73645168  
ORCID: 0009-0001-0745-5433  
Secretario



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



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mg. YELEN LISSETH, TRUJILLO ARIZA**, Ingeniero asesor del Programa Académico de Ingeniería Civil. Designado mediante RESOLUCIÓN No 2435-2023-D-FI-UDH de la Bach. Almendra Mishell GOMEZ INOCENTE, de la investigación titulada:

“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 19 de Marzo de 2024

---

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

DNI: 70502371

CODIGO ORCID: 0000-0002-5650-3745

# COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>23%</b>	<b>23%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.usil.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uisek.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

DNI: 70502371

CODIGO ORCID: 0000-0002-5650-3745

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar mi tesis a mi familia, incluyendo a mis padres, hermana y demás parientes, cuyo apoyo fue fundamental para lograr mis metas profesionales. También deseo expresar mi agradecimiento a Dios por haberme bendecido con amigos y profesores excepcionales, quienes fueron clave en la superación de los objetivos que me había propuesto.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud en primer lugar a mis padres, quienes siempre estuvieron a mi lado apoyando mis elecciones profesionales. Agradezco también a mis más cercanos amigos universitarios, con los que estuve junto cinco años de estudios, y a mi asesor, cuya dedicación fue fundamental para la realización de mi tesis al brindarme su tiempo.

# ÍNDICE

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

2.2.3. HISTORIA DE SISMICIDAD EN EL PERÚ .....	25
2.2.4. PRINCIPIOS SOBRE EL DISEÑO SISMORRESISTENTE.....	28
2.2.5. ASPECTOS IMPORTANTES EN LA NORMA E030 .....	35
2.2.6. LOSAS DE ENTREPISO.....	44
2.2.7. TIPOS DE LOSAS DE ENTREPISO .....	44
2.2.8. DISEÑO DE CIMENTACIONES.....	47
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	48
2.4. HIPÓTESIS .....	50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	50
2.5. VARIABLES.....	50
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	50
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	50
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	51
CAPÍTULO III.....	52
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	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 ..	54
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	55
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	56
CAPÍTULO IV.....	58
RESULTADOS.....	58
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	58
4.1.1. ESTUDIOS REALIZADOS .....	58
4.1.2. ARQUITECTURA DEL PROYECTO .....	59
4.1.2. ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.....	64
4.1.3. MODELAMIENTO Y ANÁLISIS SISMORRESISTENTE .....	65

4.1.4. DISEÑO ESTRUCTURAL .....	91
4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE AMBOS SISTEMAS DE ENTREPISO.....	110
CAPÍTULO V.....	124
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	124
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	124
CONCLUSIONES .....	126
RECOMENDACIONES.....	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
ANEXOS.....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Zonificación morfológica .....	28
Tabla 2 Clasificación Tectónica .....	29
Tabla 3 Sobrecargas.....	36
Tabla 4 Conceptos estructurales .....	38
Tabla 5 Factor de suelo .....	40
Tabla 6 Periodo TP y TL .....	40
Tabla 7 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro). .....	41
Tabla 8 Factor de Irregularidad estructural en altura .....	42
Tabla 9 Factor de Irregularidad estructural en planta .....	43
Tabla 10 Categoría y regularidad de las edificaciones .....	44
Tabla 11 Valores máximos de la distorsión del entrepiso .....	44
Tabla 12 Sistema de variables-dimensiones e indicadores .....	52
Tabla 13 Ensayos de Laboratorio .....	55
Tabla 14 Detalles topográficos del lugar de estudio .....	59
Tabla 15 Parámetros del suelo del lugar de estudio .....	59
Tabla 16 Parámetros de estructuración .....	65
Tabla 17 Variación de dimensiones Predimensionadas y optimizadas.....	75
Tabla 18 Periodos según cada nodo de la estructura modelo 1 .....	82
Tabla 19 Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 1 .....	83
Tabla 20 Deriva máxima inelástica de piso modelo 1 .....	84
Tabla 21 Periodos según cada nodo de la estructura modelo 2 .....	88
Tabla 22 Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 2 .....	88
Tabla 23 Deriva máxima inelástica de piso modelo 2.....	90
Tabla 24 Análisis de costos unitarios para losa aligerada .....	111
Tabla 25 Análisis de costos unitarios para losa maciza.....	114
Tabla 26 Losa aligerada vs losa maciza - periodo .....	120
Tabla 27 Losa aligerada vs losa maciza – Deriva.....	120
Tabla 28 Losa aligerada vs losa maciza - desplazamiento.....	121
Tabla 29 Losa aligerada vs losa maciza - fuerza cortante .....	121
Tabla 30 Losa aligerada vs losa maciza – Precio unitario total. ....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Representación del estudio estructural.....	25
Figura 2	Diseño de la estructura utilizando el programa ETABS.....	26
Figura 3	Esquema de la tectónica de placas de Nazca y la Sudamericana.....	27
Figura 4	Zonificación sísmica.....	39
Figura 5	Losa en una dirección.....	46
Figura 6	Losa en dos direcciones.....	46
Figura 7	Losa en una dirección.....	47
Figura 8	Losa de placa plana.....	47
Figura 9	Losa plana.....	47
Figura 10	Losa nervada.....	48
Figura 11	Para la presentación de datos.....	57
Figura 12	Planta del sótano.....	61
Figura 13	Planta del Primer nivel.....	62
Figura 14	Planta del segundo nivel.....	63
Figura 15	Planta del tercer cuarto y quinto nivel.....	64
Figura 16	Grillas para el modelamiento.....	66
Figura 17	Vista 3D de las grillas.....	67
Figura 18	Propiedades del concreto-ETABS.....	67
Figura 19	Propiedades del acero-ETABS.....	68
Figura 20	Barras de reforzamiento-ETABS.....	68
Figura 21	Propiedades de columna de 40X40-ETABS.....	69
Figura 22	Propiedades de columna de 35x35-ETABS.....	69
Figura 23	Propiedades de viga de 45x30-ETABS.....	70
Figura 24	Propiedades de viga de 35x25-ETABS.....	70
Figura 25	Propiedades de viga borde 20x20.....	71
Figura 26	Propiedades de placa de 20 cm.....	71
Figura 27	Propiedades de losa aligerada bidireccional de 20cm-ETABS.....	72
Figura 28	Propiedades de losa maciza de 15cm-ETABS.....	72
Figura 29	Propiedades de escalera de 17.5 cm.....	73
Figura 30	Vista 3D del modelamiento-losa aligerada bidireccional.....	73
Figura 31	Vista 3D del modelamiento-losa maciza.....	73
Figura 32	Restricciones de la edificación.....	74

Figura 33 Espectro de respuesta en XX y YY .....	75
Figura 34 Cargas para la estructura .....	76
Figura 35 Cargas viva y muerta en los entrepisos .....	77
Figura 36 Carga aplicada a las vigas .....	77
Figura 37 Carga sísmica .....	78
Figura 38 Combinaciones de carga .....	78
Figura 39 Sismo en X-X y Y-Y .....	79
Figura 40 Resultados del análisis estructural del modelo 1 de losa maciza bidireccional .....	80
Figura 41 Resultados de los momentos del modelo 1 de losa maciza bidireccional .....	80
Figura 42 Resultados del momento torsional del modelo 1 de losa maciza bidireccional .....	80
Figura 43 Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 1 de losa maciza bidireccional .....	81
Figura 44 Resultados de las fuerzas axiales del modelo 1 de losa maciza bidireccional .....	81
Figura 45 Deriva máximo elástica de entrepiso X-X modelo 1 .....	83
Figura 46 Deriva máximo elástica de entrepiso Y-Y modelo 1 .....	84
Figura 47 Resultados del análisis estructural del modelo 2 de losa aligerada bidireccional .....	84
Figura 48 Resultados de los momentos del modelo 2 de losa aligerada bidireccional .....	86
Figura 49 Resultados del momento torsional del modelo 2 de losa aligerada bidireccional .....	86
Figura 50 Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 2 de losa aligerada bidireccional .....	87
Figura 51 Resultados de las fuerzas axiales del modelo 2 de losa aligerada bidireccional .....	87
Figura 52 Deriva máximo elástica de entrepiso X-X modelo 2 .....	89
Figura 53 Deriva máximo elástica de entrepiso Y-Y modelo 2 .....	90
Figura 54 Viga 25X35-ETABS .....	91
Figura 55 Viga 30X40-ETABS .....	92
Figura 56 Columna 35X35-ETABS .....	92

Figura 57	Columna 40X40-ETABS .....	93
Figura 58	Preferencia de normas de diseño en ETABS .....	93
Figura 59	Combinaciones de diseño ETABS .....	94
Figura 60	Opción de diseño-ETABS .....	94
Figura 61	Resultados del acero para vigas-columnas .....	95
Figura 62	Acero para la Viga de 25X35 cm <sup>2</sup> .....	96
Figura 63	Detalles de viga de 25X35 cm <sup>2</sup> .....	97
Figura 64	Acero para la Viga 30X40 cm <sup>2</sup> .....	98
Figura 65	Detalles de Viga 30X40 cm <sup>2</sup> .....	99
Figura 66	Viga chata de 20X20 cm <sup>2</sup> .....	100
Figura 67	Acero para Columna 35X35 cm <sup>2</sup> .....	100
Figura 68	Detalles de la Columna 35X35 cm <sup>2</sup> .....	101
Figura 69	Acero para Columna 40X40 cm <sup>2</sup> .....	102
Figura 70	Detalles de la Columna 40X40 cm <sup>2</sup> .....	103
Figura 71	Diseño de la losa bidireccional .....	104
Figura 72	Distribución de acero para losa bidireccional.....	105
Figura 73	Acero necesario para losa aligerada bidireccional.....	105
Figura 74	Momento flector de la losa aligerada bidireccional .....	106
Figura 75	Diseño de la losa maciza bidireccional .....	107
Figura 76	Distribución de acero para losa maciza bidireccional .....	108
Figura 77	Acero necesario para losa maciza bidireccional .....	108
Figura 78	Momento flector de la losa maciza bidireccional.....	109
Figura 79	Costo por m <sup>2</sup> de ladrillos de techo .....	116
Figura 80	Costo por m <sup>2</sup> de acero .....	117
Figura 81	Costo por m <sup>2</sup> de concreto.....	117
Figura 82	Peso propio de cada sistema de entrepiso .....	118
Figura 83	Costo por m <sup>2</sup> de mano de obra .....	118
Figura 84	Costo por m <sup>2</sup> de materiales.....	119
Figura 85	Costo total m <sup>2</sup> .....	120

## RESUMEN

El propósito primordial para la presente tesis fue investigar la conducta de la estructura de los entrepisos entre losas bidireccionales con aligeramiento y losas macizas, mediante un análisis detallado en una edificación de 5 niveles. La tesis se centró Dentro de un enfoque basado en la correlación, de naturaleza cuantitativa y planteamiento no experimental. Comenzó con un levantamiento topográfico del terreno para obtener medidas precisas, seguido por el diseño arquitectónico según la norma A010. Luego, se procedió al pre-dimensionamiento y estructuración, considerando pórticos en toda la edificación. Se determinó un espesor de 20 cm para las losas aligeradas en dos direcciones y 15 cm para las losas macizas. El modelado de la estructura se realizó con dos sistemas separados que fueron analizados individualmente. El análisis dinámico reveló que el periodo fundamental del método de losa aligerada era menor que el de la losa maciza, sin embargo, la deriva inelástica del sistema de losa maciza resultó ser menor que la del otro sistema. Realizaron un estudio de costos unitarios que estableció que la losa maciza era más económica en semejanza con la losa aligerada. Se concluyó que la losa maciza demostró un comportamiento estructural superior debido a su mayor rigidez en ciertas direcciones, lo que posiblemente le confiere una mejor resistencia ante sismos. Además, su menor deriva inelástica sugiere una mayor capacidad de recuperación después de deformaciones bajo cargas extremas.

**Palabras clave:** losa maciza, análisis dinámico, losa aligerada, diseño, ETABS, costos.

## ABSTRACT

The primary purpose of this thesis was to investigate the behavior of the mezzanine structure between bidirectional lightened slabs and solid slabs, through a detailed analysis in a 5-story building. The thesis focused on an approach based on correlation, quantitative in nature and non-experimental approach. It began with a topographical survey of the land to obtain precise measurements, followed by architectural design according to the A010 standard. Then, pre-sizing and structuring were carried out, considering porticos throughout the building. A thickness of 20 cm was determined for the slabs lightened in two directions and 15 cm for the solid slabs. Modeling of the structure was carried out with two separate systems that were analyzed individually. The dynamic analysis revealed that the fundamental period of the lightened slab method was smaller than that of the solid slab, however, the inelastic drift of the solid slab system was found to be smaller than that of the other system. They carried out a unit cost study that established that the solid slab was more economical compared to the lightened slab. It was concluded that the solid slab demonstrated superior structural behavior due to its greater rigidity in certain directions, which possibly gives it better resistance to earthquakes. Furthermore, its lower inelastic drift suggests greater recovery capacity after deformations under extreme loads.

**Keywords:** solid slab, dynamic analysis, lightened slab, design, ETABS, costs.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis consta del análisis comparativo que existe entre la losa maciza y la losa aligerada bidireccional, ya que actualmente en la ciudad de Huánuco estos sistemas son poco empleados o se desconoce el uso de estas losas y se opta en la mayoría de proyectos emplear un losa aligerada bidireccional, Por lo tanto, esta tesis propone llevar a cabo Un estudio y una planificación ante sismos utilizando el programa ETABS para ambos sistemas estructurales. Se considerarán las directrices establecidas por la normativa nacional (E030 y E060), así como estándares internacionales como el ACI 318-14. A partir de estos criterios, se llevará a cabo la creación de un modelo en el programa ETABS, seguido de un análisis detallado para calcular las fuerzas provocadas por sismos y los desplazamientos parciales en cada situación.

La estructura de la tesis se compone de cinco secciones principales que incluyen lo siguiente: el primer apartado discute los planteamientos del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación de la investigación, las limitaciones y la evaluación de la factibilidad del estudio. El segundo segmento recopila antecedentes de diversos autores, fundamentos teóricos provenientes de diversas fuentes bibliográficas, formula la hipótesis y detalla las variables. El apartado tercero consta de enfoque, alcance y diseño de la investigación, así como en las técnicas y herramientas empleadas para la recolección de datos. El cuarto apartado trata el predimensionamiento, la definición de parámetros sismorresistentes, el modelado y análisis en ETABS, además de la planificación de la base estructural mediante el programa SAFE. Finalmente, el quinto apartado aborda las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según (Arthur, 1994), en la ingeniería civil muchas veces se emplea las losas aligeradas bidireccionales con el propósito de disminuir la masa de la carga gravitacional esto aplicado en tramos largo de 6 metros de luces a más, también al largo del tiempo se ha intentado introducir otro método, pero estos tuvieron poco éxito debido a los problemas que presentaba estos métodos como, la cortante, capacidad de punzonamiento o la resistencia al fuego. Las losas nervadas son una de las variantes reconocidas de losas aligeradas bidireccionales y han ido obteniendo una notable aceptación En el ámbito de la ingeniería estructural. En sus primeras etapas, su uso estaba restringido debido a su menor capacidad de resistir el punzonamiento local y el corte en comparación con las losas macizas.

Según (Boroschek, 2009), se propuso realizar la comparación a través del momento flector obtenido de dos análisis a lo largo del eje de la columna. Para llevar a cabo esta comparación, se empleó un parámetro que consiste en la relación entre el momento especificado y el modelo analítico utilizado previamente.

Según (Rodríguez, 2015), el hormigón armado sigue siendo uno de los elementos más comunes en la ingeniería civil y la edificación contemporánea. A pesar de ello, en los últimos años, las estructuras compuestas han presentado una ventaja evidente sobre el hormigón armado, al ofrecer una menor carga y costos estructurales. Dentro de las estructuras mixtas, se puede encontrar un sistema de placas articuladas que se componen de láminas de acero, actuando como encofrado y formando una armadura activa durante el fraguado del hormigón. Del mismo modo, existen paneles aligerados de ladrillo hueco y viguetas bidireccionales.

La presente investigación Se sitúa en el distrito de Amarilis, en la provincia de Huánuco, región de Huánuco. La localización de la investigación

y del país en sí coloca la edificación en una zona con frecuentes movimientos sísmicos debido a las placas tectónicas presentes en la región. Por tanto, se aplica la norma técnica de edificación, la norma E030 de diseño para resistir sismos, brinda estándares sísmicos muy rigurosos mediante el análisis estructural para asegurar un desempeño estructural adecuado frente a situaciones sísmicas, considerando una perspectiva de diseño. sísmico que prioriza garantizar la continuidad de los servicios en todo el edificio, reduciendo al mínimo los daños estructurales y, especialmente, evitando la pérdida de vidas.

En vista de lo expuesto previamente, esta tesis se desarrolla con el fin de contrastar el estudio y la planificación comparativa entre losas aligeradas en dos direcciones y losas macizas en construcciones de 5 niveles. Se propone erigir una estructura de 5 niveles, ya que este es el estándar predominante en la ciudad de Huánuco, facilitando interiores más amplios sin columnas presentes que puedan afectar la estética. El objetivo es cumplir con los procedimientos y regulaciones del código nacional de construcción, supervisar la ejecución y mantener un cronograma para la construcción de las losas. Este enfoque permitirá discernir las fortalezas y debilidades del componente estructural que soportará las cargas gravitacionales y su comportamiento ante fenómenos geológicos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo determinar el comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cómo describir el proceso de análisis sismorresistente entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el

análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?

- ¿Cómo establecer las ventajas y desventajas entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?
- ¿Cómo establecer los costos económicos entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el proceso de análisis sismorresistente entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.
- Establecer las ventajas y desventajas entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.
- Establecer los costos económicos entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La siguiente investigación contribuyó a la realización de edificaciones tipo Residencial - Comercial con distancia entre columnas mayor a 7 metros, se obtuvo mayor distancia y se redujo columnas, con el propósito de ser utilizables como viviendas con amplia luz, gimnasio, almacenes o bodegas, las cuales requieren de las dimensiones adecuado. Se brindó criterios para el análisis estructural de construcciones de hormigón armado de 5 niveles o más ubicadas en el distrito de Amarilis - Huánuco.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Este estudio, fundamentado en los resultados conceptuales, ayudó a identificar las fortalezas y debilidades de las losas de entrepiso entre las losas macizas y las losas aligeradas bidireccional, se comprendieron los costos económicos de ambos sistemas de entrepiso.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La metodología presente en esta investigación del diseño de las losas de entrepiso mediante resistencia a la rotura, el cual consiste en realizar el diseño mediante estados límites últimos de modo que los elementos de concreto armado están sometidos a corte, flexión o compresión de manera que esta fuerza última es mayor o igual a las obtenidas mediante las combinaciones que nos indica la norma E060. Este enfoque implicó aumentar las cargas operativas o de función en un coeficiente de 12 y disminuir la fuerza teórica o nominal. La resistencia nominal de los elementos se determina a través de factores de reducción.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El aspecto financiero fue la principal limitación de la investigación, Dado que no se contaba con un estudio de suelos del terreno, el presupuesto se incrementa notablemente.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La viabilidad de este estudio se fundamenta en la accesibilidad de tiempo para efectuarlo tomando en cuenta las normas. Además de tener alcance a recursos materiales para obtener la comparación del comportamiento estructural de entrepiso entre El análisis estructural comparativo entre losas bidireccionales con aligeramiento y losas macizas en un edificio de 5 niveles ha contribuido a la investigación local, ofreciendo información sobre las diferencias en el comportamiento estructural entre estos dos sistemas, lo cual puede ser útil para investigaciones futuras. de entrepiso de la losa bidireccional con aligeramiento y losa maciza, los cuales son muy empleados para luces que superan los 6 metros. El análisis de ambos sistemas con programa ETABS, de acuerdo con las normativas de construcción, es identificar cuál de estos sistemas muestra un rendimiento estructural más favorable y cuál de estos posee un costo menor al momento de sacar un presupuesto.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cuevas (2021) en su tesis titulado: “*Evaluación numérica del comportamiento sísmico de edificaciones de muros delgados de concreto reforzado representativas del diseño y construcción en Colombia*”; presentada a la Universidad del Valle; este trabajo aborda el uso generalizado de sistemas industrializados de concreto reforzado de pared delgada (MDCR). En varias naciones de América Latina, se presentan fenómenos sísmicos notables, como los acontecidos en Chile (2010) y Nueva Zelanda (2011), han generado un aumento en el interés de los investigadores por examinar la respuesta de los edificios ante sismos construidos con MDCR, que se utilizan en la edificación de viviendas. Se han llevado a cabo diversas pruebas y mediciones para evaluar el rendimiento de estos muros. Sin embargo, la falta de eventos sísmicos significativos recientes ha mantenido en incertidumbre la respuesta sísmica de este tipo de construcción en Colombia. Este estudio ha revelado lo siguiente: La evaluación de la susceptibilidad de los edificios ante sismos, empleando el enfoque establecido en el Reglamento NSR-10, muestra una situación crítica para estructuras de 8 y 12 pisos, especialmente en términos de sobreesfuerzos En términos de momento y fuerzas laterales, y en medidas de elasticidad en la construcción de 12 pisos. Asimismo, al emplear un estudio dinámico no lineal para evaluar la vulnerabilidad sísmica, manteniendo una amenaza sísmica coherente con el diseño, se observa una situación crítica en edificaciones de 8 y 12 pisos. En ambos casos, se supera primero el límite de desempeño aceptable en términos de la deriva del piso (con límites del 0.375% y 0.5%), luego en la ductilidad del concreto en el soporte de las 14 paredes, y como tercer aspecto clave, en la modificación del refuerzo. Con respecto a este último parámetro, se

detectó la rotura del refuerzo MES en por lo menos uno de los terremotos evaluados. en ambas edificaciones.

Analuca (2021) en su tesis titulado: "*Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de concreto armado del barrio "El Triunfo" Norte De Quito, Parroquia de Cochapamba, Cantón Quito – Ecuador*"; presentada a la Universidad Internacional SEK; este trabajo trata sobre la vulnerabilidad sísmica debido al rápido aumento de la población, gran parte de la construcción en la zona se realiza de manera informal. El enfoque de este trabajo de investigación se dirige hacia la susceptibilidad de los edificios ante sismos de las construcciones de hormigón armado situadas en el barrio "El Triunfo", al norte de Quito, específicamente en la parroquia Cochapamba, en la jurisdicción de Quito, Ecuador. Dada esta situación, Se han realizado varias investigaciones con el fin de comprender la naturaleza de esta vulnerabilidad y señalar sus características. Se han empleado pruebas no destructivas, encuestas de vista rápida NEC, métodos estáticos lineales y no lineales para analizar estas variables. Entre las conclusiones extraídas de este trabajo se destaca lo siguiente: Al revisar los métodos de oscilación en la tabla 30, columna 4, muestra que en los 12 casos modales, el periodo se mantiene dentro del intervalo, el período no excede el rango (1), indicando así una estructura de naturaleza rígida. Además, al analizar la distribución típica de los casos modales, se identifica que la contribución de peso se ubica en ( $U_x$  0.646) y ( $U_y$  0.6341) ( $R_z$  0.8496), valores apropiado y bajos para los movimientos de traslación y torsión. Al emplear el enfoque estático lineal con un factor de reducción ( $R=3$ ) y una curva no elástica de un espectro de proyecto, se calcula un periodo de 0.1195, considerado estándar para el estudio. En cambio, mediante un método estático que no sigue una línea recta, empleando un factor de reducción ( $R=1$ ) y una curva adaptable de un espectro de diseño, se alcanza un periodo de 1.021. Esto produce un coeficiente de diferencia del 15 de 0.90, evidenciando que el enfoque estático lineal es más inflexible, mientras que el método estático no lineal muestra mayor flexibilidad.

Flores (2018) en su tesis titulado: “*Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi*”; presentada a la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador; El primordial propósito de esta investigación fue analizar la factibilidad de realizar una ampliación estructural a lo largo del edificio FLORES MENA, con el propósito de beneficiar tanto a la familia FLORES MENA como a otras familias en el área de Cofavi. Su intención era analizar y considerar los costos de una extensión significativa para apoyar el diseño estructural propio y los costos del proyecto. Las conclusiones obtenidas de este estudio son las próximas: Los resultados finales obtenidos de los tres programas seleccionados revelaron similitudes, teniendo en cuenta las particularidades de cada uno. No obstante, al compararlos, se determinó que SAP 2000 no es ideal Para la representación y evaluación sísmica de estructuras a causa de restricciones en la ubicación precisa de excentricidades en los elementos estructurales, lo que resulta en una sobrestimación de la influencia de la textura en el peso, como se observa en este proyecto. Luego de analizar y simular el movimiento sísmico de manera lineal, se determinó que el edificio no presentaba irregularidades en su distribución o altura. También, se confirmó que los dos primeros modos de oscilación en el análisis de dinámica lineal son traslacionales, mientras que el tercero es rotacional.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Nina (2019) en su tesis titulado: “*Diseño estructural en concreto armado de un edificio de ocho niveles y un semisótano*”; presentada a la Universidad Nacional de San Agustín De Arequipa; Este proyecto abarca sucesos y estándares desde la evaluación de la estructura hasta la creación de cada uno de los componentes de hormigón armado 16, siguiendo las regulaciones actuales del Código Nacional de Edificación. El anteproyecto exhibe un edificio plurifamiliar de ocho niveles con un sótano parcial para uso residencial múltiples, evidenciando la adaptación de los requisitos estructurales a diversas modalidades constructivas. Se

llevó a cabo un proyecto de arquitectura para visualizar el resultado final. Solución para el proyecto Cumplir con la normativa vigente. Este proyecto se encuentra localizado en la Provincia de Arequipa, Provincia de Arequipa. De este estudio se derivan las conclusiones siguientes: La configuración de una edificación está fuertemente influenciada por la distribución arquitectónica que exhibe, ya que tiene un edificio contenedor de estacionamiento en la parte inferior, no es posible dotar de muros de cortante en la parte inferior, por lo que elegimos una estructura donde todos los muros resistentes se ubiquen en el contorno de la construcción, esta distribución de placas es lo que le da gran rigidez a nuestra estructura. Para elegir la losa de entrepiso más óptima, se realizó una comparación del costo y el peso de dos losas de 25 cm de profundidad. Se concluyó que la losa aligerada Viga cero es la más óptima para este proyecto, ya que reduce el costo en un 12% y la losa tiene la mitad del peso en similitud con la losa aligerada tradicional.

Cuayla y Pupi (2021) en su tesis titulado: "*Diseño de una losa de concreto armado para mejorar la funcionalidad de una edificación de grandes luces con el sistema Waffle - 2021*"; expuesta a la Universidad Privada de Tacna; El objetivo de este estudio es analizar el impacto del Creación de una losa compuesta por concreto reforzado en la optimización funcional de construcciones con grandes claros, utilizando el sistema Waffle como ejemplo práctico a través de una losa nervada. Se realizó una investigación aplicada de enfoque integrador, centrándose en el análisis estructural de un supermercado que emplea una losa de concreto reforzado con grandes luces en dos direcciones, utilizando 17 métodos cuantitativos. Los hallazgos de este estudio señalan lo siguiente: Se verifico que el diseño de una losa de concreto reforzado con amplias luces en dos direcciones, a través del sistema de placa nervada o reticulada Waffle satisface los estándares establecidos, mejorando la funcionalidad de la estructura al proporcionar espacios más amplios, beneficiosos para proyectos comerciales y otros fines en Tacna. Además, se busca promover el uso futuro de estructuras basadas en este sistema. Se analizó el diseño de la losa empleando los estándares

del ACI, demostrando su cumplimiento con las directrices de diseño para este tipo de construcciones, siguiendo las pautas del ACI 318-14, lo que asegura estabilidad y coherencia en los productos obtenidos en toda la fase del proyecto.

Asto (2020) en su tesis titulado: "*Comportamiento estructural de losas macizas de concreto reforzadas con varillas de basalto*"; presentada a la Universidad San Ignacio de Loyola; El trabajo de este estudio es investigar Opciones de materiales de construcción diferentes, en este caso, las barras hechas de basalto, y explorar sus potenciales usos en la fabricación de estructuras de hormigón armado, particularmente en el contexto de las losas de hormigón. Por tanto, el propósito de este estudio fue identificar las propiedades estructurales de losas de hormigón macizo consolidado reforzadas con barras de basalto. El enfoque utilizado se basa en enfoques aplicados, empíricos y cuantitativos. Para elegir la muestra, se empleó el procedimiento de dictamen pericial, consultando a un ingeniero experto y examinando seis (06) losas macizas, incluyendo tres (03) con refuerzo de basalto y otras tres (03) con refuerzo de hierro corrugado. Los resultados extraídos de esta investigación son las siguientes: Según los resultados de estudios analíticos y experimentales, se determina que las losas de concreto sólido afianzadas con barras de basalto presentan rangos de resistencia similares a las que utilizan barras de acero, bajo cargas de diseño, las losas con refuerzo de acero muestran una ventaja sobre las consolidadas con basalto. En cuanto a la rigidez, se observa que las losas con refuerzo de basalto tienden a deformarse más que las tradicionales con barras de acero, lo que indica que las losas de hormigón con basalto son de menor rigidez que aquellas con refuerzo de acero. en comparación con el acero ordinario, esto se debe a que, aunque las barras de basalto tienen un mayor grado de resistencia que sus otros aceros, su dureza es significativamente menor.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

En el contexto actual, se encuentran establecidas en la región de Huánuco instituciones académicas como la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (Unheval) y la Universidad de Huánuco (UDH).

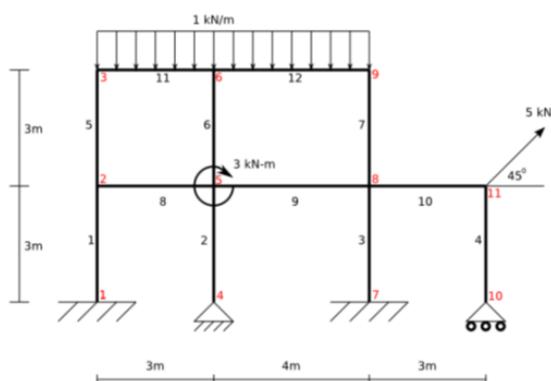
## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

De acuerdo con Villarreal (2009), la ingeniería estructural se enfoca en analizar la resistencia, solidez, seguridad, permanencia y estabilidad de las construcciones. En muchos casos, los materiales de estudio en esta disciplina suelen ser extensos y se concentran principalmente en la teoría, lo que complica la instrucción mediante tareas en casa y la investigación, lo cual es fundamental para adquirir un dominio más sólido del tema.

Figura 1

Representación del estudio estructural



Fuente: Villarreal (2009).

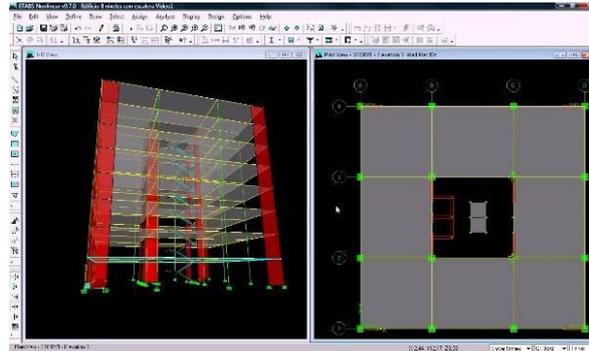
### 2.2.2. DISEÑO ESTRUCTURAL

Según Piralla (2016), El análisis estructural conlleva alcanzar una estabilidad precisa entre las capacidades inherentes de un elemento, sus características físicas particulares, sus habilidades dinámicas y la minimización de costos. Siempre se aspira a reducir los gastos de construcción, al mismo tiempo que se asegura un desempeño óptimo

fundamentado en un análisis estructural exhaustivo. Es vital que el diseño consiga alcanzar un equilibrio justo entre la rigidez y la flexibilidad de los recursos, ya que una exageración en cualquiera de estas áreas podría resultar en el fallo de la estructura. en diversas circunstancias.

**Figura 2**

**Diseño de la estructura utilizando el programa ETABS.**



*Fuente:* Piralla (2016).

### ➤ **Fuerza Cortante Mínima**

Esta norma especifica que, cuando se trata de estructuras que presenten irregularidades, la fuerza de corte en el nivel del suelo no debe estar por debajo del 90% de la fuerza de corte base evaluada durante la evaluación fija en cada orientación del análisis sísmico, se debe, de ser necesario, afinar el producto eliminando el movimiento y reduciéndolo al límite. Las fuerzas de corte en la base para las propiedades en evaluación se calculan en el análisis estático mediante las fórmulas indicadas por las normativas (RNE, 2019).

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

### **2.2.3. HISTORIA DE SISMICIDAD EN EL PERÚ**

Según Villarreal (2009), Perú se sitúa entre las zonas con mayor actividad sísmica a nivel global, principalmente debido al fenómeno del proceso de la placa oceánica (Nazca) que se hunde bajo la placa

continental (Sudamericana) ocasiona una aglomeración constante de fuerza que se desprende como movimientos telúricos, motivando a diversos investigadores a realizar estudios para comprender la dinámica de la subducción y delimitar las áreas con mayor deformación superficial dentro del país.

**Figura 3**

**Estructura del movimiento de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana**



**Fuente: Villarreal (2009).**

Se ha realizado una investigación constante sobre la liberación de energía en terremotos para comprender cómo se estructura la subducción y identificar las zonas con mayor deformación en la superficie en el transcurso de la zona costera del país. Las particularidades tectónicas de Perú tienen la capacidad de ser definidas y analizadas utilizando la Zonificación Morfológica y Tectónica del territorio.

### ➤ **Zonificación Morfológica**

Según Villarreal (2009), la zonificación morfológica del Perú se puede dividir en 5 zonas las cuales se detallan en el cuadro a continuación:

**Tabla 1**

*Zonificación morfológica*

<b>Zona Costera (ZC):</b>	Esta zona está formada por una estrecha franja de terreno la cual se limita por el oeste con el océano Pacífico y por el este por una estructura maciza de roca ígnea llamada Batolito Costero. Esta zona tiene un ancho promedio de 150km en la región Norte y de 40km en la región Sur esta zona se extiende en promedio hasta una cota de 300 y 100 msnm.
<b>La Cordillera Occidental (COC):</b>	En esta zonificación se conforma el mayor volumen y está formada en su gran mayoría por Batolito Granítico cuyas crestas tienen una altura de 5000m en la Región Norte y Centro de nuestro país. Viéndose en la Región Sur una disminución de altura.
<b>El Altiplano:</b>	En esta zonificación el Altiplano se encuentra localizada entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental, nitidamente muy diferente en las Regiones Centro y Sur. Estas regiones se encuentran en las altas mesetas del Altiplano a unos 3000m de altitud. El Altiplano prácticamente desaparece hacia el Norte. En la parte Central el Altiplano tiene un ancho de 10 a 50km y en el Sur de 120km a nivel del lago Titicaca.
<b>La Cordillera Oriental (COR):</b>	En esta zonificación está bien definida de Norte a Sur la Cordillera Oriental alcanza una altura de 3700-4000m, localizada entre el Altiplano y la Zona Sub Andina y está compuesta por una zona muy extensa de plegamientos donde las estructuras buzan en un sentido contrario a la dirección de la formación de los pliegues.
<b>La Zona Subandina:</b>	Corresponde a las faldas o laderas de los andes limitadas por el oeste por la Cordillera Oriental y por el Este con el Escudo Brasileño. Esta zona es de una Anchura variable y es aquí donde se amortiguan as estructuras andinas formando plegamientos de grandes longitudes de onda, es en esta zona donde se localizan los principales sistemas de fallas inversas orientadas en la dirección NW-SE.

**Fuente:** Adaptado de Villarreal (2009).

➤ **Clasificación Tectónica**

A través de esta clasificación, La variada topografía de Perú se debe a la influencia de la tectónica de placas, específicamente, a la colisión entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana. Este proceso de interacción entre placas, conocido como subducción, es el responsable de todos los efectos que han generado la formación de montañas y demás rasgos orogénicos en el país. Entre estos efectos, encontramos (Villarreal, 2009).

**Tabla 2**

*Clasificación Tectónica*

<b>Fosa Marina</b>	Indica de Norte a Sur y en paralelo al litoral costero, es el límite de contacto entre la Placa Oceánica y Continental. Este límite tiene la forma de una Fosa de gran extensión la misma que alcanza la profundidad de hasta 8000m.
<b>La Cordillera Andina</b>	Formada como consecuencia del proceso de compresión entre la Placa Oceánica y la Placa Continental en diferentes procesos Orogénicos. Se distribuye en el país de Norte a Sur alcanzado un ancho aproximadamente de 50km y en las regiones de Norte y Centro, y hasta 300km en la región Sur, se orienta en promedio en la dirección NW-SE, aunque a la altura de la latitud 13°S, está orientada en la dirección E-W. Estudios de sismicidad muestran que la Cordillera Andina tiene espesores entre 51km en la región Central. Según (Tavera 1993).
<b>Los Sistemas de Falla</b>	Se distribuyen en el continente donde han sido formadas por efecto secundario de la colisión de las Placas Oceánica y Continental. Este proceso genero la presencia de pliegues y fracturas en la corteza terrestre. Según (James 1978).
<b>La Cadena Volcánica</b>	Su formación se debe a la colisión de los márgenes de la placa Sudamericana y de Nazca. En el Perú esta cadena se localiza al sur de la Cordillera Occidental con conos Volcánicos activos como Coropuna, Ampato, Pucarani, Misti, Ubinas, Sarasara, entre otros. Los volcanes e la región Sur del Perú deben su origen al proceso de subducción particular de esta parte del país, es decir una subducción del tipo normal de mayor pendiente mediante el cual el material del manto participa en los diferentes procesos que producen ascenso del magma.
<b>Dorsal de Nazca</b>	Esta cadena montañosa o cordillera se localiza en el Océano Pacifico entre 15°S y 19°S. La Dorsal de Nazca está formada por rocas volcánicas con capas de minerales en las cuales predomina el hierro, magnesio, potasio y sodio cálcicos (Marocco, 1980), siendo estos minerales más comunes en la corteza terrestre. La estructura de la dorsal de nazca es producto de un proceso de distensión de la corteza oceánica y se estima que su formación tiene una edad de entre 5y 10 millones de años.

Fuente: Adaptado de Villarreal (2009).

## 2.2.4. PRINCIPIOS SOBRE EL DISEÑO SISMORRESISTENTE

### ➤ Conceptos previos para la estructuración del edificio

#### **Predimensionamiento de Elementos Estructurales**

La Norma E030 (2019) indica que en el proceso de dimensionamiento inicial se utilizan medidas aproximadas para los componentes de la estructura, que ocasionalmente se alinean con las medidas definitivas. Al realizar el predimensionamiento para la tesis, se consideraron diversos criterios, incluyendo los establecidos en la norma

E060 y los aportados por diferentes autores, como el Ingeniero Blanco en su obra “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado”.

Según la Norma E030 (2019), al llevar a cabo el predimensionamiento se consideraron múltiples principios, adicionales a los ya establecidos en la norma E060 y provenientes de fuentes variadas, incluyendo las aportaciones de expertos ingenieros. En ciertas instancias, estas medidas iniciales de los componentes estructurales son idénticas a las dimensiones finales de esos mismos componentes.

#### **A. Losas Aligeradas**

En base de Blanco (2011) Los espesores proporcionados son específicos para elementos aligerados en una sola dirección y varían de acuerdo a la luz que abarque el área. Por ejemplo, en el caso de claros de 4 metros, se optará por utilizar losas aligeradas con un grosor de 17 cm. Para claros que oscilen entre 4 y 5.5 metros, se recurrirá a losas aligeradas de 20 cm. En el caso de vanos que vayan desde 5 hasta 6.5 metros, se emplearán losas aligeradas de 25 cm, mientras que para claros que superen los 6 metros, se requerirá un grosor de 30 cm.

#### **B. Acabados y coberturas**

La Norma E020 (2019) establece que se contemplará el uso de Una teja típica de los Andes que tiene un carga total de 83 kilogramos para ser utilizada como cubierta, mientras que para los revestimientos se considerará una carga total de 100 kg/m<sup>2</sup>.

#### **C. Vigas**

De acuerdo con la Norma E020 (2019), al realizar el dimensionamiento inicial de las vigas, es crucial considerar la clasificación de la edificación para determinar un peralte aproximado. Se tomará la mitad de este peralte para obtener el ancho, asegurando que, conforme a criterios sismorresistentes, dicho peralte no sea inferior a 25 cm.

#### **D. Columnas**

La Norma E020 (2019) indica que al predimensionar las columnas, es necesario considerar tanto la carga axial que soportarán como el área tributaria asociada a cada una de ellas.

#### **Condiciones Geotécnicas: Factor S, TP y TL**

La Norma E030 (2019) establece el uso de parámetros definidos en el diseño sismorresistente de la RNE E030 Para calcular el agente de expansion del suelo (S), se ajusta según las características específicas del área (zonas), siguiendo las indicaciones proporcionadas en la tabla correspondiente. Además, se utilizan tablas para estimar los intervalos Tp y Tl, información esencial para la conceptualización posterior de la plataforma de la componente C.

Según lo estipulado en la Norma E030 (2019), se emplearán los criterios establecidos en el diseño sismorresistente de la RNE E030 para calcular el coeficiente de acrecentamiento del suelo (S), el cual se determina considerando las condiciones específicas de cada área local.

Según Piralla (2016), El diseño estructural busca alcanzar un balance entre las distintas labores inherentes de un insumo, sus características físicas particulares, su resistencia mecánica y minimizar los costos. Aunque se busca reducir al máximo el precio, los análisis estructurales previos ofrecen los resultados más óptimos. El objetivo fundamental del diseño estructural Consiste en alcanzar una armonía entre las aptitudes mecánicas del material y sus características intrínsecas distintivas y minimizar los costos. A pesar de que los mejores resultados se derivan de investigaciones previas, se sigue priorizando la economía en este proceso.

Es crucial que el diseño estructural consiga una armonía adecuada entre la rigidez y la flexibilidad del material, ya que exceder alguno de estos aspectos podría desencadenar problemas estructurales.

Piralla (2016) destaca la relevancia de sostener esta proporción equilibrada en diferentes circunstancias.

Es fundamental que el diseño estructural consiga una armonía constante entre las secciones rígidas y elásticas del material para prevenir posibles fallos en la configuración. Esto subraya la importancia de mantener esta armonía en distintos escenarios.

Los requerimientos sísmicos para construcciones varían de un terremoto a otro y también difieren según la región. En zonas sujetas a actividad sísmica, las oscilaciones máximas anticipadas pueden ocasionar desplazamientos laterales considerables, lo que implica que las fuerzas laterales deban ser iguales o superiores al peso del edificio en un sistema lineal. A menos que se trate de diseños muy específicos,

no parece factible desde la perspectiva económica crear edificios que respondan de forma lineal a vibraciones tan intensas utilizando sistemas estructurales convencionales. En algunos casos, puede ser necesario aceptar respuestas no lineales (Piralla, 2016).

### **Microzonificación y estudio de sitio**

El análisis de microzonificación y sitio se llevan a cabo para examinar las posibles alteraciones en eventos sísmicos en lugares específicos dentro de un área de interés. En áreas urbanas en expansión, se identifican subdivisiones más pequeñas, como distritos, con rasgos similares (microzonas), con el fin de prever las probables variaciones en cada una de estas microzonas ante un terremoto (Villarreal, 2009).

### **Centro de Masa y Centro de Rigidez**

El centro de masa de una estructura es el punto de convergencia de su masa, donde las fuerzas aplicadas no producen torsión. En contraste, El centro de rigidez está ubicado en el punto central que equilibra las fuerzas laterales que afectan a los elementos verticales de un sistema estructural. Es crucial considerar que, para evaluar la

idoneidad de la estructura, se busca reducir al máximo La distancia entre el centro de gravedad y el centro de rigidez en todas las direcciones, con el fin de prevenir posibles problemas de torsión. En el escenario analizado, debido a la configuración inusual del suelo y la disposición arquitectónica, se buscó otorgar simetría estructural a la construcción para evitar potenciales complicaciones de torsión en las áreas periféricas de la planta. (E.030, 2019).

El centro de masa, el cual concentra toda la masa de una estructura, es un punto donde no se genera torsión a causa de las fuerzas aplicadas. Mientras tanto, el centro de rigidez representa el punto central dentro de un sistema estructural que contrarresta las fuerzas horizontales que afectan sus elementos verticales. Es crucial reducir la separación entre el centro de masa y el centro de rigidez. en todas las direcciones para prevenir problemas de torsión al evaluar la idoneidad de la estructura. En la situación analizada, debido a la configuración no uniforme del terreno y la disposición arquitectónica, se intentó introducir simetría estructural en la edificación para prevenir posibles problemas relacionados con la torsión en las áreas extremas del plano. (E.030, 2019).

### **Sistema de Movimiento de la Estructura**

Un sistema de movimiento representa la manera única en que una estructura experimentará vibraciones. El análisis dinámico modal calcula tres modos para cada diafragma rígido establecido de antemano. La vibración general de la estructura se logra al combinar estos modos con la masa que contribuye en cada uno de ellos.

La normativa especifica la necesidad de Emplear como mínimo el 90% de la masa total involucrada en cada dirección particular. En el contexto de sistemas o estructuras con múltiples puntos y diferentes niveles de deflexión, se define un modo de vibración como una forma o patrón de la vibración (E.030, 2019).

## **Diagramas de Fuerzas**

La etapa inicial del diseño comienza con la obtención de la representación gráfica de las fuerzas, obtenida a partir del análisis de la estructura considerando tanto las cargas gravitacionales como las cargas sísmicas. En este procedimiento, se establece la manera y la extensión en la que cada componente de la estructura construida con concreto reforzado aprovecha el refuerzo de acero en ubicaciones particulares. En la actualidad, El procedimiento de resistencia final es la perspectiva de proyecto más frecuentemente utilizado en la elaboración. Este método integra los componentes de un esquema general empleando factores de amplificación de carga, lo que permite que las vigas puedan mantenerse bajo cargas inclusive cuando se encuentran fuera del rango elástico sin sufrir colapso (E.030, 2019).

### **Fuerza Cortante Mínima**

El cálculo mínimo de las fuerzas cortantes o la ajuste de escala se fundamenta en contrastar la fuerza cortante dinámica más alta de la estructura con el impulso cortante estático. En estructuras de configuración regular, La fuerza dinámica de corte no debería ser menor al 80% del corte estático generado por el impulso, mientras que para estructuras con configuraciones irregulares en planta y elevación, este valor no debe ser inferior al 90% (RNE, 2019).

En el caso de muros de carga, la respuesta inelástica está influenciada por el espesor y la composición de dichos muros. Un diseño efectivo contempla los posibles mecanismos inelásticos y proporciona a los muros la proporción y los detalles necesarios para que respondan conforme lo planeado. La posterior fracción destaca los fundamentos clave del diseño de edificaciones que emplean muros de carga.

De acuerdo con este estándar, en el caso de estructuras con irregularidades, el esfuerzo cortante en el nivel inferior debe constituir al menos el 90% del esfuerzo cortante base obtenido del análisis estático se aplica para cada dirección del análisis sísmico. Además, si es

requerido, se debería ajustar el resultado excluyendo el desplazamiento y manteniéndolo al mínimo. Las fuerzas cortantes base son determinadas por el análisis estático de las propiedades en estudio se determinan mediante fórmulas definidas en las regulaciones correspondientes (RNE, 2019).

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

### **Determinación de Deslizamientos Laterales**

En edificaciones tradicionales, el desplazamiento horizontal se determinará al multiplicar por  $0,75R$  el valor alcanzado del análisis elástico y lineal con reducción de las cargas sísmicas. Para construcciones que no tienen una disposición regular, el desplazamiento lateral se determinará multiplicando por  $R$  el producto conseguido del análisis elástico y lineal (RNE, 2019).

### **Junta de Separación Sísmica**

Con la finalidad de evitar la fricción entre edificios en el transcurso de un terremoto, se estipula la necesidad de una distancia mínima de separación entre ellos, calculada a través de una fórmula que considera

La distancia de separación ( $s_j$ ) en relación con la altura del edificio ( $h$ ), que en este ejemplo es de 19.9 metros. De acuerdo con esta ecuación,  $s_j = 0.006 h$ , con la condición de que  $s_j$  sea igual o superior a 0.03 metros. En el caso de edificios contiguos con una junta sísmica, se requiere que la edificación esté distante de los límites de la propiedad vecina en una distancia que sea al menos dos tercios del movimiento sísmico más grande, pero no menos de  $s/2$ . Para la construcción en cuestión, Se recomienda un distanciamiento de 7 centímetros con relación a los límites de la posesión de las edificaciones vecinas en ambos sentidos (RNE, 2019).

Siguiendo los principios establecidos en las normativas sísmicas peruanas internacionales, las edificaciones están diseñadas para sufrir daños con el fin de evitar la transmisión de la energía sísmica a los ocupantes o el contenido interior, asegurando la protección de las personas y las pertenencias dentro de la estructura (RNE, 2019).

## 2.2.5. ASPECTOS IMPORTANTES EN LA NORMA E030

Se deberán seguir los siguientes prospectos de la norma E030:

**Tabla 3**

*Sobrecargas*

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m <sup>2</sup> )
Almacenaje	5,0 (500)
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de Almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6,4
Auditorios, Gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6,4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios, y áreas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas Públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Almacenaje y servicios	5,0 (500)

Corredores y escaleras	4,0 (400)
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
<b>Zonas públicas</b>	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
<b>Lugares de Asamblea</b>	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
<b>Oficinas (*)</b>	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
<b>Teatros</b>	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de Proyección	3,0 (300)
Escenario	750
<b>Zonas Públicas</b>	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
<b>Viviendas</b>	
Corredores y escaleras	2,0 (200)

**Fuente: Modificado de RNE (2019).**

El objetivo de este estudio es reconocer las fuerzas internas resultantes causadas por el movimiento oscilatorio de una porción de la Tierra durante un evento sísmico. Se busca determinar cómo se verá afectada una estructura por estas fuerzas generadas. (E.030, 2019).

#### Consideraciones para el Análisis Sísmico

- a) El análisis se fundamenta en el movimiento del suelo especificado en la NTE E030, el cual representa la máxima aceleración del suelo anticipada con una probabilidad del 10% en un tiempo de 50 años.
- b) Se identifican tres modalidades de análisis sísmico:

## **Análisis estático de sismos**

Esta metodología describe el desplazamiento del suelo a través de un grupo de fuerzas que inciden en cada elemento estructural. Su aplicación se ve limitada por la norma NTE E030.

## **Análisis dinámico de sismos**

También conocido como estudio modal espectral de sismos, este método es ampliamente utilizado a nivel mundial.

Se emplea el espectro de diseño para reconocer los patrones de oscilación y, al combinar estos modos según ciertos criterios, se calculan las fuerzas producidas por el movimiento sísmico establecido para el diseño (E.030, 2019).

## **Concepción Estructural Sismorresistente**

**Tabla 4**

*Conceptos estructurales*

<b>Simetría</b>	<b>En la distribución de masas como de rigideces</b>
<b>Peso mínimo</b>	En los pisos altos
<b>Selección y uso</b>	Uso adecuado de los materiales
<b>Resistencia</b>	Frente a las cargas laterales
<b>Continuidad</b>	Tanto en planta como en altura
<b>Ductilidad</b>	Capacidad de deformación de la estructura
<b>Deformada</b>	Debe ser limitada
<b>Condiciones locales</b>	Consideración de las condiciones locales
<b>Supervisión</b>	Supervisión estructural rigurosa

**Fuente: Adaptado de RNE (2019)**

## **Parámetros Para El Espectro De Diseño**

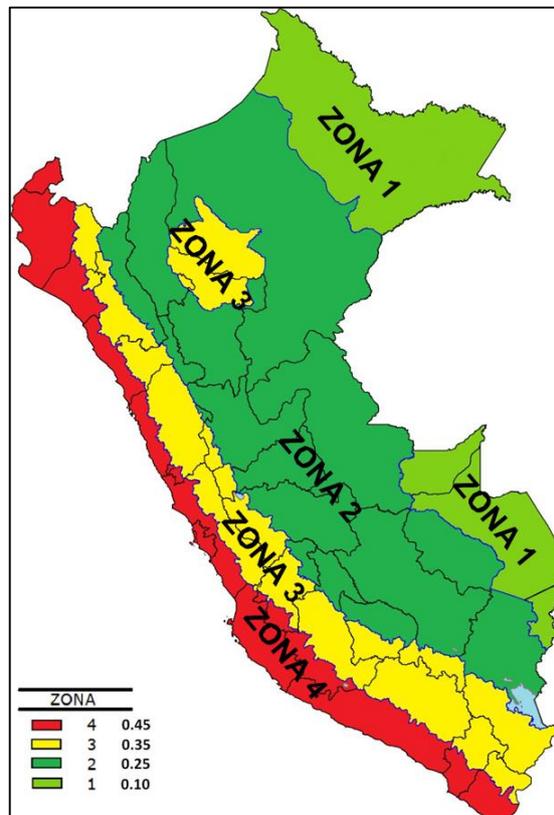
### **a) Zonificación**

Según la E.030 (2019) denominada componente de región, este valor indica la mayor aceleración horizontal del sismo de diseño, indicada como un porcentaje de la aceleración gravitacional. Está situada en el distrito de Amarilis, departamento y provincia de Huánuco; de consenso al Anexo N°1 de la NTP E-030 le pertenece al sector sísmico 2; según la

tabla N°1 de la misma regla, se obtiene el componente de región, siendo  $Z=0.25$ .

**Figura 4**

*Zonificación sísmica*



**Fuente:** Modificado de RNE (2019).

### **b) Condiciones geotécnicas**

Según la E.030 (2019), para concluir el espectro del movimiento sísmico de diseño, es necesario tener información sobre la composición del suelo en el lugar. La normativa NTE E030 categoriza los tipos de suelo en cinco grupos basado en la velocidad de proliferación de las ondulaciones sísmicas cortantes ( $V_s$ ), la media ponderada del ensayo de penetración estándar ( $\bar{N}_{60}$ ), y la media ponderada de la resistencia al corte en condiciones no drenadas ( $\bar{S}_u$ ). En relación al edificio examinado, se ha identificado que el suelo se compone de arena con granulometría intermedia, catalogado como perfil S2 (suelos intermedios).

### c) Parámetros del sitio

Según la E.030 (2019), Estos límites se refieren al componente S y a los intervalos  $T_p$  y  $T_L$ , los cuales logran determinarse al tener información sobre la superficie sísmica y la muestra de suelo en el área donde se construirá la estructura.

**Tabla 5**

*Factor de suelo*

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

**Fuente:** Modificado de RNE (2019).

**Tabla 6**

*Periodo  $T_P$  y  $T_L$*

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

**Fuente:** Modificado de RNE (2019).

### d) Elemento de Amplificación Sísmica

Este coeficiente indica la expansión que ocurre al transferir la aceleración del suelo a la estructura, siendo influenciado por las condiciones particulares presentes en ese entorno. (E030, 2019).

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

### e) Categoría de la edificación y factor de uso

La clasificación de la edificación se realiza en función de su valor y el empleo previsto. conforme la norma NTE E030, se dividen en cuatro categorías: estructuras fundamentales, relevantes, habituales y temporales. En el caso de la construcción en estudio, Se planea su uso como espacio de oficinas, anticipando una alta afluencia de individuos en su interior. (E.030, 2019)

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

Tabla 7

*Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro)*

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R0 (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

*Fuente:* Modificado de RNE (2019).

### g) Factores de Irregularidad

Según la E.030 (2019), La normativa NTE E030 establece ajustes al valor de Ro para edificaciones con irregularidades a fin de calcular correctamente el factor de reducción sísmica. Primordialmente, estas desigualdades se dividen en dos categorías: verticales (Ia) y horizontales (Ip), y se detallan en la tabla N°8, junto con sus correspondientes

elementos de desigualdad. De acuerdo con la Norma E.030 (2019) y la evaluación inicial del sistema estructural resistente al sismo en el proyecto en cuestión, se identificaron los siguientes tipos de irregularidades: g-1) No se observaron irregularidades en altura, lo que llevó a asumir  $I_a = 1$ . g-2) Se detectó una desigualdad estructural en la disposición, específicamente en esquinas interiores, donde se tomó  $I_p = 0.9$ .

**Tabla 8**

*Coefficiente de desigualdad estructural vertical*

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_a$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b>            Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,75
<p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b>            Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez</b>            Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0.5
<p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia</b>            Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b>            Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos</p>	0.9
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b>            La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0.9

*Fuente:* Modificado de RNE (2019).

**Tabla 9**

*Coefficiente de asimetría estructural horizontal*

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad $I_p$
<p style="text-align: center;"><b>Irregularidad Torsional</b></p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta m_{\acute{a}x}</math>), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta CM</math>). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible</p>	0.75
<p style="text-align: center;"><b>Irregularidad Torsional Extrema</b></p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta m_{\acute{a}x}</math>), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta CM</math>). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible</p>	0.6
<p style="text-align: center;"><b>Esquinas Entrantes</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0.9
<p style="text-align: center;"><b>Discontinuidad del Diafragma</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0.85
<p style="text-align: center;"><b>Sistemas no Paralelos</b></p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0.9

*Fuente:* Modificado de RNE (2019).

## Restricciones de irregularidades

La norma E030 establece que, según la clasificación o el tipo y la posición de la construcción requieren tener en cuenta los siguientes aspectos: irregularidades: (NORMA E.030, 2019)

**Tabla 10***Categoría y regularidad de las edificaciones*

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
C	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

**Fuente:** Modificado de RNE (2019).**Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)**

De acuerdo con la norma E030 (2019) el factor de disminución de las cargas sísmicas se determinará considerando las estimaciones de  $I_a$ ,  $I_p$ .

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

**Desplazamientos Relativos Admisibles****Tabla 11***Valores máximos de la distorsión del entrepiso*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

**Fuente:** Modificado de RNE (2019).

## 2.2.6. LOSAS DE ENTREPISO

Según Piralla (2016) Una losa de concreto reforzado constituye una superficie plana en un edificio, comúnmente localizada entre pisos o como parte de la cubierta. Consiste en un entramado de barras de acero conectadas por alambres calefactores, dispuestas en dos direcciones. El tamaño de estas barras puede oscilar entre 3/8" y otros diámetros mayores, en función de las cargas indicadas y aspectos económicos considerados.

Este elemento estructural bidimensional, la losa de concreto reforzado, Tiene una dimensión adicional menor en relación con sus dos medidas primarias primordialmente. Su reacción se observa afectada por la flexión, ya que está posicionada de manera perpendicular al plano principal de las placas (Villarreal, 2009).

## 2.2.7. TIPOS DE LOSAS DE ENTREPISO

En el caso de las pérdidas, puede tener una configuración unidireccional cuando se apoya en lados opuestos, transmitiendo la Aplica una carga que va en una dirección que está en ángulo recto con las vigas de soporte. Se puede disponer de vigas de soporte en los cuatro bordes de la losa, como se ilustra en la **Figura 6**.

La losa tiene la suficiencia de llevar carga en dos direcciones y, además, puede tener vigas adicionales en el medio, como se indica en la **Figura 7**.

Cuando la proporción entre la longitud y la anchura de la losa excede un umbral específico, la carga tiende a desplazarse predominantemente en el sentido más corto, en dirección a las vigas de soporte, aun cuando se dispone de soporte en todas las direcciones.

Cuando las losas de concreto descansan directamente sobre columnas, se les denomina losas planas, como se muestra en la **Figura 8**. Generalmente se utilizan cuando las luces (distancias entre columnas) no son demasiado grandes y las cargas no son especialmente elevadas.

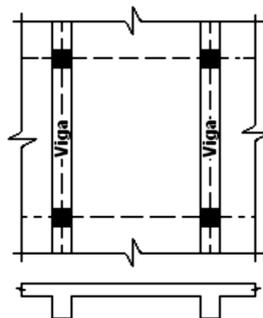
La estructura de piso plano representada en la **Figura 9** no contiene vigas, sino que se sostiene mediante columnas en forma de lágrima.

En el caso de la vigueta o lámina reticular mostrada en la **Figura 10**, está unida a la losa plana. Para reducir la carga muerta de las estructuras de piso macizo, se crean huecos en un patrón alineado, utilizando elementos aligerados hechos de metal o fibra de vidrio. Esto permite obtener una estructura nerviosa en 2 sentidos.

Las losas de hormigón armado exhibidas generalmente se diseñan para soportar cargas que se distribuyen de manera equitativa a través de la losa y están restringidas por un eje entre las losas en el centro de la viga o columna de soporte. Las cargas puntuales pequeñas pueden ser absorbidas por la acción bidireccional de los rigidizadores (Acero diseñado para flexión bidireccional en sistemas de placas de dos direcciones o flexión unidireccional y acero de distribución lateral en sistemas de una dirección). Las cargas concentradas grandes a menudo requieren vigas de soporte. (Villarreal, 2009).

**Figura 5**

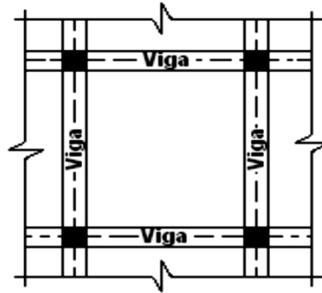
*Losa en una dirección*



*Fuente: Villarreal, 2009.*

**Figura 6**

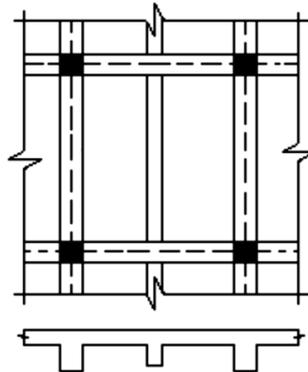
*Losa en dos direcciones*



*Fuente: Villarreal, 2009.*

**Figura 7**

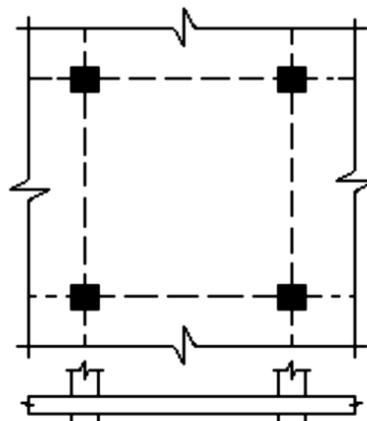
*Losa en una dirección*



**Fuente: Villarreal, 2009.**

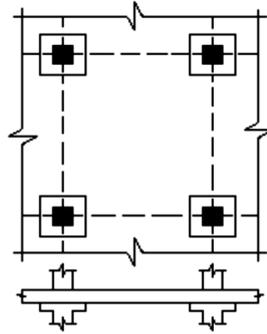
**Figura 8**

*Losa de placa plana*



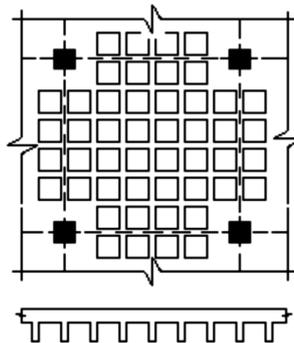
*Fuente: Villarreal, 2009.*

**Figura 9**  
*Losa plana*



Fuente: Villarreal, 2009.

**Figura 10**  
*Losa nervada*



Fuente: Villarreal, 2009.

## 2.2.8. DISEÑO DE CIMENTACIONES

### Concepto de mecánica de suelos

Las propiedades capilares del suelo se refieren a cómo los poros más grandes entre sus partículas tienen la capacidad de transportar agua de manera más rápida. El desplazamiento del agua en tierra y roca es mayormente efectuado por dos fuerzas: la gravedad y la adhesión molecular. El agua se penetra en el terreno, desciende, se desplaza lateralmente y emerge como corrientes de agua, humedales o ríos, Como resultado de la acción gravitatoria. (Braja, 2018).

La clasificación y caracterización de suelos representan valiosas herramientas para adquirir datos acerca de las características comunes del suelo y para determinar su susceptibilidad o fragilidad. Estos estudios también son importantes para aplicar técnicas de recuperación del suelo y determinar las propiedades adecuadas para su uso como relleno.

### **Características de los suelos**

Las características del suelo, como textura, estructura y consistencia, varían y están influenciadas por su procedencia. La textura se relaciona con la consistencia, finura y proporción de las partículas presentes, mientras que la estructura describe la organización colectiva de estas partículas y está estrechamente vinculada tanto a la textura como a las características físicas del suelo.

La solidez del suelo aborda la adhesión entre sus partículas y su resistencia frente a fuerzas externas que podrían afectar o fragmentar sus agregados. En la ingeniería de suelos, la cohesión indica la habilidad de la capacidad del suelo para contrarrestar fuerzas de corte, resultando particularmente relevante en el diseño de construcciones como bases, terraplenes o muros de retención en regiones con suelos que tienden a ser pegajosos (Braja, 2018).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Capacidad portante:** Se refiere a la máxima tensión o presión que puede ser sostenida por una zapata sin ocasionar el fallo del suelo o roca subyacente que la sustenta (E.050, 2018).

**Cimentación:** Es una sección del sistema estructural que sostiene y asegura la parte superior de una edificación, transfiriendo sus pesos de manera directa hacia el suelo. Para evitar daños por ciclos repetidos de congelación y descongelación, la parte inferior de los cimientos debe estar por debajo de la línea de congelación (E.050, 2018).

**Diseño sismorresistente:** En el diseño sísmico, es necesario tener en cuenta tanto el peso muerto como el peso vivo que afectan a la estructura. Esta combinación resulta en la carga sísmica ( $W$ ), la cual se obtiene al multiplicar ambas cargas debido al coeficiente de carga adicional (E.030, 2019).

**Zonificación Sísmica:** La zonificación sísmica implica la subdivisión de un área en segmentos que poseen características constantes para el diseño sísmico. Las leyes de atenuación describen la manera en que las vibraciones sísmicas se propagan a lo largo de la roca de la corteza (E060, 2019).

**Parámetros de sitio:** El diseño sísmico requiere considerar la configuración o perfil más pertinente para reflejar las circunstancias de la estructura., empleando valores que describan los elementos que afectan la acción sísmica durante la evaluación estructural (E.030, 2019).

**Diseño de miembros:** Cada elemento debe ser diseñado considerando la carga muerta total que soporta, aunque exista la posibilidad de diseñar algunos elementos para una carga en movimiento menor a la totalidad de los cálculos teóricos en conjunto. (E.020, 2019).

**Combinaciones de cargas:** Los estándares de diseño indicados en la NTE E.020 son considerados al aplicar las combinaciones de carga y carga nominal (E.030, 2019).

**Resistencia del concreto al esfuerzo cortante:** Los esfuerzos cortantes son esfuerzos que ocurren individualmente bajo circunstancias muy especiales. En pruebas de laboratorio, se han logrado resistencias que oscilan entre el 20% y el 85% de la resistencia especificada del concreto ( $f'c$ ). Este extenso espectro se justifica por la dificultad de aislar este estrés de otros en las pruebas utilizadas para identificarlo. (E.060, 2019).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

H<sub>i</sub>: Las losas macizas presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

H<sub>0</sub>: Las losas macizas no presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Comportamiento de estructural de entrepiso

#### **Indicadores**

- Carga viva
- Carga muerta
- Combinación de cargas
- Losas de entrepiso
- Escaleras
- Columnas
- Vigas

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Análisis y diseño estructural

#### **Indicadores**

- Costo de la losa aligerada bidireccional
- Costo de la losa maciza
- Análisis estático
- Análisis dinámico

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 12

*Sistema de variables-dimensiones e indicadores*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V. independiente Comportamiento de estructural de entrepiso</b>	Costo económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo de la losa aligerada bidireccional</li> <li>• Costo de la losa maciza</li> </ul>	Cuantitativa.	Discreta
	Análisis estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis estático</li> <li>• Análisis dinámico</li> </ul>		
<b>V. dependientes Análisis y diseño estructural</b>	E020 cargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga viva</li> <li>• Carga muerta</li> <li>• Combinación de cargas</li> </ul>	Cuantitativa.	Discreta.
	E030 diseño sismorresistente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificación</li> <li>• Sistema estructural</li> <li>• Análisis dinámico</li> <li>• Análisis estático</li> <li>• Parámetros de sitio</li> </ul>		
	Elementos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Losas de entrepiso</li> <li>• Escaleras</li> <li>• Columnas</li> <li>• Vigas</li> </ul>		

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

En base a Hernández (2014) esta tesis se basó en un enfoque cuantitativo, ya que se recopiló datos para analizarlos posteriormente según las regulaciones nacionales de construcciones vigentes.

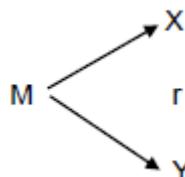
##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En base a Hernández (2014) el alcance de esta tesis fue de nivel correlacional, ya que se analizó el comportamiento estructural de los entresijos de las lasas aligeradas macizas en comparación con las lasas aligeradas bidireccionales. Esto se realizó mediante un estudio estructural de ambos sistemas siguiendo la norma E030, y se verificó cómo estos sistemas afectaron el comportamiento general de la estructura.

##### 3.1.3. DISEÑO

En base a Hernández (2014) esta tesis presentó un diseño a nivel **no experimental** ya que no se manipularon las fórmulas ni los cambios implantados en las normas E030 y E060. Estas normas fueron empleadas para realizar la comparación entre los sistemas de entresijo de las lasas macizas y las lasas aligeradas bidireccionales.

Esquema del diseño de la Investigación



Donde:

M: Muestra

X: Análisis y diseño estructural

Y: Comportamiento de estructural de entrepiso

r: Relación existente entre la variable dependiente e independiente.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

En la tesis se consideró como población todas las edificaciones de 5 niveles ubicado en Av. Los sauces de los Portales, Amarilis - Huánuco -2023.

### **3.2.2. MUESTRA**

Según (Tamayo y Tamayo, 2004), la muestra es un subgrupo limitado o finito de recurso los cuales pertenecen a una población y se encuentra delimitado por la ubicación definida.

Los criterios de inclusión son las características que califican a la población para participar en el estudio, mientras que los criterios de exclusión son las características que descalifican a la población para participar en dicho estudio.

En este estudio se tomó como muestra un edificio de 5 pisos. (se escogió un solo elemento de muestra ya que tras analizar de los resultados obtenidos de este análisis se hizo una conclusión del comportamiento estructural para construcciones similares de 5 a más niveles) ubicado en Av. Los sauces de los Portales, Amarilis - Huánuco -2023.

La muestra es no probabilística debido a que se analizó unos ambos sistemas de entrepiso a una edificación para lo cual no se tomó un muestreo probabilístico.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Técnicas:** El enfoque de este trabajo de investigación se sustenta en las prácticas y principios de ingeniería civil definidos por el investigador. Se realizó una inspección del terreno donde se planea recabar información, seguida por un estudio detallado de las propiedades físicas del suelo. Además, se aplicaron las normativas peruanas de construcción, en particular la norma E030 y E060, al analizar la estructura.

**Tabla 13**

*Ensayos de Laboratorio*

ENSAYO	NORMA APLICABLE	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	NTP 339. 127	"Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados".
Análisis Granulométrico	NTP 339.128	"Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo".
Límite Líquido	NTP 339.129	"Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo"
Límite Plástico	NTP 339.129	"Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo".
Peso Específico Relativo de Sólidos de un Suelo	NTP 339.131	"Determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo".
Corte Directo	NTP 339.171	"Determinar la resistencia al corte de una muestra consolidada y drenada, que nos permita obtener la cohesión y ángulo de fricción interna del suelo".

**Fuente:** ACI, 2006.

**Instrumentos:** se utilizó los siguientes instrumentos para recopilar datos:

**Fichas comparativas:** Se crearon fichas para organizar los datos recopilados en la investigación, permitiendo así sintetizar y presentar de manera precisa y comprensible la información sobre los resultados que se lograrán en el diseño estructural.

**Material bibliográfico:** Se recurrió a diversas fuentes bibliográficas y documentos de origen nacional para llevar a cabo la investigación.

- Norma E030 Diseño sismorresistente
- Norma E050 Suelos y cimentaciones
- Norma E060 Concreto armado 57
- Investigaciones, Publicaciones (artículos, ponencias, etc.)
- Libros

También

También utilizaremos herramientas mecánicas, como sistemas de georreferenciación, para conseguir datos topográficos, junto con dispositivos electrónicos como computadoras o discos duros para guarda y analizar la información recopilada en la investigación.

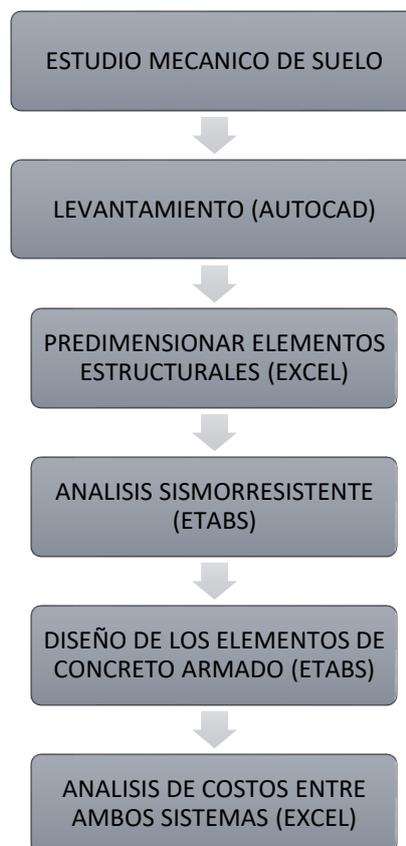
### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

El proyecto actual se localiza en la Av. Los Sauces, dentro del distrito de Amarilis, en la región de Huánuco.

Para iniciar con la tesis primero se tuvo en cuenta las características mecánicas del suelo y posteriormente Será necesario realizar una etapa de pre-dimensionamiento estructural como parte del análisis y diseño de la estructura ya que para realizar la semejanza por ambos sistemas de entepiso es necesario este procedimiento. Además, utilizando el software ETABS, se realizo un análisis que requiere la introducción de datos previos y secciones preliminares para luego verificar las secciones resultantes, lo que permitirá optimizarlas a través del estudio estructural. En el proceso de modelado estructural, Las dimensiones obtenidas en la fase preliminar del diseño estructural se introducirán para ser refinadas de acuerdo con las regulaciones peruanas vigentes. Este proceso de refinamiento se ejecutó a través del software ETABS.

**Figura 11**

*Para la presentación de datos*



### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Se utilizará un dispositivo GPS portátil para obtener datos de ubicación del área en estudio, y se empleará el software Google Earth para cartografiar esta información en el plano del terreno.

Los hallazgos del análisis de Mecánica de Suelos arrojaron como respuestas mediante un análisis de suelos realizado en el terreno mediante una calicata la cual Después, se trasladaron al laboratorio con el fin de calcular la capacidad del suelo para resistir cargas y el ángulo de cohesión interna del mismo. Se realizó el diseño arquitectónico utilizando el programa AutoCAD2018, siguiendo las pautas establecidas en las normas A.010 y A.020 del RNE.

Se llevaron a cabo análisis estáticos y dinámicos mediante la modelización estructural de dos tipos de sistemas de entrepisos: las

losas bidireccionales aligeradas y las losas macizas. Para estos fines, se empleará el software ETABS, siguiendo las regulaciones actuales del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y haciendo hincapié en cumplir con las normativas E.020, E.030, E.050 y E.060.

Al final, se llevó a cabo la comparación entre ambas metodologías. empleando tablas Excel en ambos aspectos, tanto en el desempeño estructural como en la evaluación de costos de cada sistema de entrepiso.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. ESTUDIOS REALIZADOS

Primeramente, para iniciar se realizó un levantamiento topográfico del lugar de estudio como se aprecia en los **anexos 5** y **anexo 6**.

**Tabla 14**

*Detalles topográficos del lugar de estudio*

Vértice	Lado	Distancia	Angulo	Este	Norte
P1	P1-P2	11.23	88°51'46"	365302.00	8904058.00
P2	P2-P3	9.89	88°24'36"	365309.00	8904072.00
P3	P3-P4	10.78	86°6'31"	365321.00	8904066.00
P4	P4-P1	8.85	96°54'20"	365311.00	8904053.00
área				102.86 m2	
perímetro				40.75 ml	

*Nota:* En la tabla se muestra las coordenadas UTM de la ubicación del terreno de estudio, los vértices, sus dimensiones de los lados y sus respectivos ángulos.

Posteriormente, Se realizo una investigación del suelo para entender sus propiedades físicas con lo cual podremos determinar los indicadores en la norma E030 como se observa en el **anexo 7** (estudio de mecánica de suelos).

**Tabla 15**

*Parámetros del suelo de la calita01 del lugar de estudio*

<b>Parámetros geotécnicos C-01</b>	<b>descripción/valores</b>
Perfil Estratigrafico del Suelo de la Calicata 01	M-1 GW
Peso especifico	2.072 ton/m3
Angulo de fricción Interna	28.9°
Cohesion (C)	0.11 Kg/cm2
Profundidad de la Napa freática	No se encontró
Estrato de Apoyo de cimentación	C-01 -M-2 GW: Grava bien graduada con arena
<b>Presion Admisible de Diseño</b>	<b>5.20 Kg/cm2</b>
Asentamiento máximo Permisible	1.133 cm
<b>Coficiente de Balasto</b>	<b>9.01 kg/cm3</b>

Ataque químico de Sulfatos	0.0547 ppm. No perjudicial
Ataque químico de Cloruro	0.0469 ppm. No perjudicial
Coeficiente de reposo (Ka)	0.547
Coeficiente de presión activa (Ko)	0.369

*Nota:* La tabla contiene especificaciones o detalles sobre las propiedades del suelo, centrándose especialmente en su capacidad de carga y el módulo de reacción del terreno que se introdujeron en el programa en la parte del cálculo de la cimentación.

#### **4.1.2. ARQUITECTURA DEL PROYECTO**

Considerando lo mencionado anteriormente, se procedió a iniciar el diseño arquitectónico para distribuir los espacios, ubicar las columnas y realizar un predimensionamiento preciso de las mismas., para este proyecto se tuvo un inconveniente ya que el terreno en si contaba con una pequeña área construido el cual por decisión del propietario no se podía demoler, entonces se tomó en cuenta esto y se distribuyó los niveles de la siguiente manera:

- Un semisótano para para habitaciones de un hostel.
- El primer y segundo nivel serán pequeños stand de venta.
- Los pisos del 3ero al 5to serán también habitaciones de hostel.

La arquitectura es crucial en este proyecto debido a la limitación de espacio, lo que permitirá una distribución óptima de los ambientes, asegurando también una adecuada iluminación y ventilación.

Con el fin de lograr una disposición arquitectónica adecuada, se aplicó la normativa NTE A010 "Condiciones generales de diseño". Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para el diseño arquitectónico:

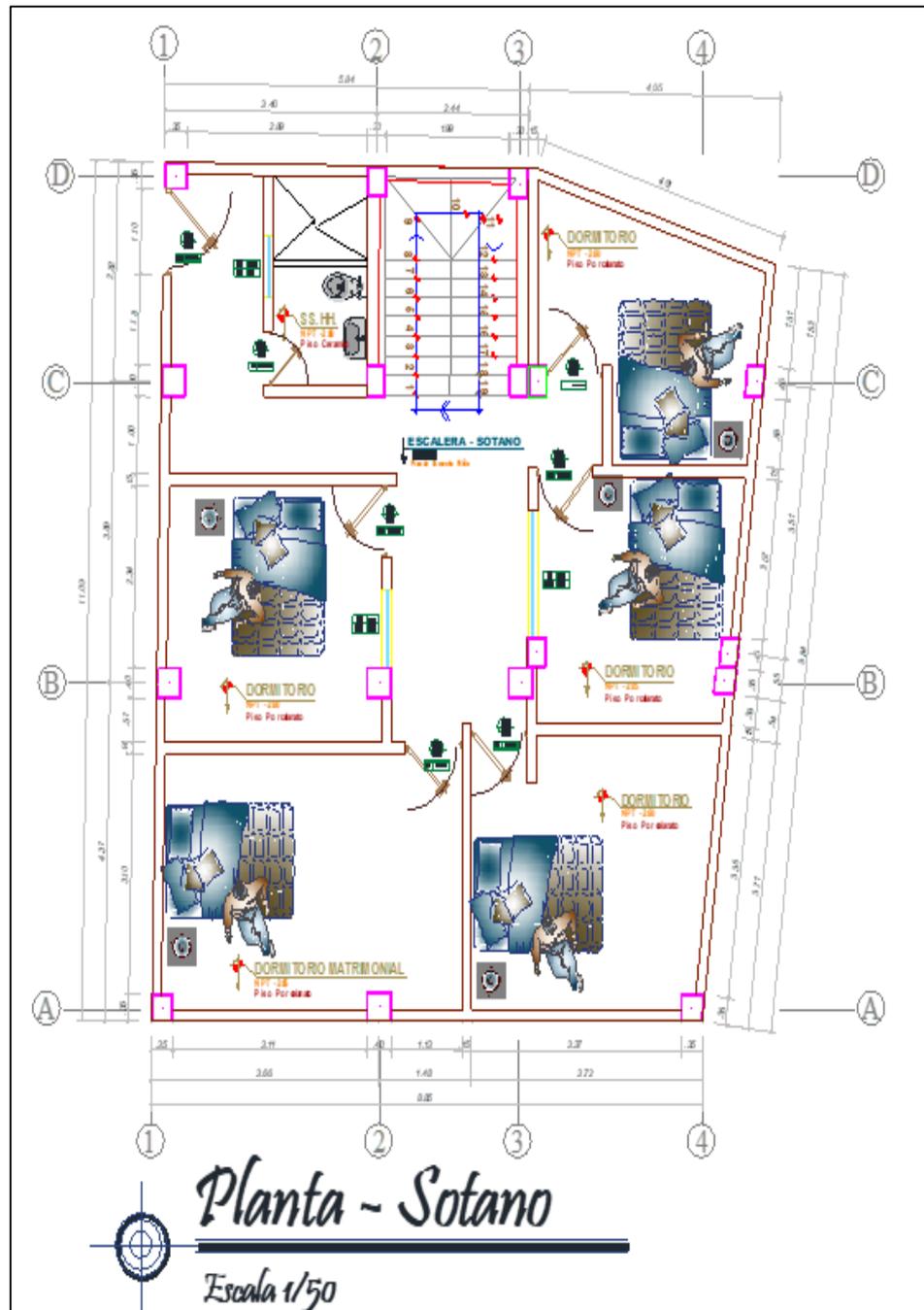
- A. Medidas y colindancias del Terreno.
- B. Área mínima para los ambientes.
- C. Iluminación.
- D. Área social, privada y de servicio.

### a) Planta del Proyecto

Considerando los parámetros definidos por la normativa A010 "Condiciones generales de diseño" y sus áreas designadas, se llevó a cabo la planificación arquitectónica para cinco niveles y un semisótano.

**Figura 12**

*Planta del sótano*

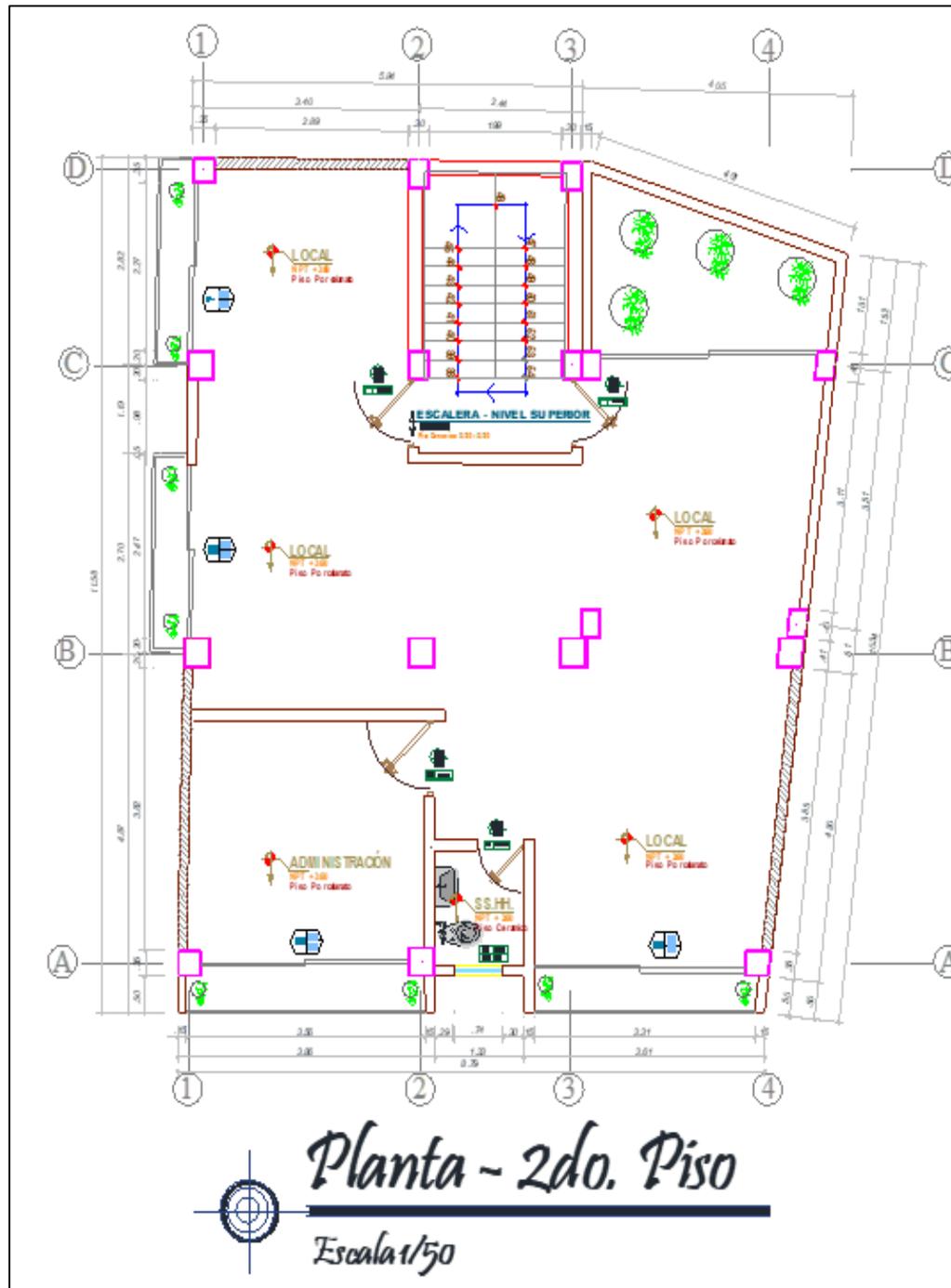


*Nota:* Se aprecia en la figura las áreas distribuidas a lo social, privada y de servicio del sótano, con sus medidas correspondientes.



**Figura 14**

*Planta del segundo nivel*



*Nota:* Se aprecia en la figura las áreas distribuidas a lo social, privada y de servicio del segundo piso y sus respectivas dimensiones de cada una de ellas.



#### 4.1.2. ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Una vez planteado y definido la arquitectura se procederá a realizar El predimensionamiento de los componentes estructurales, junto con los parámetros de resistencia sísmica, fueron parte del análisis preliminar según la siguiente tabla:

**Tabla 16**

*Parámetros de estructuración*

<b>Parámetros de diseño sismorresistente</b>		
<b>Concreto Armado</b>	F'c: 280 kg/cm <sup>2</sup>	Peso Específico: 2,400 kg/m <sup>3</sup>
<b>Acero de Refuerzo</b>	F'y: 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	Peso Específico: 7,800 kg/m <sup>3</sup>
<b>Sistema Estructural "X"</b>	Concreto Armado, Pórtico	
<b>Sistema Estructural "Y"</b>	Concreto Armado, Pórtico	
<b>Categoría del Edificio</b>	Edificaciones Esenciales "B" - U: 1.30	
<b>Zona Sísmica del Proyecto</b>	2 - Z: 0.25g	
<b>Parámetros de diseño estructural de la cimentación</b>		
<b>Parámetros del Suelo</b>	Suelos tipo "S1" – T(p): 0.40seg – S: 1.00	
<b>Capacidad Portante del Suelo</b>	Qadm: 5.20 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Módulo de Reacción del Suelo</b>	Coeficiente de Balasto: 9.00 kg/cm <sup>3</sup>	
<b>Dimensiones preliminares de los elementos estructurales</b>		
<b>Columnas centrales</b>	40x40 cm <sup>2</sup>	
<b>Columnas laterales y esquineras</b>	35x35 cm <sup>2</sup>	
<b>Viga X-X</b>	45x30 cm <sup>2</sup>	
<b>Viga Y-Y</b>	35x25 cm <sup>2</sup>	
<b>Viga de Borde</b>	20x20 cm <sup>2</sup>	
<b>Losa maciza</b>	15 cm	
<b>Losa bidireccional</b>	20 cm	
<b>Escalera</b>	17.5 cm	
<b>Placas</b>	20 cm	
<b>Cargas estructurales</b>		
<b>Cargas vivas en Losas</b>	400 kg/cm <sup>2</sup>	

*Nota:* La tabla presenta una síntesis de los parámetros de diseño sismorresistente (destacando el sistema estructural y zonificación del proyecto), menciona el resumen de los factores de diseño para la cimentación (resaltando la capacidad de carga del suelo, el módulo de reacción y las medidas de los elementos estructurales como vigas y columnas, y losas, fueron aspectos destacados durante el análisis.

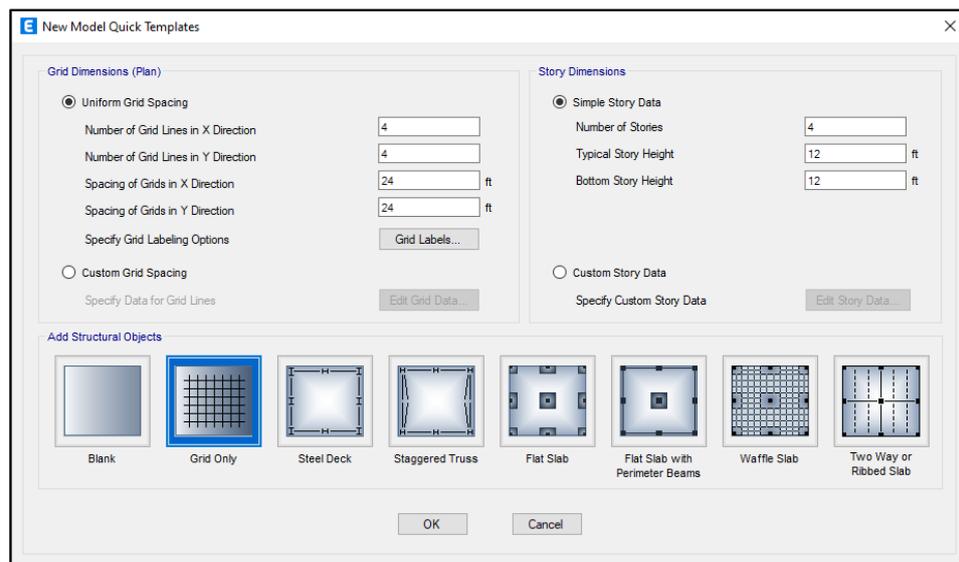
### 4.1.3. MODELAMIENTO Y ANÁLISIS SISMORRESISTENTE

Una vez estructurado el proyecto y definidas después de obtener las dimensiones iniciales, se procede el modelado en el programa ETABS. En esta fase inicial, se lleva a cabo un estudio utilizando elementos predefinidos, para luego ajustar estas dimensiones con el fin de garantizar que los componentes estructurales no sean desproporcionadamente desmesurados y se adhieran a las regulaciones E030 y E060.

Luego, inicie el software y configure las unidades y las rejillas para comenzar con el trabajo.

**Figura 16**

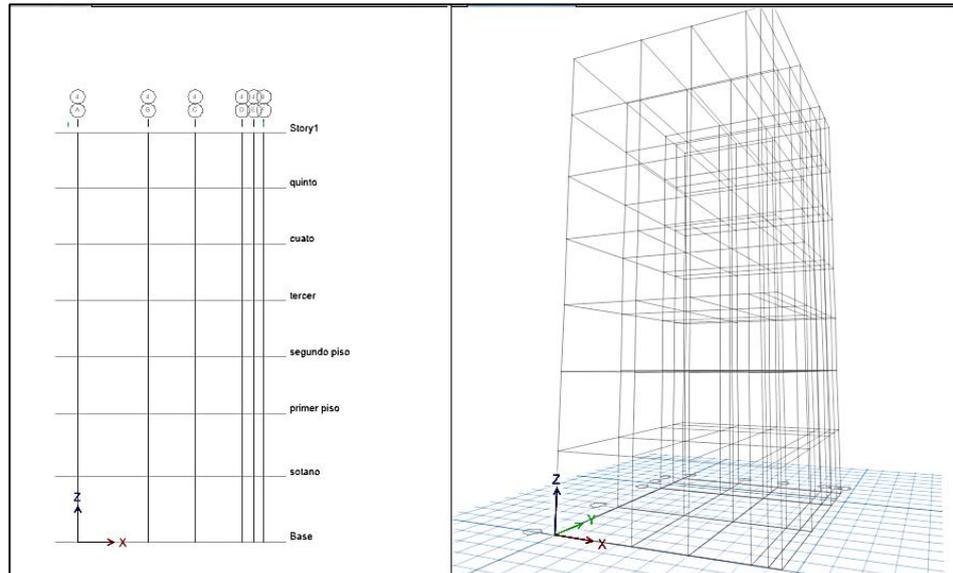
*Grillas para el modelamiento*



*Nota:* La figura muestra la interfaz del programa ETBAS, donde se configura las unidades y grillas (en la dirección X, en la dirección Y) para trabajar.

**Figura 17**

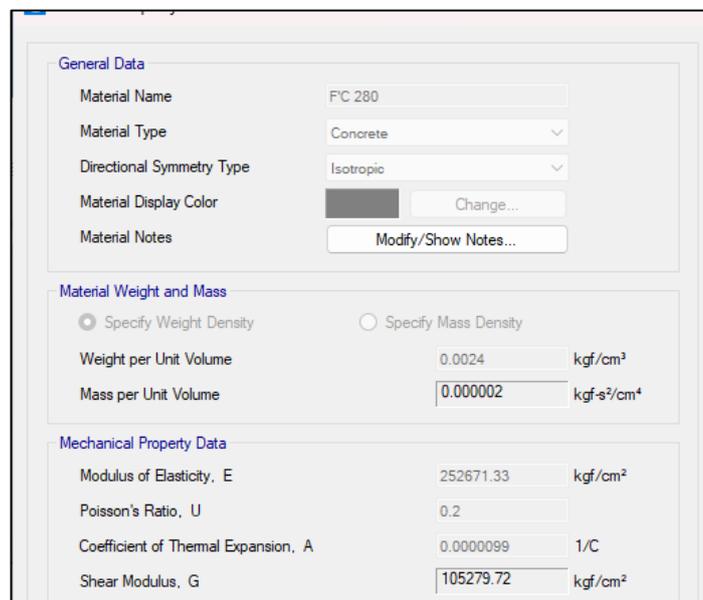
*Vista 3D de las grillas*



*Nota:* La figura muestra la interfaz del programa ETBAS, donde se modela la distribución de planta X-X, Y-Y y Z-Z, de acuerdo con los planos arquitectónicos mencionados anteriormente del sótano, primer piso, segundo, el tercero y quinto piso.

**Figura 18**

*Propiedades del concreto-ETABS*



*Nota:* La figura muestra la interfaz del programa ETBAS donde se define las características del concreto (módulo de elasticidad, volumen, coeficiente de Poisson, etc.).

**Figura 19**

*Propiedades del acero-ETABS*

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: FY 4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0078 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s²/cm⁴

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

*Nota:* La figura muestra la interfaz del programa ETBAS donde se define las características del acero de refuerzo (peso y masa del volumen, coeficiente de Elasticidad y coeficiente térmico de expansión).

**Figura 20**

*Barras de reforzamiento-ETABS*

**Reinforcing Bar Sizes**

**Current Bar Set**

Bar ID	Bar Area (cm <sup>2</sup> )	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
*		

**Click To:**

Clear All Bars

Sort Bars By ID

Add Common Bar Set...

OK

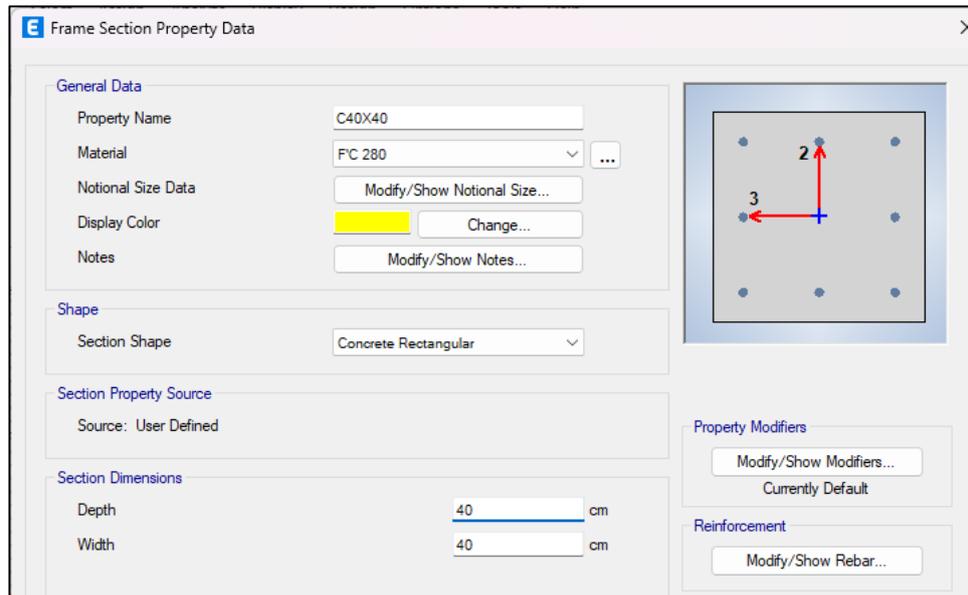
Cancel

*Nota:* La figura muestra el cuadro que proporciona el programa ETBAS respecto al tamaño de las barras, áreas (cm<sup>2</sup>) y diámetro(cm).

Se van a configurar las propiedades de las vigas, columnas, escalera y placas, todo ello según las dimensiones previamente definidas.

**Figura 21**

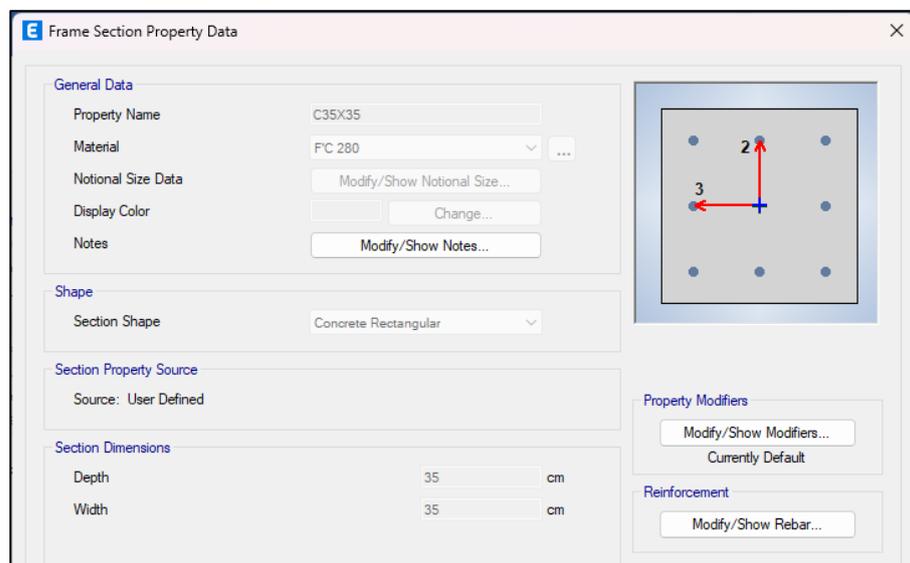
*Propiedades de columna de 40X40-ETABS*



*Nota:* La figura muestra las propiedades asignadas para la columna de dimensión 40x40, la asignación del material (concreto  $F'c= 280$  kg/cm<sup>2</sup>) y sus ejes locales correspondientes.

**Figura 22**

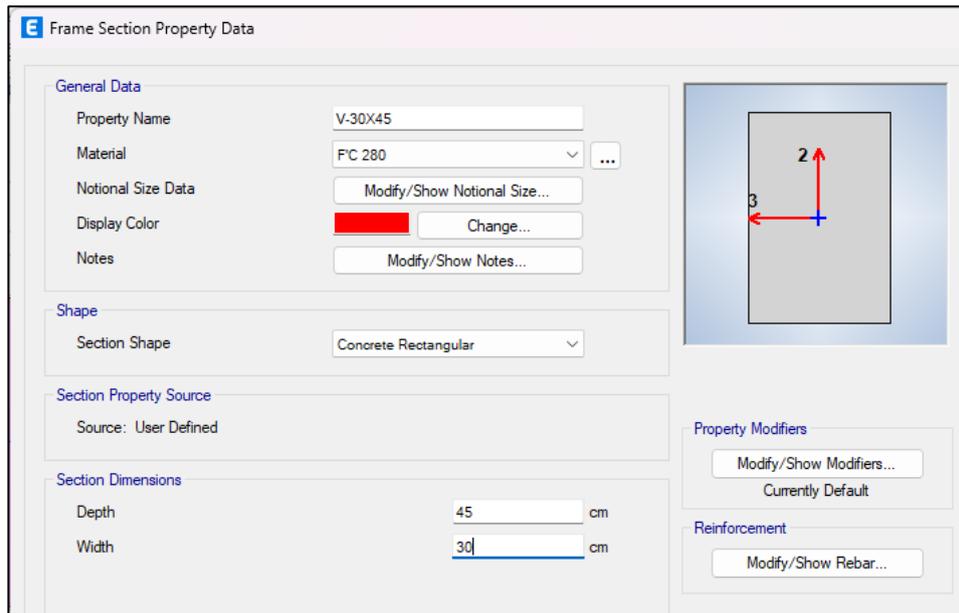
*Propiedades de columna de 35x35-ETABS*



*Nota:* La figura muestra las características asignadas para la columna de dimensión 35x35, la asignación del material (concreto  $F'c= 280$  kg/cm<sup>2</sup>) y sus ejes locales correspondientes.

**Figura 23**

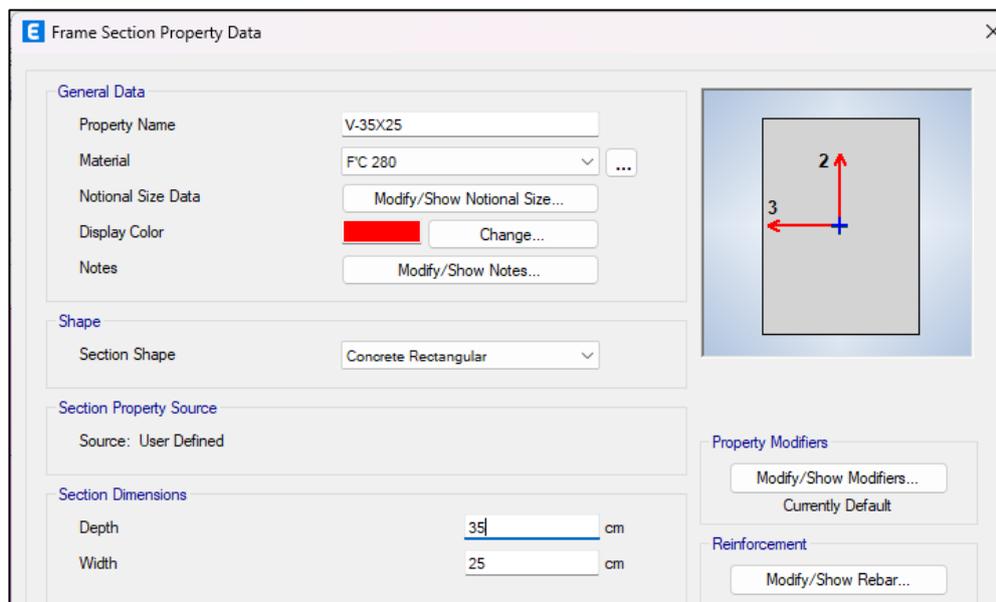
*Propiedades de viga de 45x30-ETABS*



*Nota:* La figura muestra las características asignadas para la viga de dimensión 45x30, la asignación del material (concreto  $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ) y sus ejes locales correspondientes.

**Figura 24**

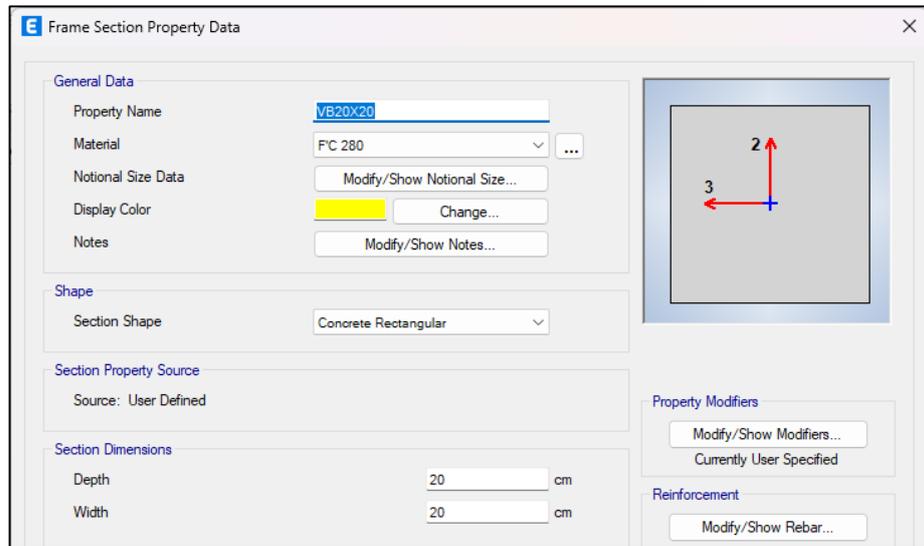
*Propiedades de viga de 35x25-ETABS*



*Nota:* La figura muestra las características asignadas para la viga de dimensión 35x25, la asignación del material (concreto  $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ) y sus ejes locales correspondientes.

**Figura 25**

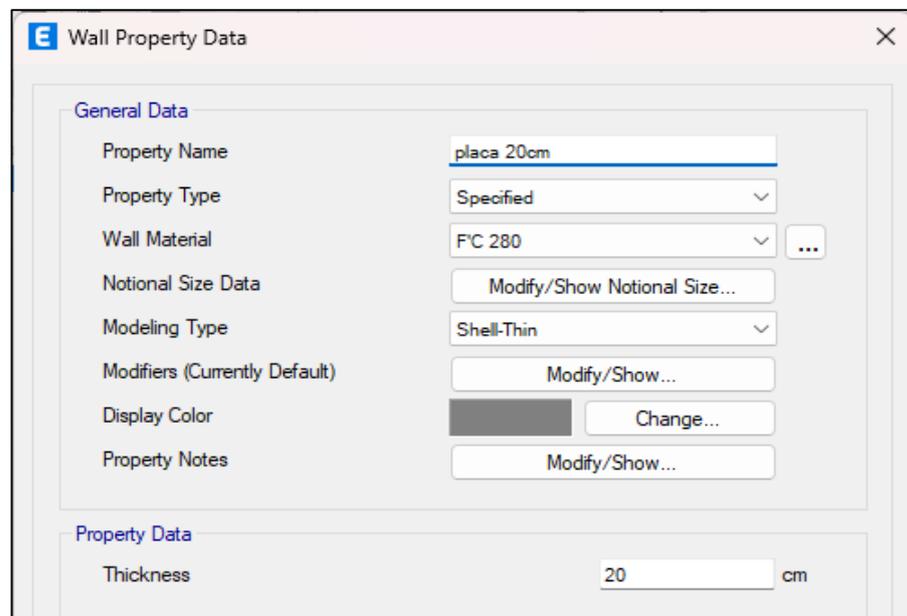
*Propiedades de viga borde 20x20*



**Nota:** La figura muestra las propiedades asignadas para la viga de dimensión 20x20, la asignación del material (concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ) y sus ejes locales correspondientes.

**Figura 26**

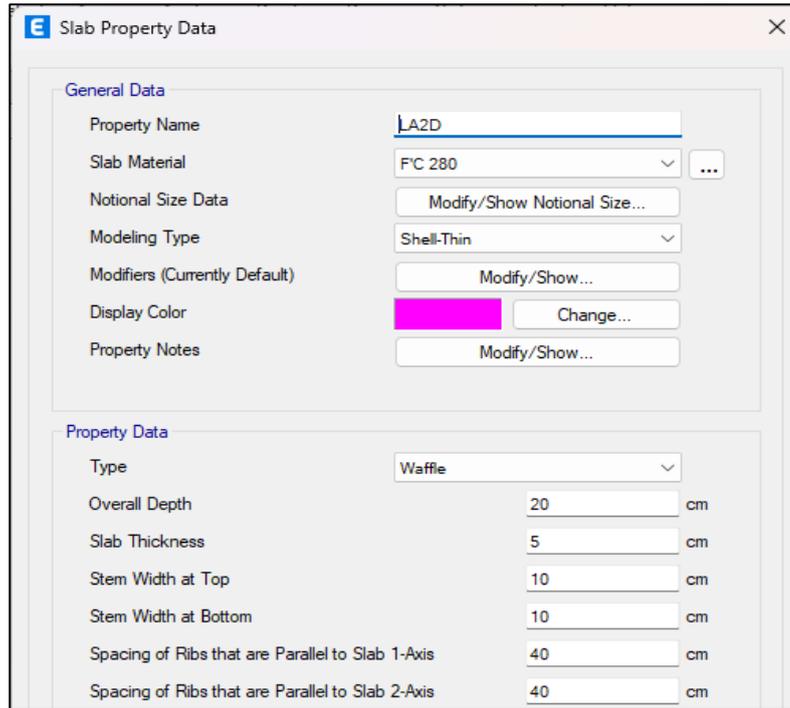
*Propiedades de placa de 20 cm*



Nota: La figura muestra las características asignadas para la placa de dimensión 20 cm, la asignación del material (concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ).

**Figura 27**

*Propiedades de losa aligerada bidireccional de 20cm-ETABS*



General Data	
Property Name	LA2D
Slab Material	F'c 280
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Magenta
Property Notes	Modify/Show...

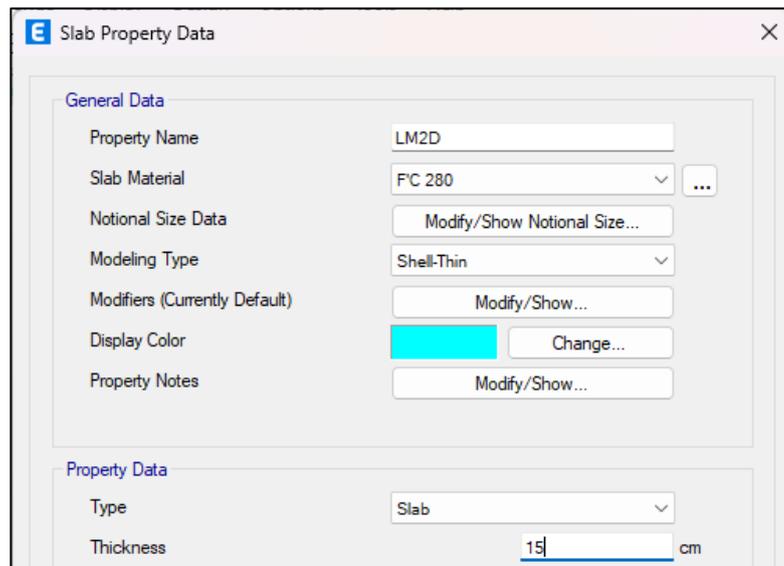
  

Property Data	
Type	Waffle
Overall Depth	20 cm
Slab Thickness	5 cm
Stem Width at Top	10 cm
Stem Width at Bottom	10 cm
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis	40 cm
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis	40 cm

*Nota:* La figura muestra las características asignadas para la losa aligerada bidireccional de 20 cm con la asignación del material (concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ).

**Figura 28**

*Propiedades de losa maciza de 15cm-ETABS*



General Data	
Property Name	LM2D
Slab Material	F'c 280
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Cyan
Property Notes	Modify/Show...

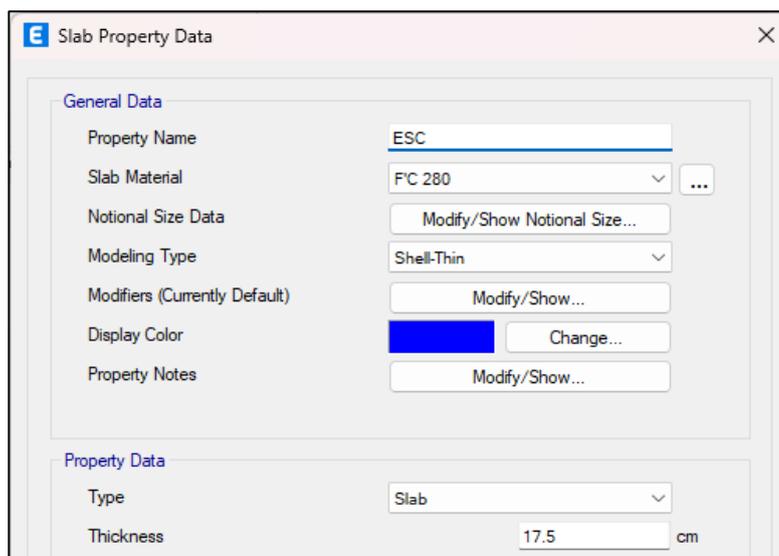
  

Property Data	
Type	Slab
Thickness	15 cm

*Nota:* La figura muestra las características asignadas para la losa maciza de 15cm con la asignación del material (concreto  $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ).

**Figura 29**

*Propiedades de escalera de 17.5 cm*

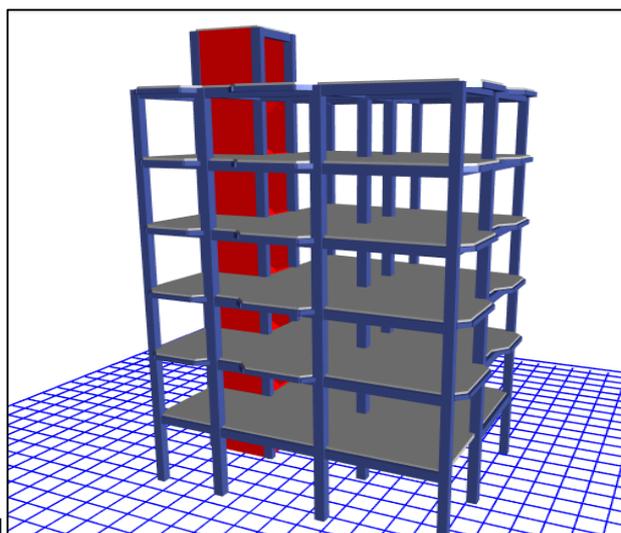


*Nota:* La figura muestra las propiedades asignadas para la escalera de 17.5cm con la asignación del material (concreto F'c= 280 kg/cm<sup>2</sup>).

Una vez determinados los componentes estructurales del proyecto, se desarrollaron dos modelos distintos: uno con losas aligeradas bidireccionales y otro con losas macizas. Luego, cada modelo se someterá a análisis de acuerdo con la normativa E030.

**Figura 30**

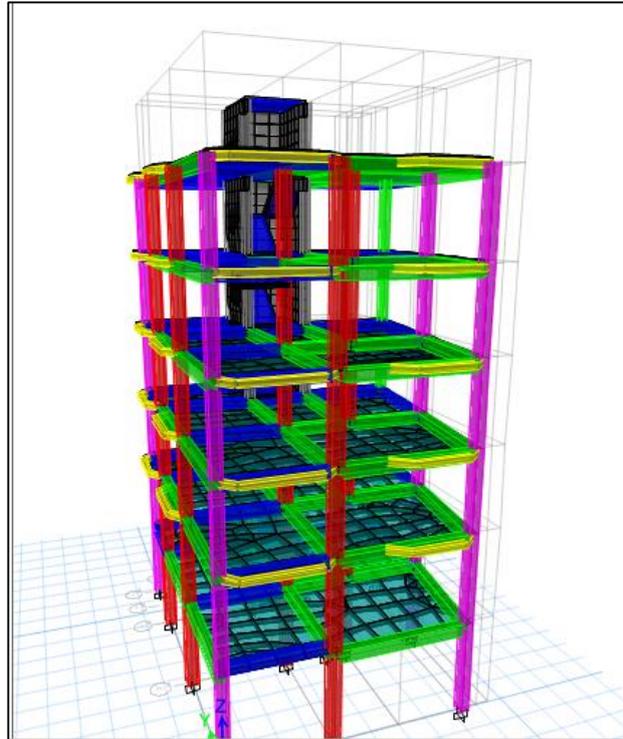
*Vista 3D del modelamiento-losa aligerada bidireccional*



*Nota:* La figura muestra el modelado final de la edificación de 5 pisos, con la implementación de la losa aligerada bidireccional.

**Figura 31**

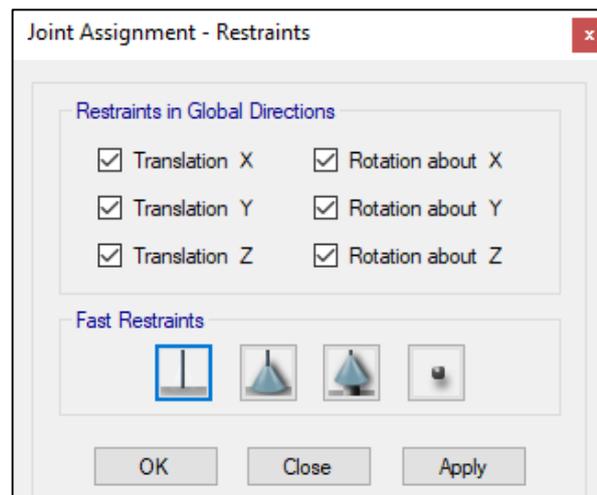
*Vista 3D del modelamiento-losa maciza*



**Nota:** La figura muestra el modelado final de la edificación de 5 pisos, con la implementación de la losa maciza.

**Figura 32**

*Restricciones de la edificación*



**Nota:** La figura muestra las limitaciones en las bases de la estructura de 5 pisos más un sótano.

### **Análisis sismorresistente**

Con el objetivo de evitar la repetición de este procedimiento, se evaluaron de antemano los valores de predimensionamiento estructural en ambas situaciones. Se identificaron cortantes con valores elevados, por lo que se redujo la altura de las vigas X-X e Y-Y para prevenir posibles fallas por cortante en el diseño.

**Tabla 17**

*Variación de dimensiones predimensionadas y optimizadas*

ELEMENTO	PREDIMENSIONAMIENTO	SECCIÓN OPTIMIZADA
VIGA X-X	30X45 cm <sup>2</sup>	30X40 cm <sup>2</sup>
VIGA Y-Y	25X40 cm <sup>2</sup>	25X35cm <sup>2</sup>

**Nota:** En la tabla nos muestra las dimensiones optimizadas de la viga en las direcciones X-X y Y-Y, ya que los valores iniciales brindaban cortantes muy altos, es decir la sección inicial esta sobredimensionada.

Una vez aclarado este aspecto, procederemos con el comenzó evaluando ambos sistemas de refuerzo, comenzando por el análisis del sistema de refuerzo tradicional. Se inició con el análisis del sistema tradicional de refuerzo con muros de corte, calculando los diversos productos logrados en este proceso y luego realizando una relación con el otro sistema de acuerdo con lo especificado en la normativa E030.

Inicialmente, estableceremos el espectro de solución en ETABS sin considerar que se analizarán dos ejemplos distintos, ya que esto no afectará al espectro de respuesta. En consecuencia, se empleará un sistema de pórticos en diversos sucesos.

**Figura 33**

*Espectro de respuesta en XX y YY*

Function Name: E030-DIRX

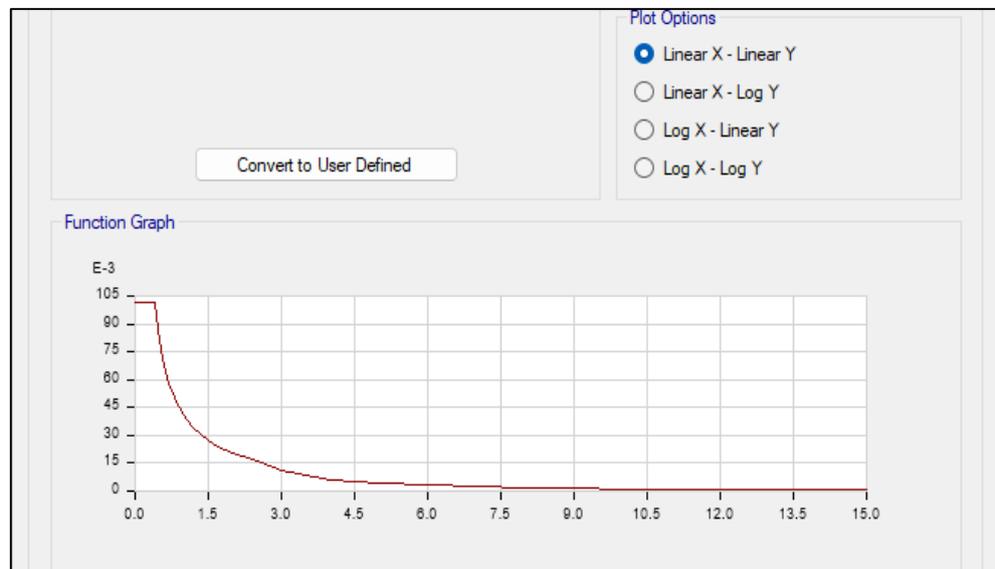
Function Damping Ratio: 0.05

Parameters:

- Seismic Zone: Zone 2
- Occupation Category: B
- Soil Type: S1
- Irregularity Factor, I<sub>a</sub>: 1
- Irregularity Factor, I<sub>p</sub>: 1
- Basic Response Modification Factor, R<sub>0</sub>: 8

Define Function:

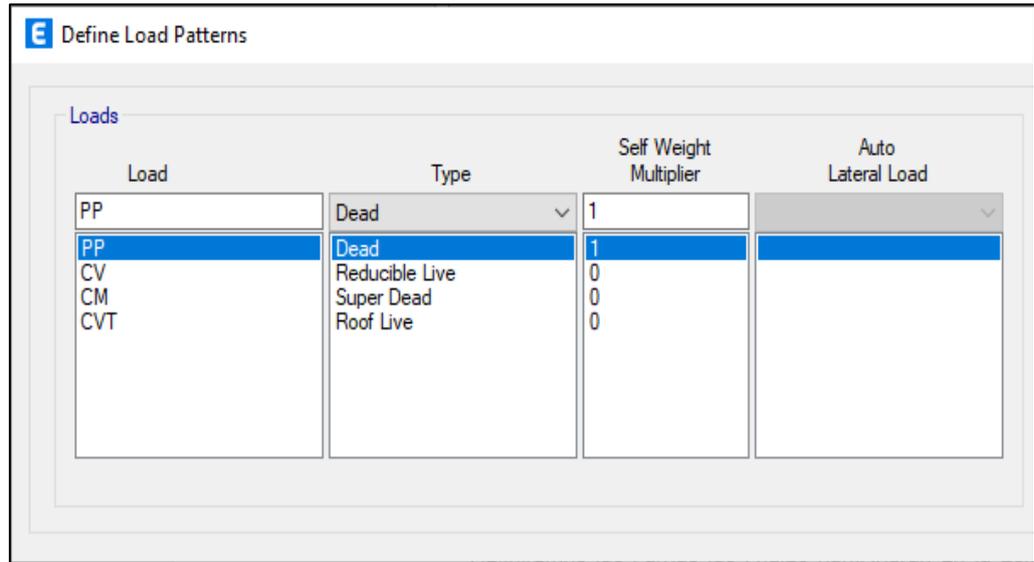
Period	Acceleration
0	0.1016
0.1	0.1016
0.2	0.1016
0.3	0.1016
0.4	0.1016
0.5	0.0812



*Nota:* En la figura muestra los parámetros de la norma E030 que se introdujeron en el programa ETBAS y en la parte inferior se observa la gráfica de función correspondiente.

**Figura 34**

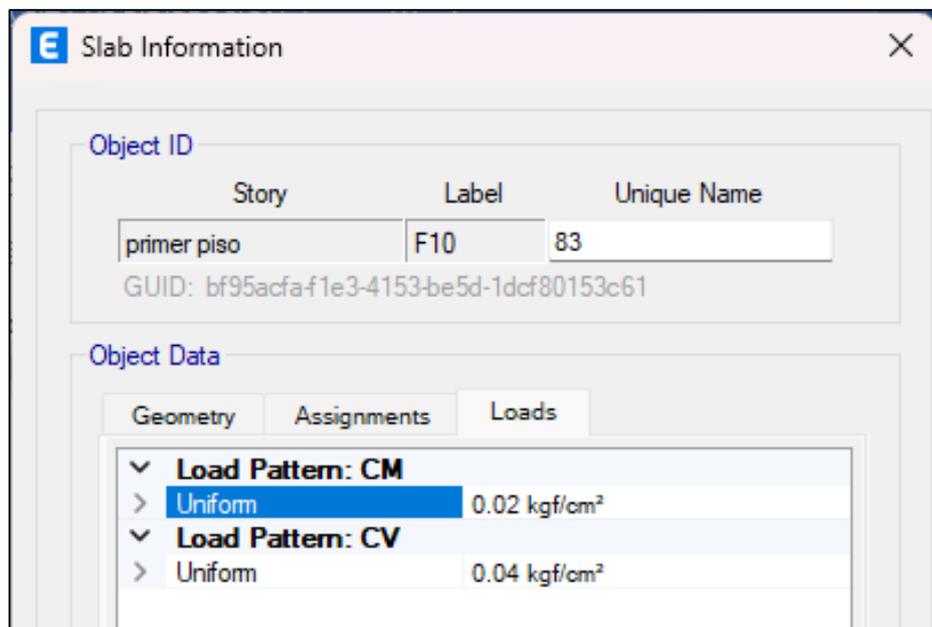
*Cargas para la estructura*



*Nota:* Se aprecia en la figura la definición de los patrones de carga que se utilizara en la estructura, se asignó las sobrecargas actuantes (peso propio, carga viva, carga muerta) en la edificación para realizar el análisis correspondiente según la norma E030.

**Figura 35**

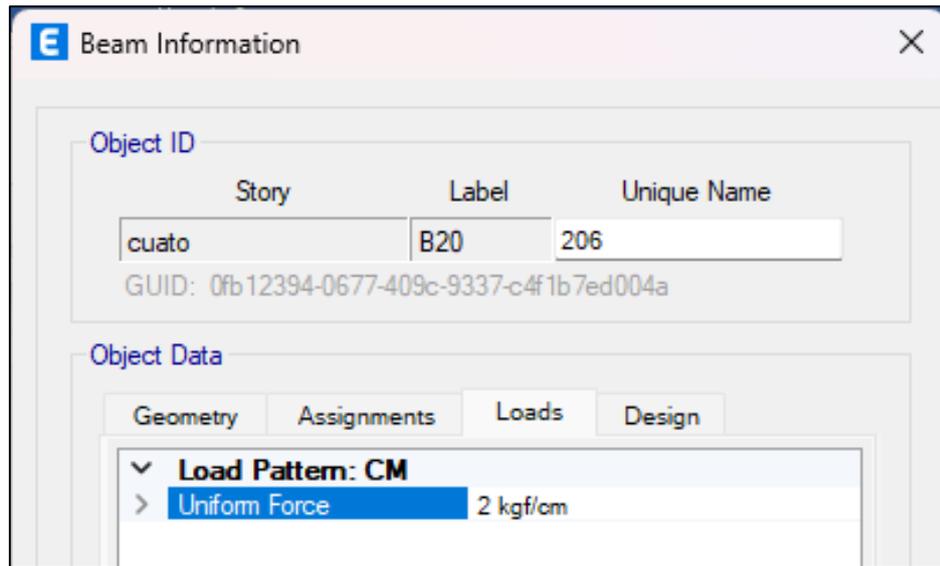
*Cargas viva y muerta en los entrepisos*



*Nota:* Se aprecia en la figura la asignación de las cargas vivas y muertas en la losa (entrepisos), en caso de la CM se asigna una carga de 0.02 kgf/cm<sup>2</sup> y para CV se asigna una carga de 0.04 kgf/cm<sup>2</sup>; ambas cargas son uniformes.

**Figura 36**

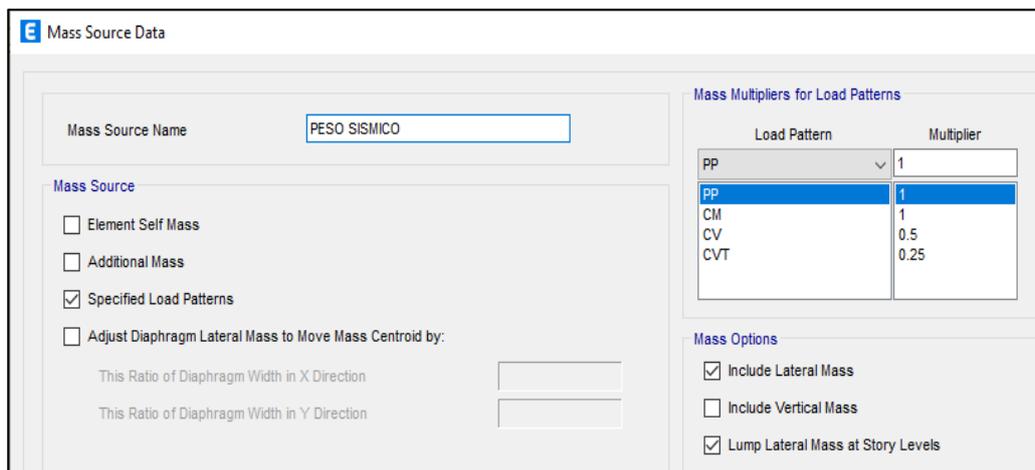
*Carga aplicada a las vigas*



*Nota:* Se aprecia en la figura la asignación de la carga en las vigas, la geometría de la carga es fuerza uniforme de 2 kgf/cm.

**Figura 37**

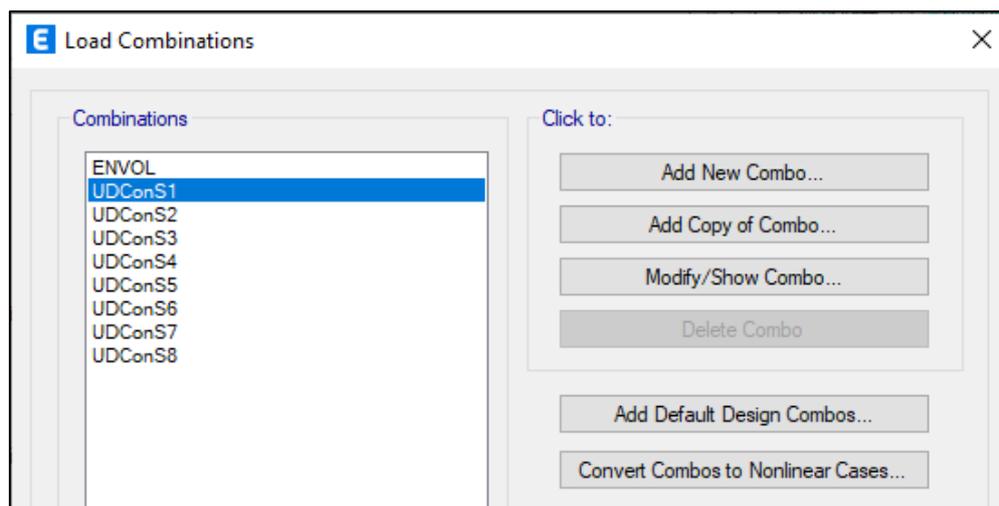
*Carga sísmica*



*Nota:* Se aprecia en la figura la definición de la carga sísmica según la norma E030 la cual es necesario para el estudio, para ello se identificó el uso de la edificación (de categoría B) y con ello nos indicó el porcentaje de cada carga (para ello asignamos los patrones de carga creados anteriormente con sus respectivos coeficientes).

**Figura 38**

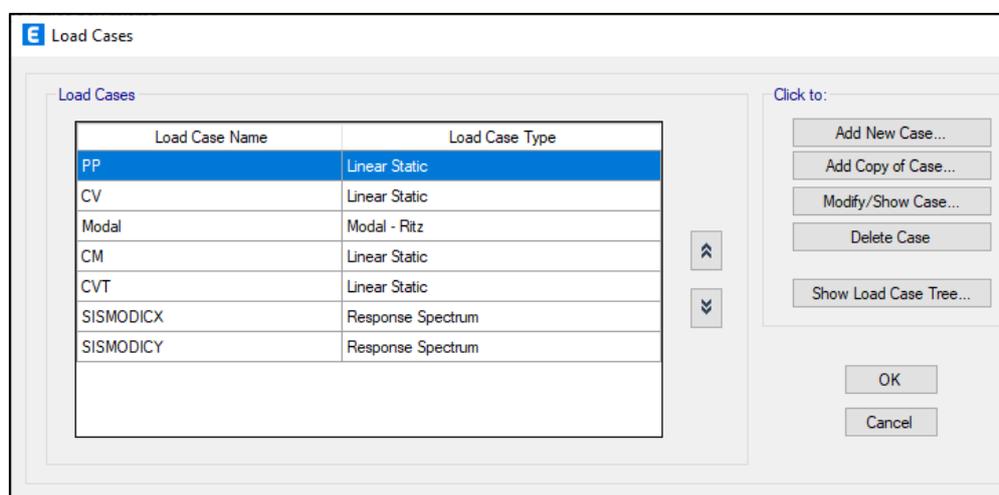
*Combinaciones de carga*



*Nota:* La imagen muestra cómo se generaron las combinaciones de carga siguiendo las pautas de la normativa NTE E020 con la finalidad de realizar el análisis. Además, se crearon envoltentes que desempeñaron un papel fundamental en el análisis y el diseño estructural.

**Figura 39**

*Sismo en X-X y Y-Y*



*Nota:* Se aprecia en la figura los nombres del caso de carga y el tipo de caso de carga, entre ellas el PP, CV, CM y CVT son estática lineal; la Modal es Modal Ritz y el para el sismo en dirección "X" y "Y", son de espectro de respuesta.

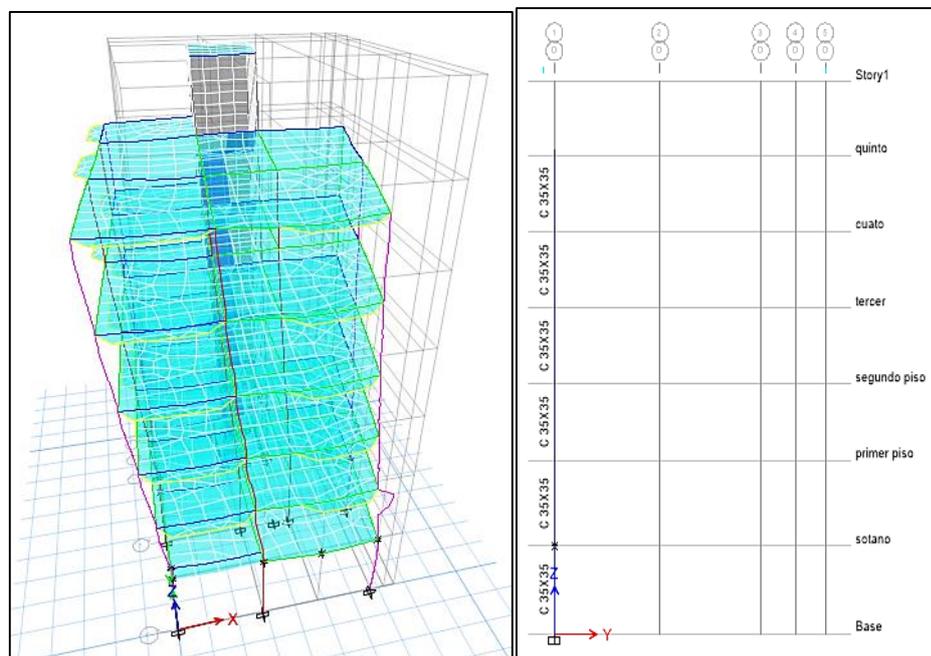
Ahora vamos a realizar el estudio de resistencia sísmica para ambos tipos de entrepisos, y al término de este proceso, se comparará qué tipo de losa muestra un óptimo comportamiento estructural de acuerdo a lo establecido en la norma E030.

## MODELO 1: Sistema de entrespiso de losa maciza bidireccional

A fin de examinar esta primera situación, es esencial considerar que se usarán losas sólidas en todos los niveles. Inmediatamente después que se haya determinado el método de entrespisos, se procederá a analizar la estructura mediante un enfoque de análisis dinámico.

**Figura 40**

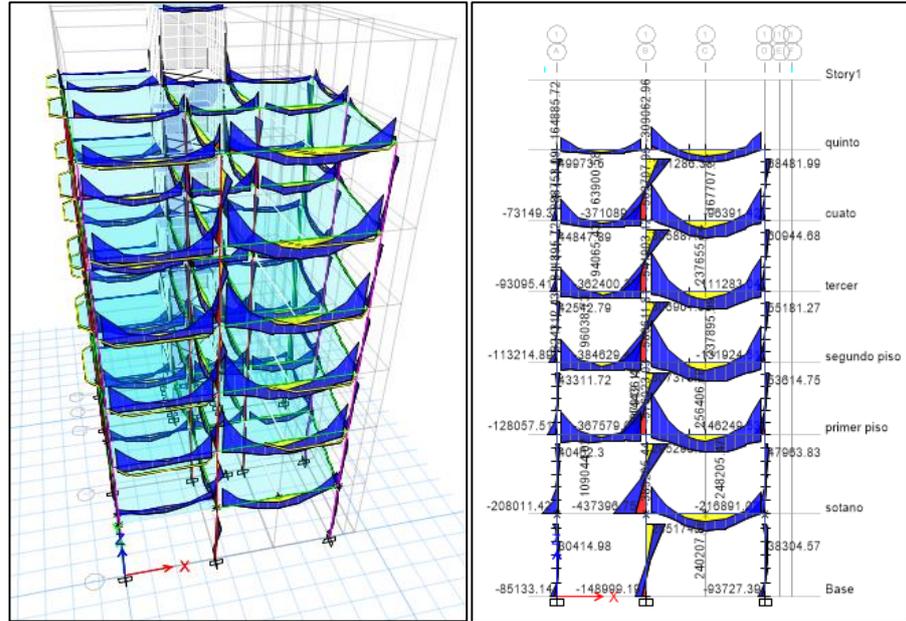
*Resultados del análisis estructural del modelo 1 de losa maciza bidireccional*



*Nota:* se aprecia en la figura la estructura de 5 pisos y el sótano ya modelado con el primer modelo de losa maciza bidireccional, también se observa la asignación de la sección de las columnas.

**Figura 41**

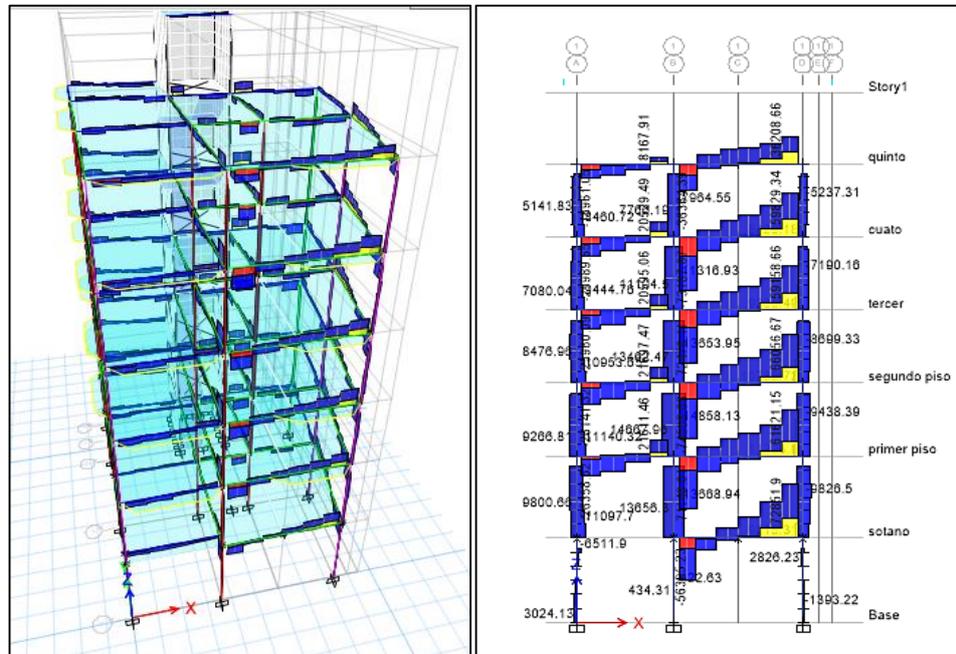
*Resultados de los momentos del modelo 1 de losa maciza bidireccional*



*Nota:* Se aprecia en la figura los momentos obtenidos con respecto a la losa maciza bidireccional de la estructura de 5 piso más el sótano en 3D y el otro en 2D.

**Figura 42**

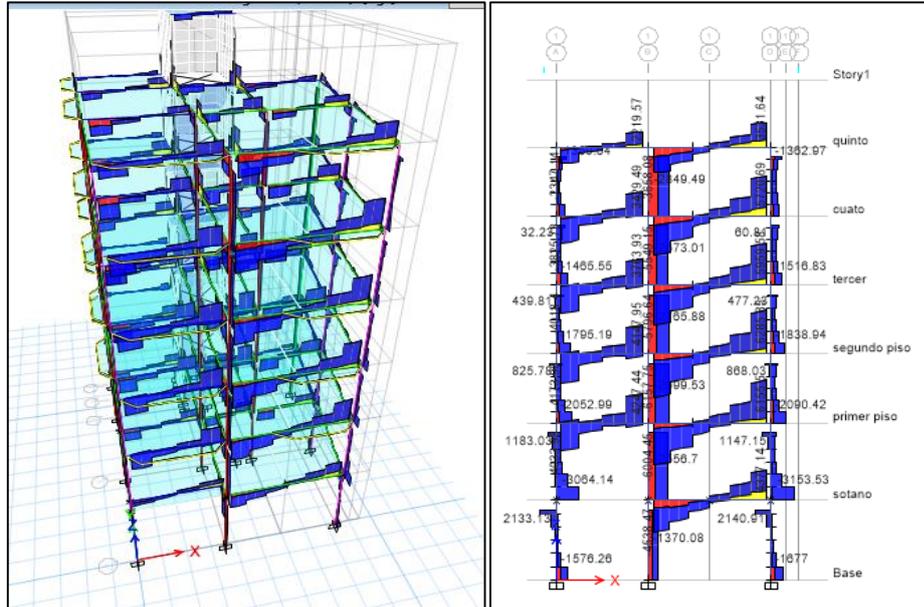
*Resultados del momento torsional del modelo 1 de losa maciza bidireccional*



*Nota:* Se aprecia en la figura los momentos torsionales con respecto a la losa maciza bidireccional de la estructura de 5 piso más el sótano en 3D y el otro en 2D.

**Figura 43**

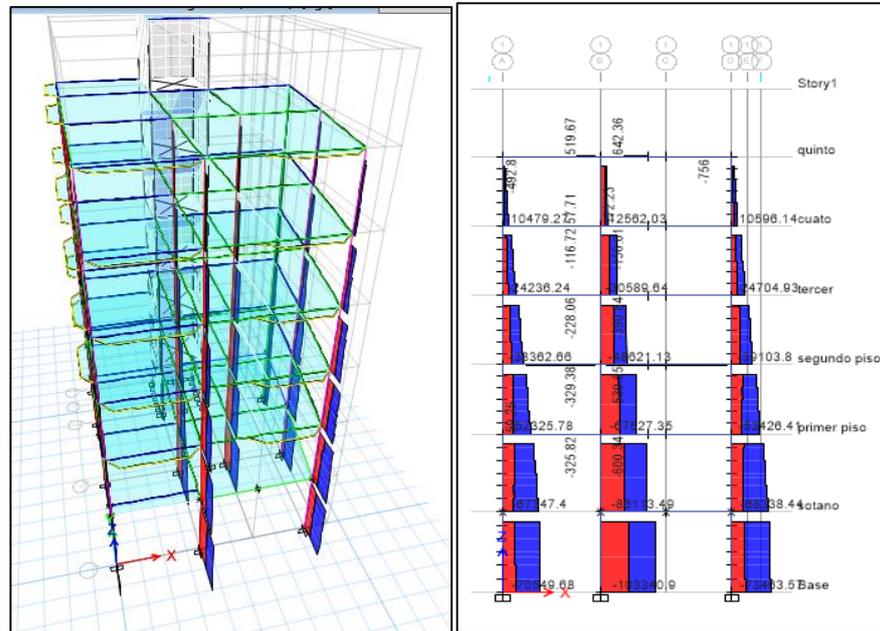
*Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 1 de losa maciza bidireccional*



*Nota:* Se aprecia en la figura los momentos cortantes con respecto a la losa maciza bidireccional de la estructura de 5 piso más el sótano en 3D y el otro en 2D.

**Figura 44**

*Resultados de las fuerzas axiales del modelo 1 de losa maciza bidireccional*



*Nota:* Se aprecia en la figura las fuerzas axiales con respecto a la losa maciza bidireccional de la estructura de 5 piso más el sótano en 3D y el otro en 2D.

Tras la evaluación del modelo, el software ETABS realiza automáticamente el cálculo de los periodos de las oscilaciones presentes en cada nodo., así como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 18**

*Tiempos específicos para cada nodo en el modelo de estructura 1*

<b>Modo</b>	<b>Período sec</b>
1	0.493
2	0.312
3	0.211
4	0.147
5	0.086
6	0.075
7	0.065
8	0.06
9	0.054
10	0.044
11	0.038
12	0.03
13	0.028
14	0.008
15	0.008

**Nota:** En la tabla se observa los periodos que el programa ETBAS calculo para cada nodo de la estructura modelo 1 de losa maciza bidireccional.

Una vez obtenido Los intervalos de oscilación de la construcción, donde se identificarán los dos primeros patrones de vibración se encuentren en los ejes “X” y “Y”, ya que de lo contrario la estructura presentó una irregularidad torsional.

**Tabla 19**

*Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 1*

	<b>Tc</b>	<b>Ty</b>
<b>periodo fundamental</b>	0.493	0.312

**Nota:** En la tabla se observa el periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 1 de losa maciza bidireccional en los ejes “X” y “Y” son valores que no pasan de 0.5 seg.

Según los resultados del análisis de vibración del primer modelo, los periodos son inferiores a 0.5 segundos. (Tc es igual 0.493 y para Ty es 0.312), por lo que se considera que un periodo fundamental menor indica una mayor rigidez y respuesta más rígida de la estructura,

mientras que un periodo fundamental mayor puede indicar una estructura más flexible.

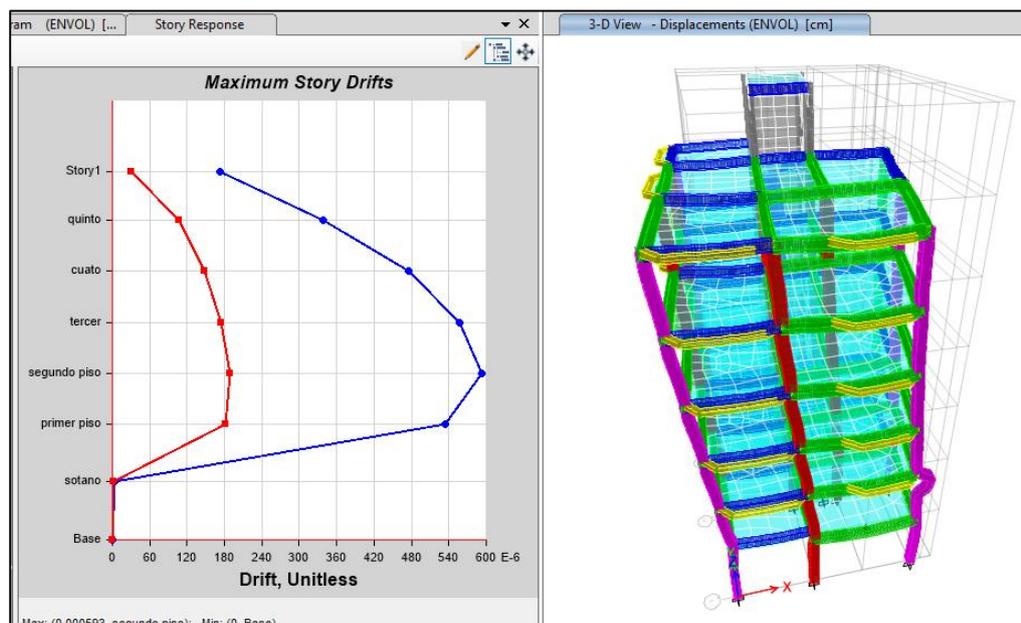
Vamos a llevar a cabo el **análisis estático** y luego ajustaremos el factor de escala.

Notamos que los valores de los nuevos componentes son inferiores a 1, por lo tanto, no será requerido realizar ajustes en la dimensión.

Una vez corregido el factor de escala, se procedió a analizar las derivas de entrepiso, ya que estas no deben superar el valor indicado en la norma E030, que establece que para pórticos de concreto armado, el valor debe estar por debajo de 0.007.

#### Figura 45

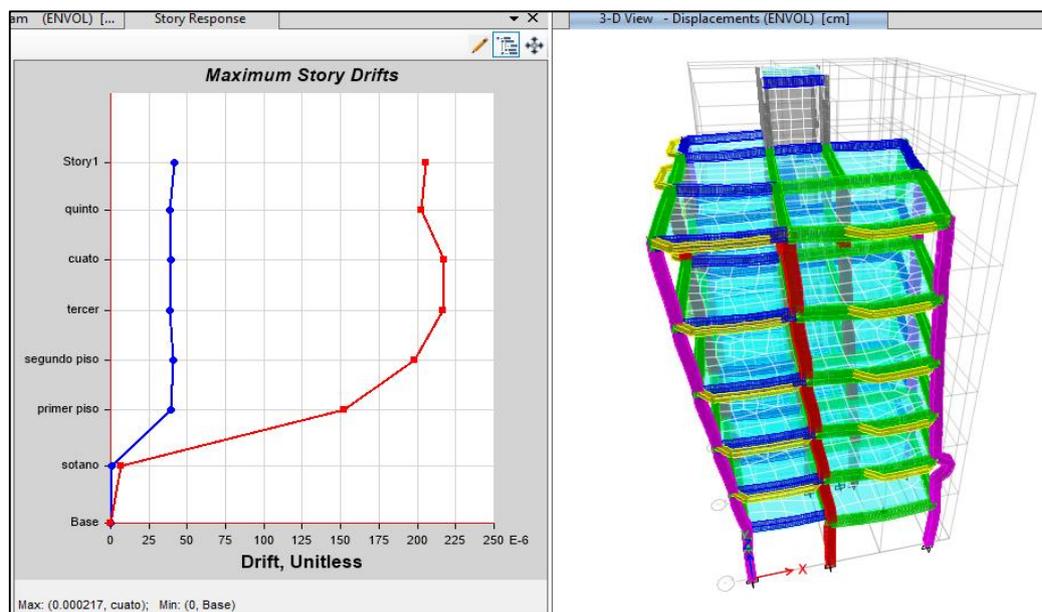
*Máxima deformación elástica de entrepiso X-X modelo 1*



*Nota:* Se aprecia en la figura Máxima deformación elástica de entrepiso para el eje X-X de la losa maciza bidireccional.

**Figura 46**

*Máxima deformación elástica de entrepiso Y-Y modelo 1*



*Nota:* En la tabla se observa Máxima deformación elástica de entrepiso para el eje Y-Y de la losa maciza bidireccional.

**Tabla 20**

*Deriva máxima inelástica de piso modelo 1*

<b>Deriva X-X</b>	0.0036
<b>Deriva Y-Y</b>	0.0015

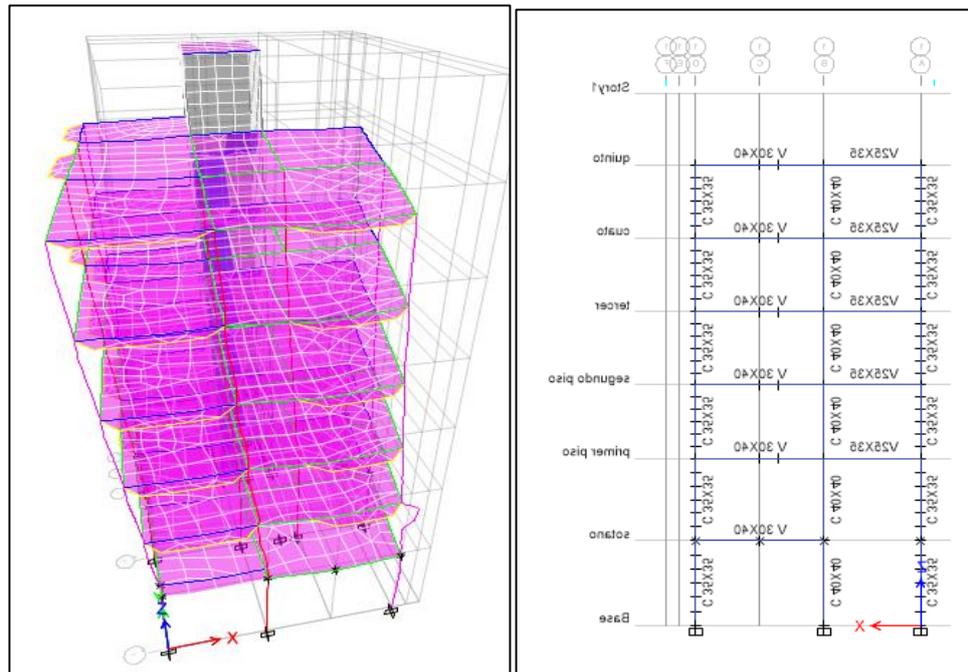
*Nota:* En la tabla se observa deriva máximo-inelástica de piso para el modelo 1 en la deriva X-X y Y-Y de la losa maciza bidireccional son menores a lo establece la norma es decir menores a 0.007, por lo que el análisis es correcto y cumple con los parámetros de la norma E030.

### **Modelo 2: Sistema de entrepiso de losa aligerada bidireccional**

Al examinar este escenario inicial, es importante considerar que estaremos utilizando losas macizas en todos los niveles. Después de establecer el sistema de entrepisos, se procederá a analizar la estructura mediante métodos de análisis dinámico.

**Figura 47**

*Resultados del análisis estructural del modelo 2 de losa aligerada bidireccional*

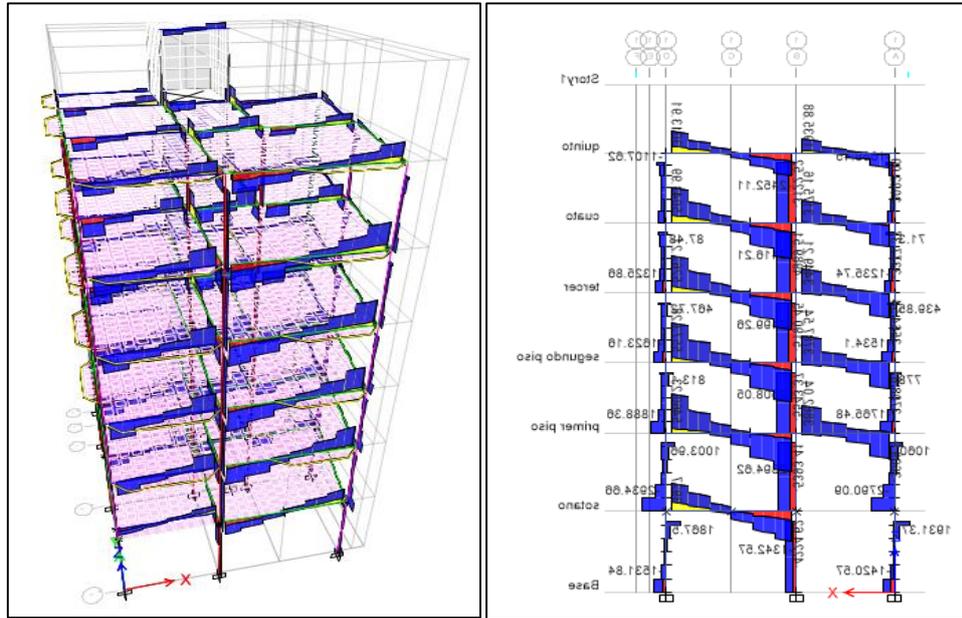


*Nota:* Se aprecia en la figura la estructura de 5 pisos y el sótano ya modelado con el segundo modelo de losa aligerada bidireccional, también se observa la asignación de la sección de las columnas.



**Figura 50**

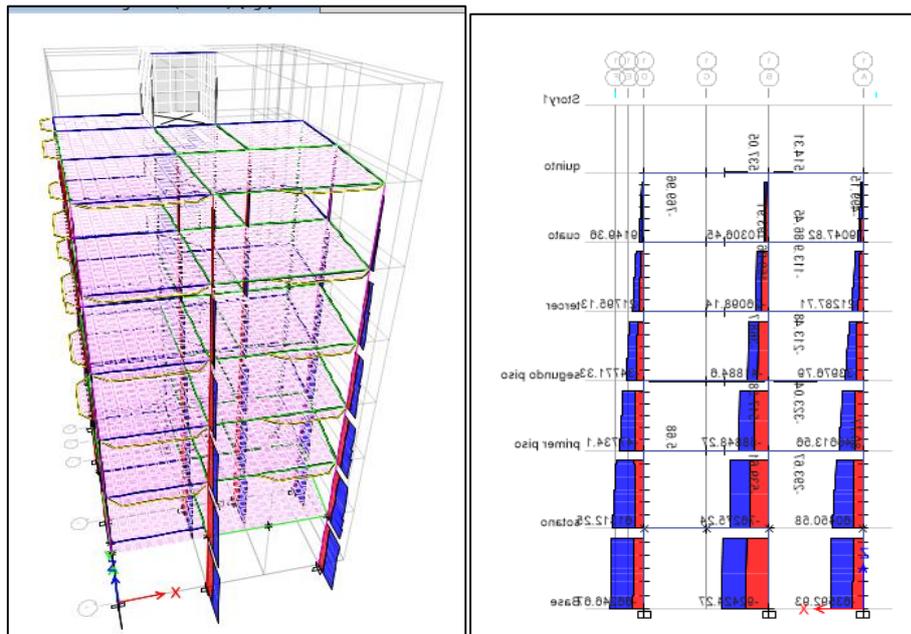
Los resultados de las fuerzas de corte del segundo modelo de una losa aligerada que soporta carga en dos direcciones



Nota: Se aprecia en la figura los momentos cortantes a la losa aligerada bidireccional de la estructura de 5 piso más el sótano en 3D y el otro en 2D.

**Figura 51**

Los resultados de las fuerzas de compresión o tensión en dirección axial del segundo modelo de losa aligerada con carga en ambas direcciones



Nota: Se aprecia en la figura las fuerzas axiales con respecto a la losa maciza bidireccional de la estructura de 5 piso más el sótano en 3D y el otro en 2D

Después de analizar el modelo 2 de losa aligerada, El programa ETABS realizará de manera automática el cálculo de los periodos de las oscilaciones presentes en cada nodo.

**Tabla 21**

*Periodos según cada nodo de la estructura modelo 2*

<b>Modo</b>	<b>Período sec</b>
<b>1</b>	0.471
<b>2</b>	0.299
<b>3</b>	0.205
<b>4</b>	0.14
<b>5</b>	0.083
<b>6</b>	0.071
<b>7</b>	0.063
<b>8</b>	0.058
<b>9</b>	0.052
<b>10</b>	0.043
<b>11</b>	0.037
<b>12</b>	0.029
<b>13</b>	0.027
<b>14</b>	0.009
<b>15</b>	0.009

**Nota:** En la tabla se observa los periodos que el programa ETBAS calcular para cada nodo de la estructura modelo 1 de losa maciza bidireccional.

Una vez obtenido Los intervalos de tiempo en los que la estructura vibrará, identificando los dos primeros patrones de vibración se encuentren en los ejes “X” y “Y”, ya que de lo contrario la estructura presentó una irregularidad torsional.

**Tabla 22**

*Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 2*

<b>periodo fundamental</b>	<b>Tx</b>	<b>Ty</b>
	0.471	0.299

**Nota:** La tabla muestra el período principal de vibración de la estructura. modelo 1 de losa maciza bidireccional en los ejes “X” y “Y” son valores que no pasan de 0.5 seg.

Los resultados del primer modelo indican que los periodos de vibración son inferiores a 0.5 segundos. (Tx es igual 0.471 y para Ty es 0.299), por lo que se considera que un periodo fundamental menor indica una mayor rigidez y respuesta más rígida de la estructura, mientras que un periodo fundamental mayor puede indicar una estructura más flexible.

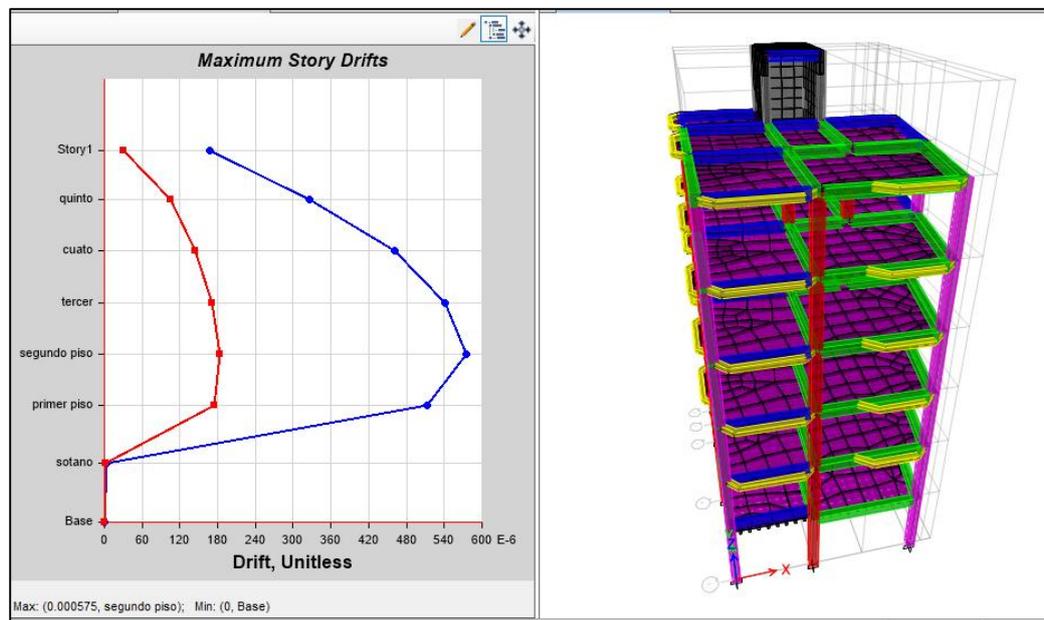
A continuación, procederemos con el análisis estático y luego ajustaremos el factor de escala.

Observamos que los nuevos factores son inferiores a 1, por lo tanto, no será requerido realizar el ajuste en la escala.

Una vez corregido el factor de escala, se procedió a analizar las derivas de entrepiso, ya que estas no deben superar el valor indicado en la norma E030 específica que para pórticos de concreto armado, el valor debe estar por debajo de 0.007.

### Figura 52

*Máxima deformación elástica de entrepiso X-X modelo 2*



*Nota:* Se aprecia en la figura Máxima deformación elástica de entrepiso para el eje X-X de la losa aligerada bidireccional.

**Figura 53**

*Máxima deformación elástica de entrepiso Y-Y modelo 2*



*Nota:* Se aprecia en la figura Máxima deformación elástica de entrepiso para el eje Y-Y de la losa aligerada bidireccional.

Siguiendo las imágenes previas, el software ofrece las deformaciones elásticas individuales en cada dirección. Para obtener la deformación o desplazamiento inelástico de la estructura, es necesario multiplicar el coeficiente de desplazamiento horizontal, por la máxima deformación por nivel y el coeficiente de reducción sísmica.

**Tabla 23**

*Deriva máxima inelástica de piso modelo 2*

<b>Deriva X-X</b>	0.0039
<b>Deriva Y-Y</b>	0.0016

*Nota:* En la tabla se observa deriva máximo-inelástica de piso para el modelo 2 en la deriva X-X y Y-Y de la losa maciza bidireccional son menores a lo establece la norma es decir menores a 0.007, por lo que el análisis es correcto y cumple con los parámetros de la norma E030.

Observamos que las deriva en cada dirección se ajustan a lo establecido en las normas E030 para el sistema estructural de pórticos, por lo tanto, el análisis dinámico se encuentra en conformidad.

#### 4.1.4. DISEÑO ESTRUCTURAL

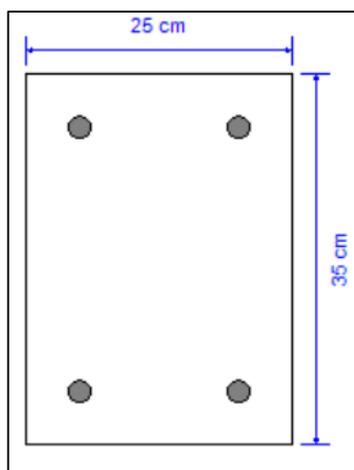
A fin de llevar a cabo el diseño de los elementos estructurales, utilizaremos la norma ACI 318-14, la cual está incorporada en las capacidades de diseño del software ETABS. Es fundamental ingresar Asegurar la precisión de todos los parámetros de diseño para prevenir cualquier error o un dimensionamiento excesivo durante el proceso de diseño.

Considerando el análisis realizado en el punto anterior y optimizando los elementos para satisfacer los requisitos del Reglamento Nacional de Edificaciones E030 referente al diseño resistente a sismos, avanzaremos con el diseño de cada componente estructural. Esto se realizará tanto para un sistema de entrepiso con losa aligerada bidireccional como para un sistema con losa maciza bidireccional.

✓ **Para una viga 25X35**

**Figura 54**

*Viga 25X35-ETABS*

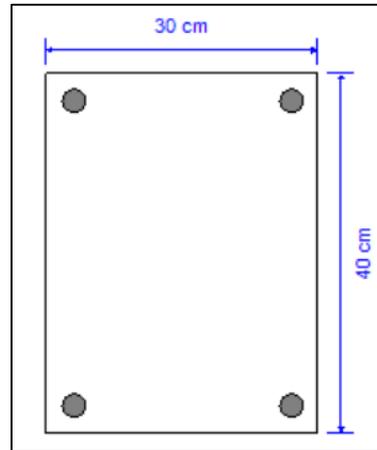


*Nota:* Se aprecia en la figura la viga predimensionada optimizada de 25x35 en el programa ETABS y además cumplen con el reglamento nacional de edificaciones E030 diseño sismorresistente.

✓ **Viga 30X40**

**Figura 55**

*Viga 30X40-ETABS*

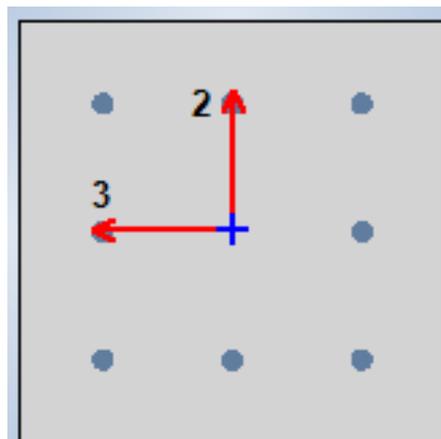


Nota: En la figura muestra la viga de predimensionamiento optimizado de dimensiones 30x40 en el programa ETABS, cumpliendo con los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones E030 para el diseño sismorresistente.

✓ **Columna 35X35 cm<sup>2</sup>**

**Figura 56**

*Columna 35X35-ETABS*

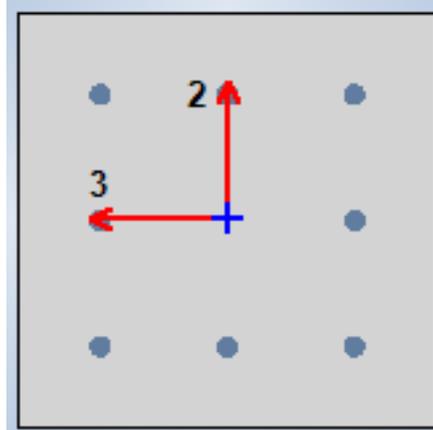


Nota: Se aprecia en la figura la columna predimensionada optimizado de 35x35 en el programa ETBAS y además cumplen con el reglamento nacional de edificaciones E030 diseño sismorresistente.

✓ **Columna 40X40 cm2**

**Figura 57**

*Columna 40X40-ETABS*



**Nota:** Se aprecia en la figura la viga predimensionada optimizado de 40x40 en el programa ETBAS y además cumplen con el reglamento nacional de edificaciones E030 diseño sismorresistente.

Una vez seleccionados Los componentes que se someterán a análisis para el diseño, especificaremos en el proyecto la normativa de diseño ACI 318-14 a emplear, tal como se detalla en la imagen mencionada anteriormente.

**Figura 58**

*Preferencia de normas de diseño en ETABS*

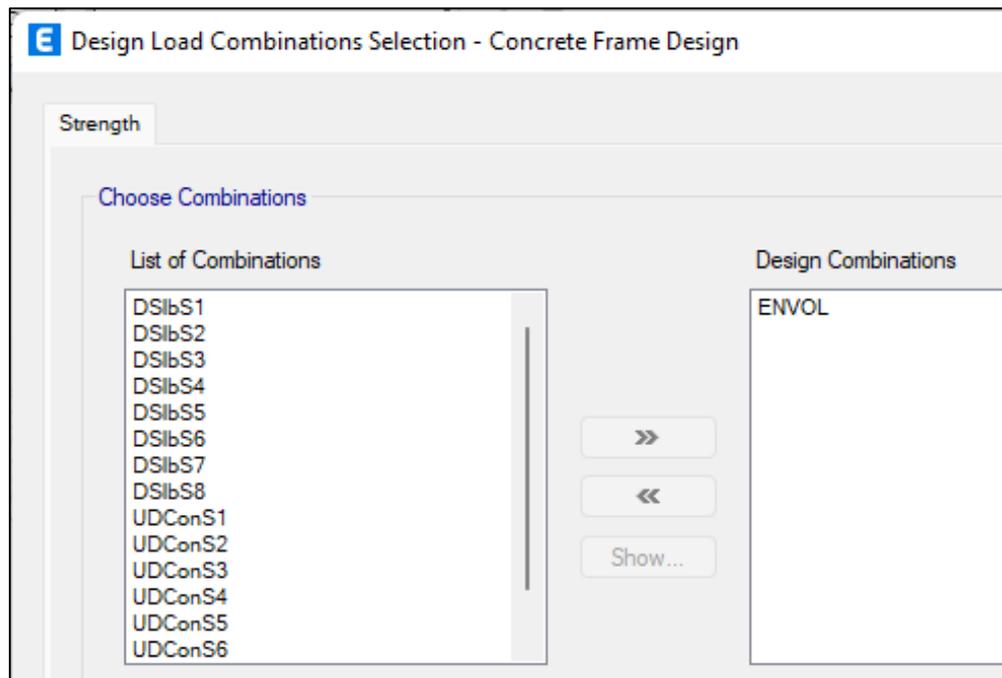
	Item	Value
▶ 01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07	Seismic Design Category	D
08	Design System Omega0	2
09	Design System 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

Nota: Se aprecia en la figura la interfaz del programa ETBAS donde se le indica que la norma de diseño a utilizar como base será el ACI 318-14.

Usaremos los valores Phi predefinidos por la normativa tanto para el diseño a compresión como a tensión, ya que estos están establecidos por la norma. Así que procederemos a establecer la asociación de carga:

**Figura 59**

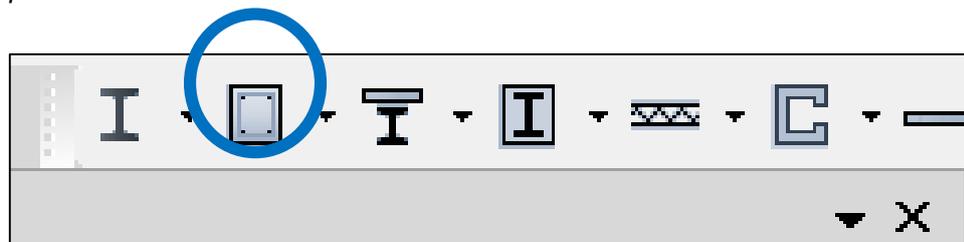
*Asociaciones de diseño ETABS*



Nota: Como se indica en la figura, se especifican los esquemas de combinación de cargas para obtener los resultados del área de acero que deseamos del programa. En este caso particular, utilizaremos la combinación correspondiente a la envolvente.

**Figura 60**

*Opción de diseño-ETABS*

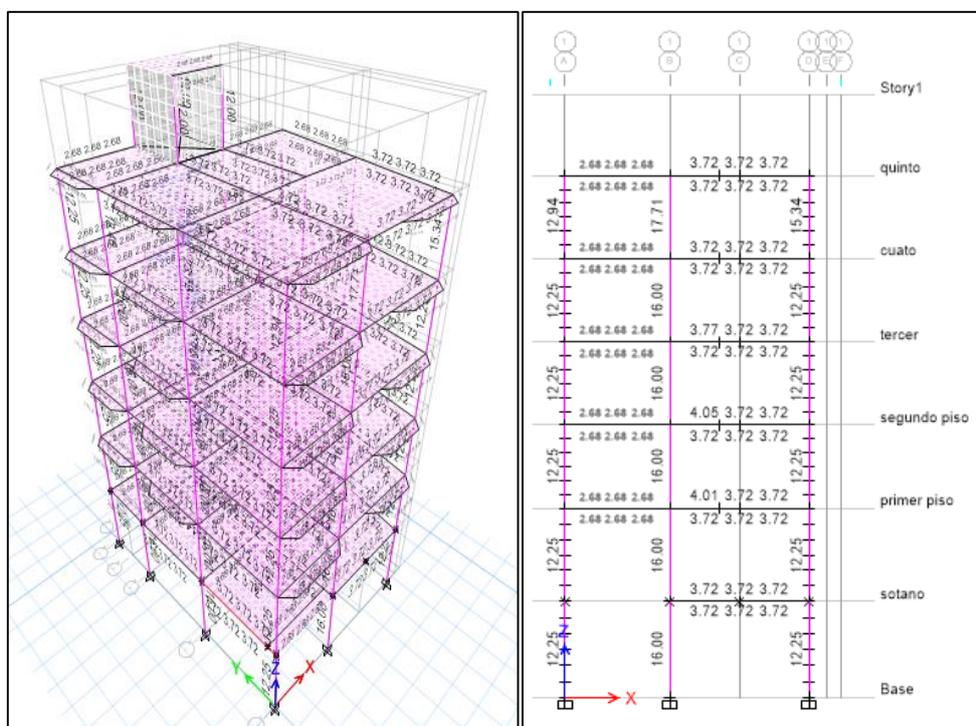


Nota: Por último, en la figura se aprecia que una vez establecidos los ajustes Para iniciar el diseño, solicitamos al programa los detalles sobre la cantidad de

acero en cada elemento. Esto implica hacer clic en cada opción para obtener la información sobre el nivel mínimo de acero necesario para cada sección.

**Figura 61**

*Resultados del acero para vigas-columnas*



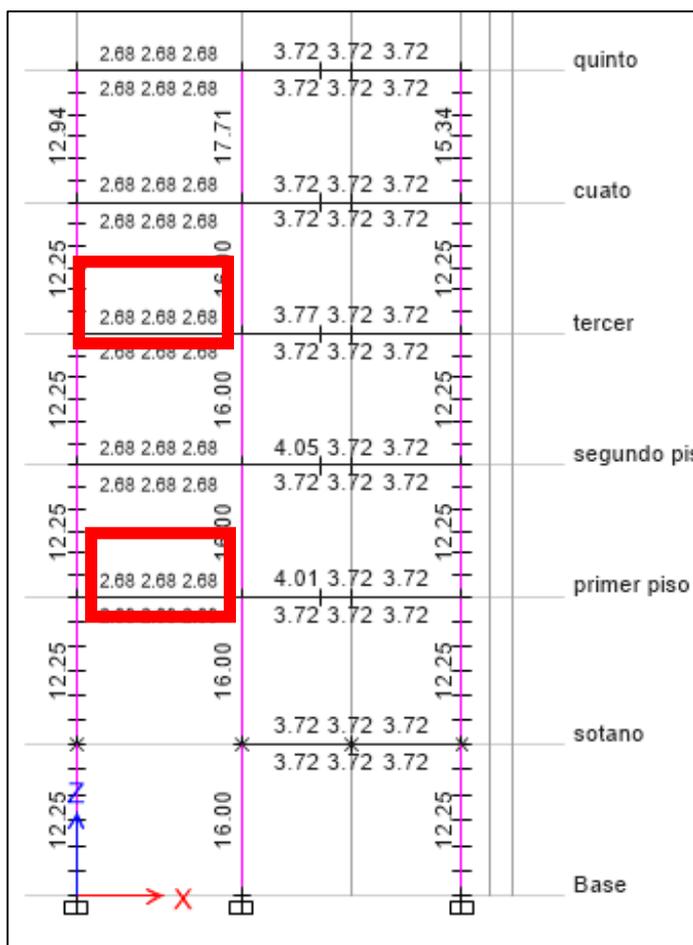
**Nota:** Se aprecia en la figura el resultado final del diseño de los elementos con respecto al acero calculado por el programa ETABS para las vigas y columnas.

✓ **Respecto al acero para la Viga de 25X35 cm<sup>2</sup>**

Al analizar los productos proporcionados por el programa, se nota que en su totalidad cumplen con los estándares de la norma ACI 318-14. También se observaron resultados similares en cuanto a la cantidad de acero en los diferentes ejes de la estructura. Para evitar la repetición en este procedimiento, se elegirá calcular la cantidad de barras de acero longitudinal en la sección más vulnerable o crítica.

**Figura 62**

Acero para la Viga de 25X35 cm<sup>2</sup>



**Nota:** Se aprecia en la figura la cantidad de acero que el programa ETABS calcula para la edificación con respecto a la viga de 25x35 optimizada, Podemos notar que la cantidad de acero es la misma en ambos casos, por lo tanto, seleccionaremos la situación más desfavorable y calcularemos la cantidad de barras de acero necesarias para ese tramo.

Se nota que este mismo resultado se mantiene a lo largo de los otros ejes. Calcularemos la cantidad y el diámetro de las barras de acero corrugado para la viga de 25x35 cm<sup>2</sup>, para la cual se necesitarán 5.36 cm<sup>2</sup> de acero tanto para el refuerzo negativo como positivo.

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

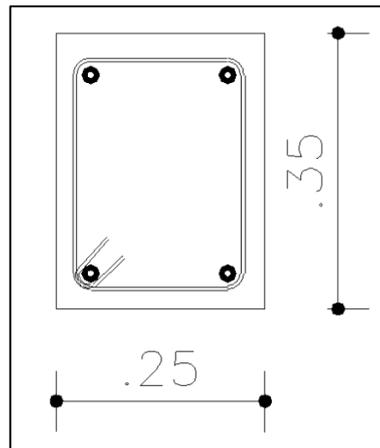
Utilizaremos un acero de 5/8 de pulgada que posee un área equivalente a 1.98 cm<sup>2</sup>.

$$\#VARILLAS = \frac{5.36 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 2.72 \ll \gg 4\phi 5/8$$

Observamos que a lo largo de toda la extensión de la Viga principal de dimensiones 25x35 cm<sup>2</sup>, se requiere un total de 5.36 cm<sup>2</sup> de acero. Por lo tanto, se necesitarán 4 barras de acero de 5/8 de pulgada, tal tal como se ilustra en la figura posterior.

**Figura 63**

*Detalles de viga de 25X35 cm<sup>2</sup>*



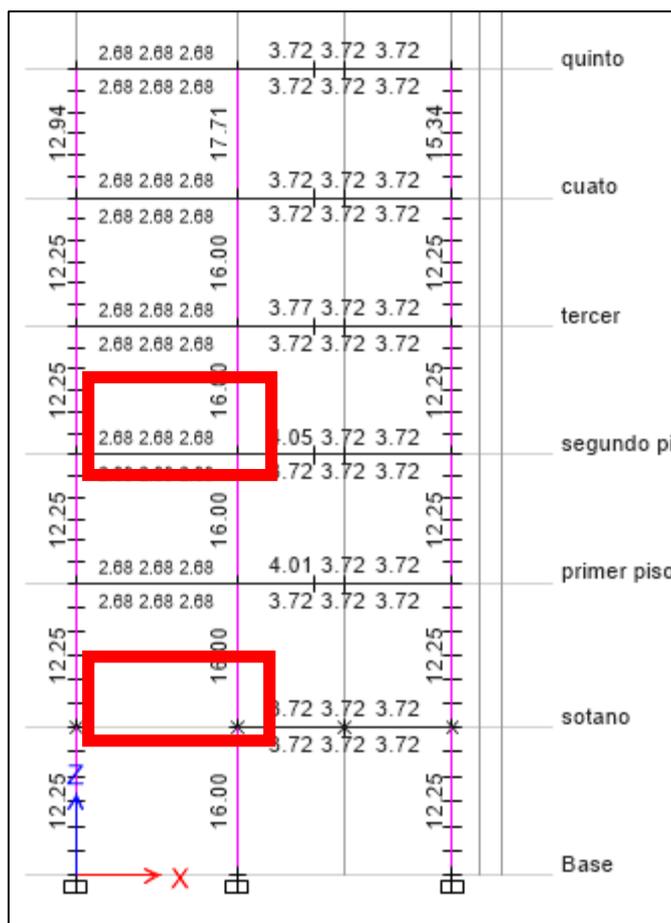
**Nota:** Se aprecia en la figura los detalles de la sección de la viga 25x35 modelado con 4 varillas de acero de 5/8" que se calculó anteriormente.

✓ **Acero para la Viga principal de 30X40 cm<sup>2</sup>**

Al analizar los productos del programa, notamos que en su totalidad se adhieren a las regulaciones de la norma ACI 318-14. Además, se obtuvieron resultados comparables en cuanto a la cantidad de acero en los diversos ejes de la estructura. A razón de evitar la repetición, se decidirá Para determinar el número de barras de acero longitudinal en la sección más crucial.

**Figura 64**

*Acero para la Viga 30X40 cm<sup>2</sup>*



**Nota:** Se aprecia en la figura la cantidad de acero que el programa ETABS calcula para la edificación con respecto a la viga de 30x40 optimizada, por lo que Observamos una cantidad de acero idéntica en ambos casos, por lo tanto, seleccionaremos la situación más desfavorable y calcularemos la cantidad de barras de refuerzo para esa sección.

En el tramo completo de los demás ejes, se registra el mismo nivel de cantidad de acero. Para calcular el número de barras de acero corrugado para la viga principal de dimensiones 30x40 cm<sup>2</sup>, donde se necesita un total de 7.97 cm<sup>2</sup> de acero tanto para el refuerzo negativo como positivo, es necesario aplicar las fórmulas y criterios de diseño estructural para definir la cantidad y dimensiones adecuadas de las barras de acero. Estos cálculos se basan en normativas de diseño específicas y consideraciones de resistencia necesarias para la estructura.

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

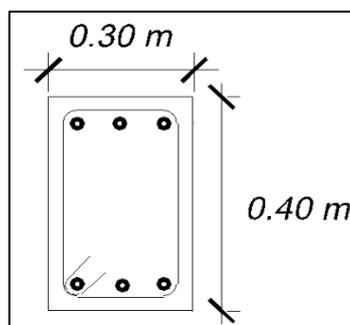
Emplearemos barras de acero de 5/8 de pulgada, las cuales tienen un área de 1.98 cm<sup>2</sup> cada una.

$$\#VARILLAS = \frac{7.97 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 4.03 \ll\gg 6\phi 5/8$$

Observamos que en toda la sección de la Viga de dimensiones 30x40 cm<sup>2</sup> se requieren 7.97 cm<sup>2</sup> de acero. Por lo tanto, se necesitarán 6 barras de acero de 5/8 de pulgada, tal como se ilustra en la figura posterior.

**Figura 65**

*Detalles de Viga 30X40 cm<sup>2</sup>*



Nota: Se aprecia en la figura los detalles de la sección de la viga 25x35 modelado con 6 varillas de acero de 5/8" que se calculó anteriormente.

Además, también es posible determinar la cantidad de acero requerida para las vigas planas, lo cual se realizó utilizando el mismo método que en los elementos previos.

Calcularemos el número de barras de acero corrugado para la viga chata o viga de borde, cuyas dimensiones son 20x20 cm<sup>2</sup>, y para la cual se necesitarán 2.42 cm<sup>2</sup> de acero tanto para el refuerzo negativo como positivo. Con esta información, procederemos al cálculo de la cuantía y el diámetro de las barras de acero corrugado.

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

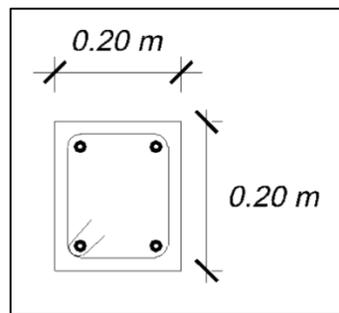
Utilizaremos barras de acero de 1/2 de pulgada, las cuales tienen un área de 1.27 cm<sup>2</sup> cada una.

$$\#VARILLAS = \frac{2.42 \text{ cm}^2}{1.27 \text{ cm}^2} = 1.90 \ll\gg 4\phi 1/2$$

Se nota que para toda la sección de la viga chata o viga de borde de dimensiones 20x20 cm<sup>2</sup> se requieren 2.42 cm<sup>2</sup> de acero en total. En consecuencia, se necesitarán 4 barras de acero de 1/2 de pulgada, según se muestra en la ilustración siguiente.

**Figura 66**

*Viga chata de 20X20 cm<sup>2</sup>*

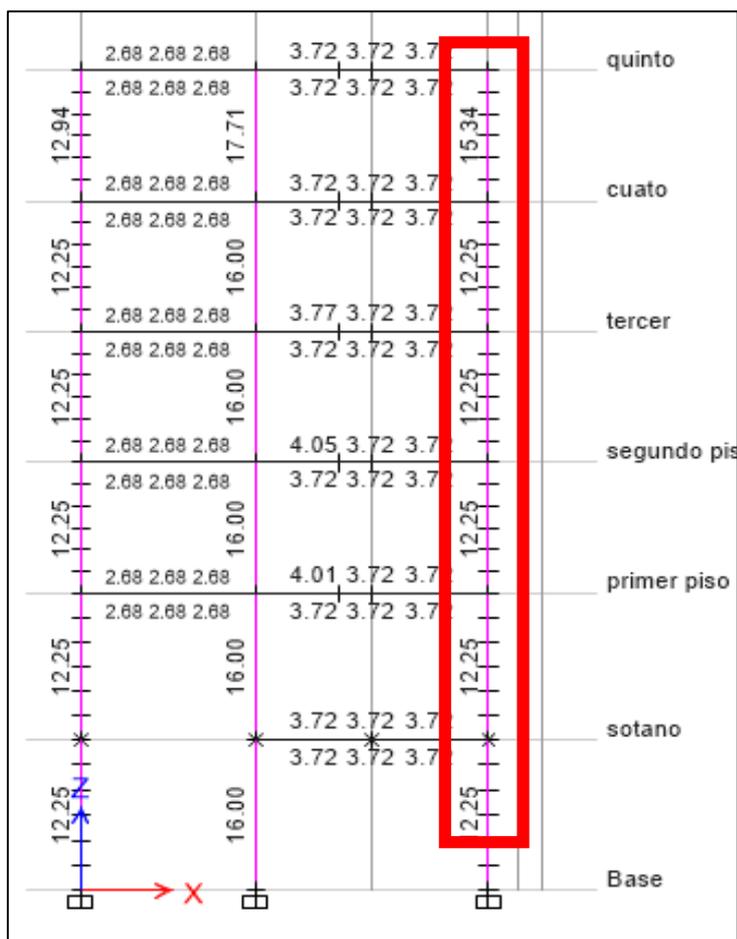


**Nota:** Se aprecia en la figura los detalles de la sección de la viga chata de 20x20 modelado con 4 varillas de acero de 1/2" que se calculó anteriormente.

✓ **Acero para Columna 35x35 cm<sup>2</sup>**

**Figura 67**

Acero para Columna 35X35 cm<sup>2</sup>



Nota: Se aprecia en la figura la cantidad de acero que el programa ETABS calcula para la edificación con respecto a la columna de 35x35 optimizada, Podemos notar que hay una cantidad de acero idéntica en ambos casos, por lo tanto, seleccionaremos la situación más adversa y calcularemos la cantidad de barras para esa sección.

De manera similar al cálculo realizado para las barras de la viga, en este escenario Vamos a determinar el número de barras para la columna con dimensiones de 35x35 cm<sup>2</sup>. Identificaremos la sección más crítica para realizar el cálculo del acero requerido, localizada en el eje D-D según se indica en la imagen, donde se requieren 15.34 cm<sup>2</sup> de acero longitudinal. A partir de estos datos, procederemos al cálculo de la cuantía y el diámetro de las barras de acero corrugado.

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

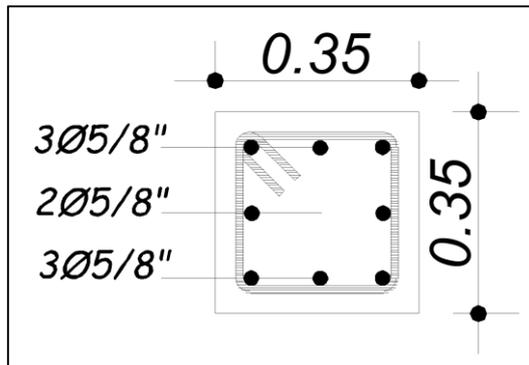
Entonces, usaremos barras de acero de 5/8 de pulgada, las cuales tienen un área de 1.98 cm<sup>2</sup> cada una.

$$\#VARILLAS = \frac{15.34 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} \ll \gg 7.74\phi = 8\phi 5/8''$$

La distribución de acero para la columna de 35x35 cm<sup>2</sup> requerirá un total de 8 varillas de 5/8 de pulgada.

**Figura 68**

*Detalles de la Columna 35X35 cm<sup>2</sup>*

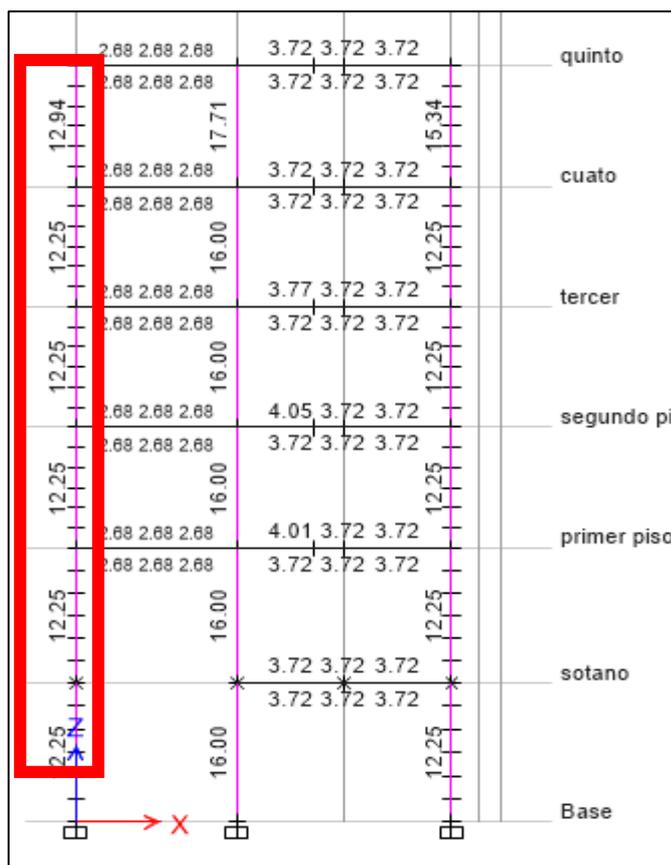


**Nota:** Se aprecia en la figura los detalles de la sección de la columna de 35x35 modelado con 8 varillas de acero de 5/8'' que se calculó anteriormente.

✓ **Acero para Columna 40x40 cm<sup>2</sup>**

**Figura 69**

*Acero para Columna 40X40 cm<sup>2</sup>*



**Nota:** Se aprecia en la figura la cantidad de acero que el programa ETABS calcula para la edificación con respecto a la columna de 40x40 optimizada, Podemos notar que la cantidad de acero es idéntica en ambos casos. Por lo tanto, seleccionaremos la situación más desfavorable y calcularemos la cantidad de barras para esa sección.

Al igual que se hizo para determinar la cantidad de barras para la viga, ahora realizaremos el cálculo Para el cálculo de la cantidad y el diámetro de las barras de acero corrugado en la sección crítica de la columna de dimensiones 35x35 cm<sup>2</sup>, específicamente en el eje B-B donde se requieren 17.71 cm<sup>2</sup> de acero longitudinal, se debe aplicar el diseño estructural correspondiente según las cargas y las normativas pertinentes para determinar la cantidad y el diámetro adecuados de las barras de acero. Estos cálculos se basan en la resistencia necesaria y las características del material estructural empleado.

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

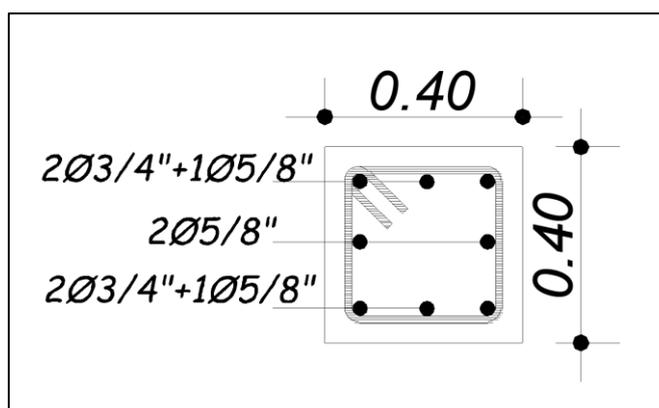
Entonces, emplearemos barras de acero de 5/8 de pulgada, las cuales tienen un área de 1.98 cm<sup>2</sup> cada una, y barras de acero de 3/4 de pulgada, que tienen un área de 2.84 cm<sup>2</sup> cada una, para el cálculo de la cantidad y el diámetro de las barras de acero en la sección crítica de la columna.

$$\#VARILLAS = \frac{17.71 \text{ cm}^2}{1.98 X + 2.84 Y \text{ cm}^2} \ll \gg 4\emptyset 5/8" + 4\emptyset 3/4" = 19.28 \text{ cm}^2$$

Entonces, para la columna de 40x40 cm<sup>2</sup>, se necesitarán 4 barras de 5/8 de pulgada y 4 barras de 3/4 de pulgada. La disposición del acero será como sigue:

**Figura 70**

*Detalles de la Columna 40X40 cm<sup>2</sup>*



**Nota:** Se aprecia en la figura los detalles de la sección de la columna de 40x40 modelado con 4 varillas de 5/8" y 4 varillas de 3/4" que se calculó anteriormente.

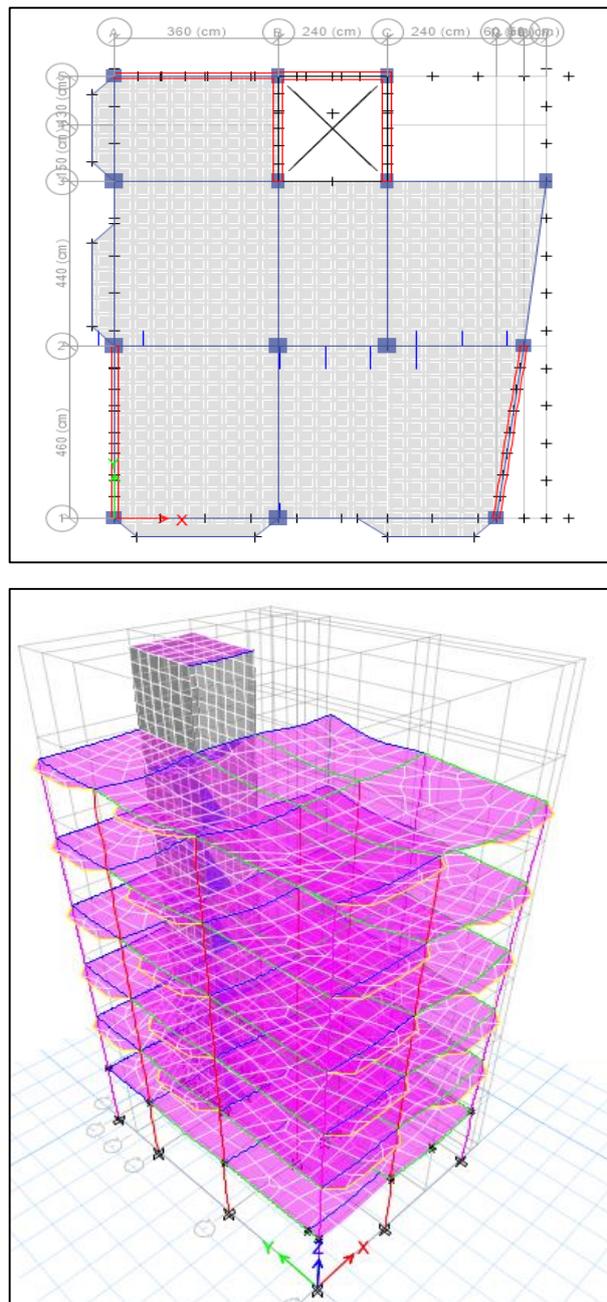
✓ **Losa aligerada bidireccional:**

Para diseñar la losa aligerada, contamos con dos enfoques: uno es exportar las cargas de cada nivel al software SAFE y asignar mallas para calcular el acero por cada vigueta. Alternativamente, con las últimas versiones del Software ETABS, se puede realizar este proceso directamente, al igual que en el software SAFE, mediante mallas. Algunos expertos sugieren emplear viguetas internas en el programa,

aunque este método resulta más complejo entonces, se necesitará un método más progresista, y se elegirá el diseño a través de fajas para cumplir con los requisitos específicos de este escenario.

**Figura 71**

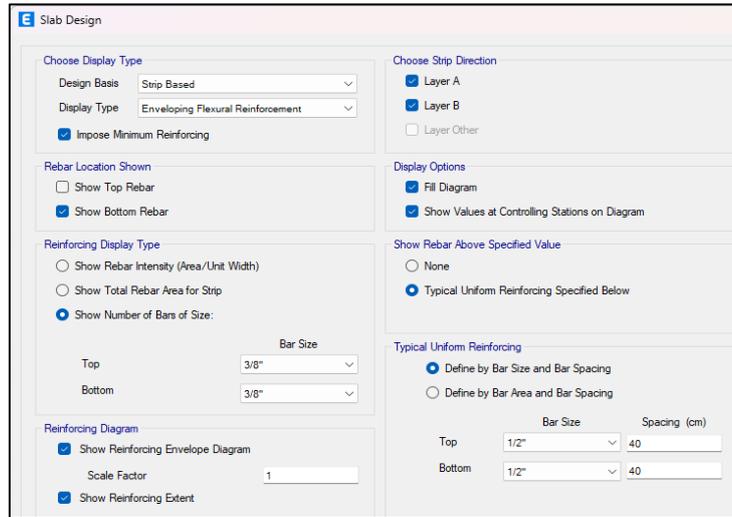
*Diseño de la losa aligerada bidireccional*



**Nota:** En las figuras se observan en diseño de la losa aligerada bidireccional en el software ETABS para la edificación completo.

**Figura 72**

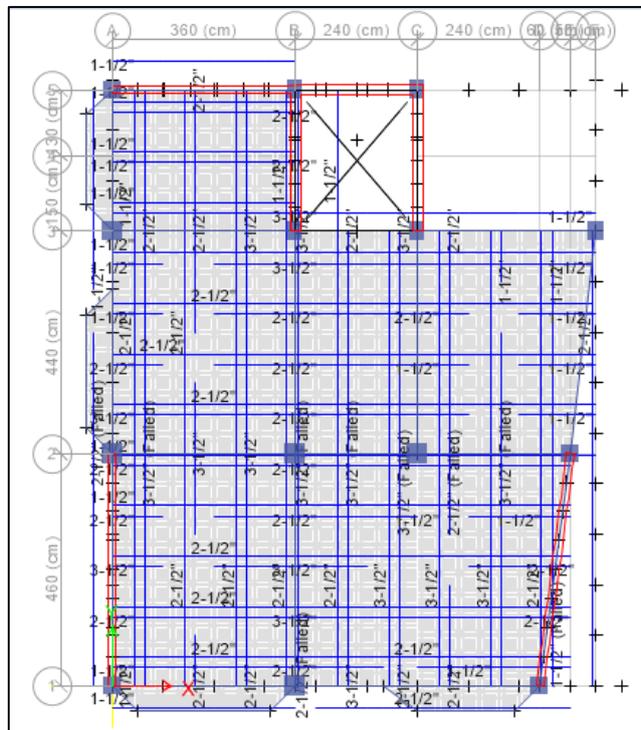
*Distribución de acero para losa bidireccional*



**Nota:** Se aprecia en la figura el diseño de losa aligerada, el tipo de visualización es del refuerzo envolvente a flexión en el programa ETABS.

**Figura 73**

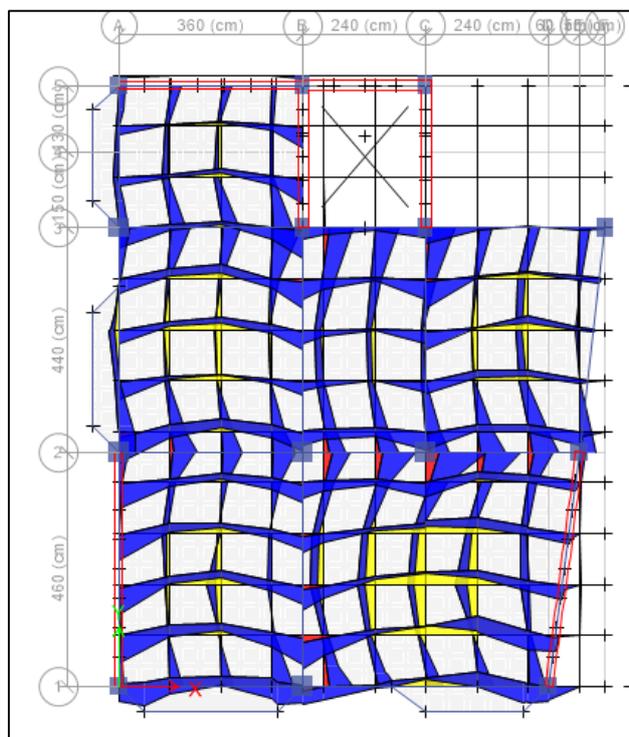
*Acero necesario para losa aligerada bidireccional*



**Nota:** Se aprecia en la figura Tras realizar el análisis con barras de acero de 1/2 de pulgada cada 40 centímetros, observamos que estas satisfacen el parámetro establecido.

**Figura 74**

*Momento flector de la losa aligerada bidireccional*



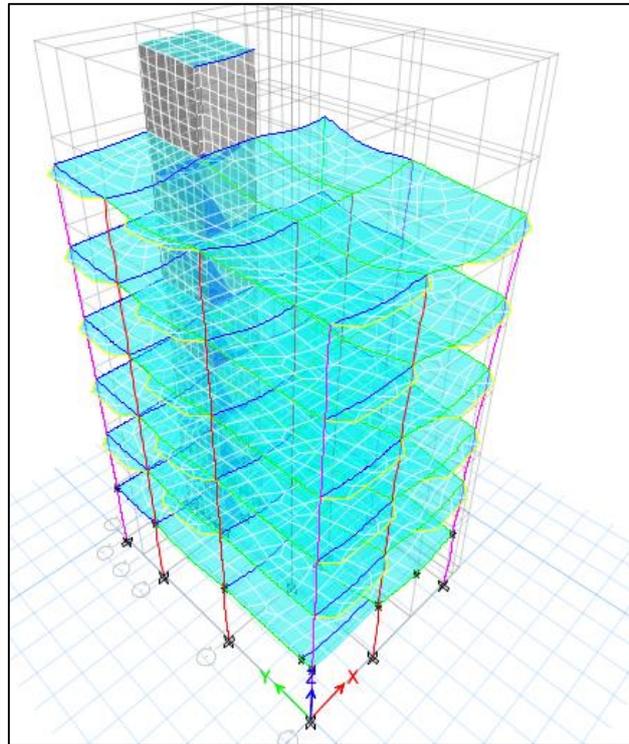
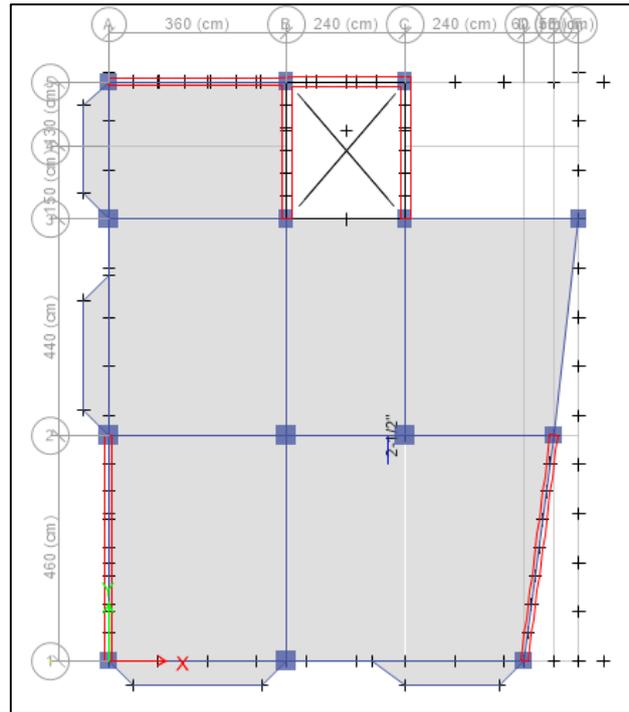
**Nota:** Se aprecia en la figura el diagrama de los momentos flectores de la losa aligerada bidireccional que el software ETABS nos arrojó de toda la edificación.

✓ **Losa maciza bidireccional:**

Hay dos enfoques para diseñar la losa aligerada. Uno es exportar las cargas de cada nivel al software SAFE y configurar mallas para calcular el acero por vigueta. La otra opción es utilizar el Software ETABS, que ahora incluye esta funcionalidad, similar al proceso de mallas del software SAFE. Algunos especialistas sugieren emplear viguetas internas en el programa, pero este método es más complejo y demanda un dispositivo más avanzado. Por tanto, se ha decidido realizar el diseño mediante franjas debido a su practicidad.

**Figura 75**

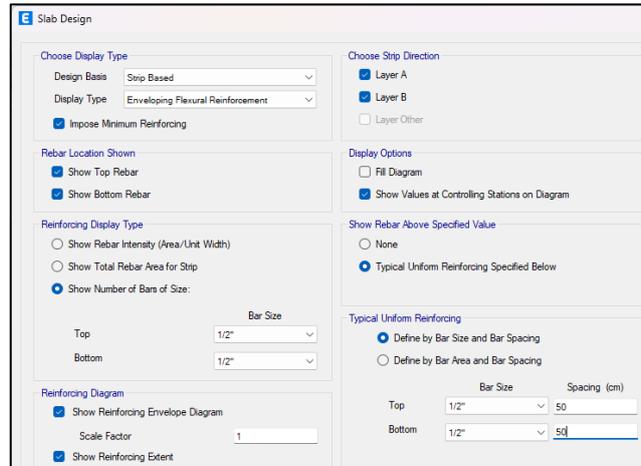
*Diseño de la losa maciza bidireccional*



**Nota:** En las figuras se observan en diseño de la losa maciza bidireccional en el programa ETABS para la edificación completo.

**Figura 76**

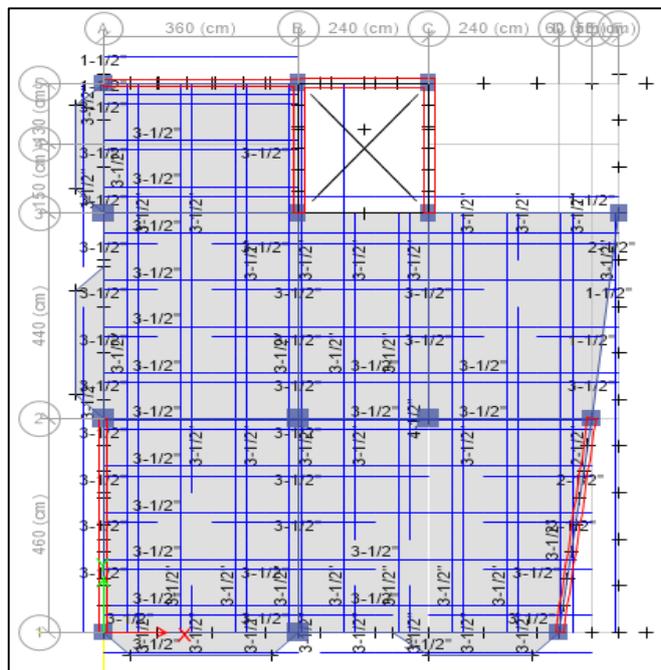
*Distribución de acero para losa maciza bidireccional*



**Nota:** Se aprecia en la figura el diseño de losa maciza, el tipo de visualización es del refuerzo envolvente a flexión en el programa ETABS.

**Figura 77**

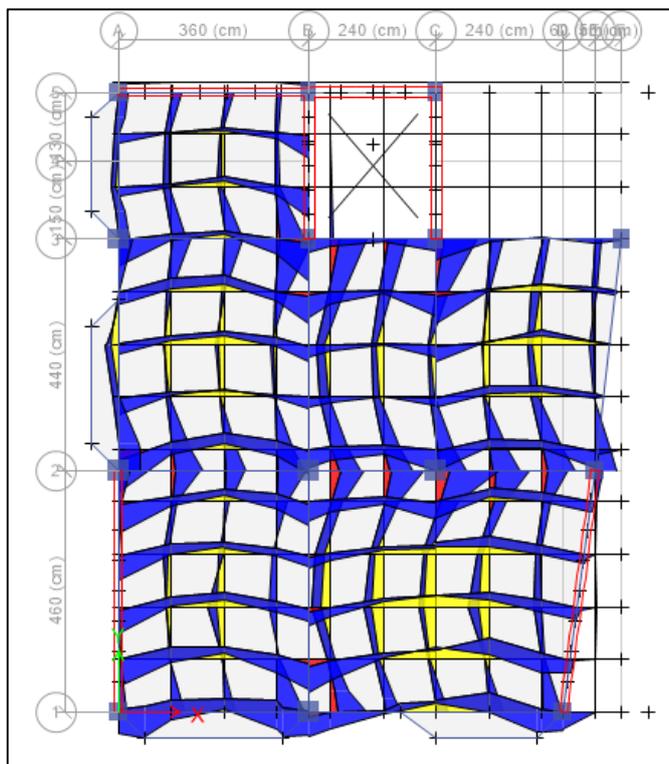
*Acero necesario para losa maciza bidireccional*



**Nota:** En la figura se muestra un análisis con barras de acero de 1/2 pulgada cada 50 centímetros, y se verifica que estas cumplen con el criterio establecido previamente.

**Figura 78**

*Momento flector de la losa maciza bidireccional*



**Nota:** Se aprecia en la figura el diagrama de los momentos flectores de la losa maciza bidireccional que el programa ETABS nos arrojó de toda la edificación.

#### **4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DE AMBOS SISTEMAS DE ENTREPISO**

Para este punto se realizó comparaciones entre ambos sistemas de entrepiso, tanto de la losa maciza y la losa aligerada bidireccional, se evaluó las partidas por cada sistema de entrepiso y también se realizó el cálculo de los insumos y materiales por m<sup>2</sup>. Los cálculos de los materiales se basaron en los valores obtenidos durante el diseño estructural de ambos sistemas.

##### **✓ Losa aligerada en bidireccional**

###### **Metrado**

Realizamos el metrado para la losa aligerada bidireccional:

###### **a) Cantidad de ladrillo hueco por m<sup>2</sup>:**

Para el cálculo del ladrillo empleamos la fórmula:

$$C = \left( \frac{1}{(A + V) * L} \right) - 1.22$$

**Donde:**

*C*: Cantidad de ladrillos huecos por m<sup>2</sup> de losa aligerada en dos direcciones.

*L*: Longitud de ladrillo hueco (0.30m).

*A*: Ancho de ladrillo hueco (0.30).

*V*: Ancho de vigueta (0.10m).

Entonces

$$C = \left( \frac{1}{(A + V) * L} \right) - 1 = \left( \frac{1}{(0.30 + 0.10) * 0.30} \right) - 1.22 = 7.11 \text{ und/m}^2$$

**b) Cantidad de concreto por m<sup>2</sup> de losa aligerada bidireccional:**

*Volumen total (Vt) = Vol. losa superior (Vls) + Vol. de viguetas (Vv)*

*Vls = Área x Espesor: 1m<sup>2</sup> x 0.05m = 0.05 m<sup>3</sup>*

*Vv = Área x Espesor: 0.327m<sup>2</sup> x 0.15m = 0.05 m<sup>3</sup>*

*Vt = 0.05 m<sup>3</sup> + 0.05 m<sup>3</sup> = 0.10 m<sup>3</sup> /m<sup>2</sup>*

**c) Cantidad de encofrado por m<sup>2</sup> de losa aligerada bidireccional:**

Según la normativa de metrados se considera para el encofrado de una losa aligerada bidireccional toda el área a techar:

$$1m \times 1m = 1m^2$$

**d) Cantidad de acero corrugado por m<sup>2</sup> de losa aligerada bidireccional:**

Según los cálculos previos, se determinó que se necesitan 2 barras de 1/2 de pulgada por vigueta en cada dirección.

Por lo tanto, por cada metro cuadrado (m<sup>2</sup>), se requirieron:

- *As = 2.5(2Ø1/2") = 5Ø1/2" por 1 m de longitud.*  
*As = 2.5(2Ø1/2") = 5Ø1/2" por 1 m de longitud.*
- *L = 1m*
- *Longitud total = 1m x 5 + 1m x 5 = 10 m*
- *Peso de Ø1/2" = 0.994 Kg/m*

- $Cantidad\ total\ de\ acero = 10m \times 0.994Kg/m = 9.94\ Kg$
- $Precio\ de\ una\ varilla\ de\ \varnothing 1/2''\ por\ 9\ m\ de\ longitud = S/.49.02$
- $Peso\ de\ una\ varilla\ de\ \varnothing 1/2'' = 9m \times 0.994\ Kg/m = 8.946\ Kg$
- $Precio\ por\ Kg\ de\ una\ varilla\ de\ \varnothing 1/2'' = S/.5.48$

### Análisis de costos unitarios por m2

El análisis de costos unitarios para la losa aligerada bidireccional ha sido completado.

**Tabla 24**

*Análisis de costos unitarios para losa aligerada*

Partida: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES				
COSTO UNITARIO TOTAL				S/ 236.88
<b>Especificaciones</b>	Madera Tornillo			
<b>Cuadrilla</b>	rendimiento			
<b>Habilitación: 1 oficial + 2 peones</b>	75	m2/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 67.02
<b>Encofrado: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial</b>	12	m2/día		
<b>Desencofrado: 1 oficial + 2 peones</b>	36	m2/día		
<b>Descripción/Recursos</b>	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/
<b>MANO DE OBRA</b>				44.95
<b>Capataz</b>	hh	0.08	29.4	2.35
<b>Operario</b>	hh	0.77	23.77	18.30
<b>Oficial</b>	hh	0.99	17.54	17.36
<b>Peón</b>	hh	0.44	15.75	6.93
<b>MATERIALES</b>				21.29
<b>Madera tornillo</b>	pie2	5.15	3.8	19.57
<b>Clavos de 2 1/2"</b>	Kg	0.11	6.1	0.67
<b>Alambre negro N° 16</b>	Kg	0.1	10.5	1.05
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				0.78
<b>Herramientas manuales</b>	%MO	0.03	25.92	0.78
Partida: COLOCACIÓN DE ACERO FY=4200 KG/CM2 - GRADO 60				
<b>Especificaciones</b>	Acero corrugado grado 60 - 4200 Kg/cm2			
<b>Cuadrilla</b>	rendimiento			
<b>Habilitación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial</b>	240	kg/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 59.85
<b>Colocación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial</b>	240	kg/día		

<b>MANO DE OBRA</b>				2.97
Capataz	hh	0.007	29.4	0.21
Operario	hh	0.067	23.77	1.59
Oficial	hh	0.067	17.54	1.18
<b>MATERIALES</b>				56.78
Acero corrugado Fy=4200 Kg/cm2	Kg	9.94	5.48	54.47
Alambre negro N° 16	Kg	0.22	10.5	2.31
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				0.10
Herramientas manuales	%MO	0.03	1.5	0.05
Cizalla	hm	0.032	1.67	0.05
<b>Partida: COLOCACIÓN DE LADRILLO 30 x 30 x 15 cm</b>				

<b>Especificaciones</b>	Ladrillo para techo 30 x 30 x 15			
<b>Cuadrilla</b>	rendimiento			
<b>Colocación: 1 operario + 2 peones</b>	25	m2/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 42.88

Descripción/Recursos	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/
<b>MANO DE OBRA</b>				17.69
Operario	hh	0.32	23.77	7.61
Peón	hh	0.64	15.75	10.08
<b>MATERIALES</b>				24.89
Ladrillo para techo 30x30x15 cm	und	7.11	3.5	24.89
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				0.30
Herramientas manuales	%MO	0.03	10.14	0.30
<b>Partida: CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 Kg/cm2 PARA LOSAS</b>				

<b>Especificaciones</b>	Camión concretero, bomba y vibradores			
<b>Cuadrilla</b>	rendimiento			
<b>Vaciado: 1 capataz + 4 operarios + 8 peones</b>	100	m3/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 67.14
<b>Curado: 0.10 capataz + 1 peón</b>	100	m3/día		

Descripción/Recursos	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/
<b>MANO DE OBRA</b>				21.53
Capataz	hh	0.088	29.4	2.59
Operario	hh	0.32	23.77	7.61
Peón	hh	0.72	15.75	11.34
<b>MATERIALES</b>				42.00
Concreto premezclado f'c=210 Kg/cm2	m3	0.1	420	42.00
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				3.60
Herramientas manuales	%MO	0.03	12.21	0.37
Bomba	hm	0.08	23.5	1.88
Vibrador de 2" - 4HP	hm	0.16	8.47	1.36

**Nota: En la tabla se observa el análisis de costos unitarios m2 con respecto a la losa aligerada, destacando partidas como encofrado y desencofrado,**

colocación de acero, ladrillos y el concreto premezclado; resultando el valor del costo unitario de S/ 236.88.

- El precio de los materiales se obtuvo del supermercado SODIMAC
- El gasto total en soles por metro cuadrado ( $m^2$ ) de la losa aligerada bidireccional es de 236.88 soles
- El gasto total en mano de obra fue de 87.14 soles
- El costo total de materiales fue de 144.96 soles
- El costo total de equipos y herramientas fue de 4.78 soles

✓ **Losa maciza bidireccional**

**Metrado**

Realizamos el metrado para la losa maciza bidireccional:

**a) Cantidad de concreto por  $m^2$  de losa maciza bidireccional:**

$Volumen\ total\ (Vt) = Vol.\ losa\ superior\ (Vls) + Vol.\ de\ viguetas\ (Vv)$

$$Vls = \text{Área} \times \text{Espesor}: 1m^2 \times 0.15m = 0.15\ m^3$$

$$Vt = 0.15\ m^3 = 0.15\ m^3 / m^2$$

**b) Cantidad de encofrado por  $m^2$  de losa maciza bidireccional:**

Según la normativa de metrados se considera para el encofrado de una losa maciza bidireccional toda el área a techar:

$$1m \times 1m = 1m^2$$

**c) Cantidad de acero corrugado por  $m^2$  de losa maciza bidireccional:**

De acuerdo a los cálculos previos, se evidencia la necesidad de...  $\emptyset 1/2''$  @ 50 cm tanto para la dirección X-X y Y-Y.

- $As = 2(2\emptyset 1/2'') = 4\emptyset 1/2''$  por 1 m de longitud.  
 $As = 2(2\emptyset 1/2'') = 4\emptyset 1/2''$  por 1 m de longitud.
- $L = 1m$
- $Longitud\ total = 1m \times 4 + 1m \times 4 = 8m$
- $Peso\ de\ \emptyset 1/2'' = 0.994\ Kg/m$
- $Cantidad\ total\ de\ acero = 8m \times 0.994Kg/m = 7.952\ Kg$
- $Precio\ de\ una\ varilla\ de\ \emptyset 1/2''\ por\ 9\ m\ de\ longitud = S/ .49.02$

- *Peso de una varilla de Ø1/2" = 9m x 0.994 Kg/m = 8.946 Kg*
- *Precio por Kg de una varilla de Ø1/2" = S/5.48*

### **Análisis de costos unitarios por m2**

Se completo el análisis de costos unitarios para la losa maciza bidireccional

**Tabla 25**

*Análisis de costos unitarios para losa maciza*

<b>Partida: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA EN DOS DIRECCIONES</b>				
			<b>COSTO UNITARIO TOTAL</b>	<b>S/ 201.49</b>
<b>Especificaciones</b>	Madera Tornillo			
<b>Cuadrilla</b>	rendimiento			
<b>Habilitación: 1 oficial + 2 peones</b>	60	m2/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 63.78
<b>Encofrado: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial</b>	15	m2/día		
<b>Desencofrado: 1 oficial + 2 peones</b>	45	m2/día		
<b>Descripción/Recursos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial S/</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>38.56</b>
<b>Capataz</b>	hh	0.07	29.4	2.06
<b>Operario</b>	hh	0.67	23.77	15.93
<b>Oficial</b>	hh	0.85	17.54	14.91
<b>Peón</b>	hh	0.36	15.75	5.67
<b>MATERIALES</b>				<b>24.44</b>
<b>Madera tornillo</b>	pie2	5.93	3.8	22.53
<b>Clavos de 2 1/2"</b>	Kg	0.14	6.1	0.85
<b>Alambre negro N° 16</b>	Kg	0.1	10.5	1.05
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				<b>0.78</b>
<b>Herramientas manuales</b>	%MO	0.03	25.92	0.78
<b>Partida: COLOCACIÓN DE ACERO FY=4200 KG/CM2 - GRADO 60</b>				
<b>Especificaciones</b>	Acero corrugado grado 60 - 4200 Kg/cm2			
<b>Cuadrilla</b>	rendimiento			
<b>Habilitación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial</b>	200	kg/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 200.75
<b>Colocación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial</b>	200	kg/día		
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>3.54</b>
<b>Capataz</b>	hh	0.008	29.4	0.24
<b>Operario</b>	hh	0.08	23.77	1.90
<b>Oficial</b>	hh	0.08	17.54	1.40

<b>MATERIALES</b>				45.89
Acero corrugado Fy=4200 Kg/cm2	Kg	7.952	5.48	43.58
Alambre negro N° 16	Kg	0.22	10.5	2.31
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				0.15
Herramientas manuales	%MO	0.03	1.5	0.05
Cizalla	hm	0.06	1.67	0.10
<b>Partida: CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 Kg/cm2 PARA LOSAS</b>				
<b>Especificaciones</b>		Camión concretero, bomba y vibradores		
<b>Cuadrilla</b>		rendimiento		
<b>Vaciado: 1 capataz + 4 operarios + 8 peones</b>	100	m3/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 88.14
<b>Curado: 0.10 capataz + 1 peón</b>	100	m3/día		
<b>Descripción/Recursos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial S/</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				21.53
Capataz	hh	0.088	29.4	2.59
Operario	hh	0.32	23.77	7.61
Peón	hh	0.72	15.75	11.34
<b>MATERIALES</b>				63.00
Concreto premezclado f'c=210 Kg/cm2	m3	0.15	420	63.00
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				3.60
Herramientas manuales	%MO	0.03	12.21	0.37
Bomba	hm	0.08	23.5	1.88
Vibrador de 2" - 4HP	hm	0.16	8.47	1.36

**Nota:** En la tabla se observa el análisis de costos unitarios m2 con relación a la losa maciza, destacando partidas como encofrado y desencofrado, colocación de acero, ladrillos y el concreto premezclado; resultando el valor del costo unitario de S/ 201.49.

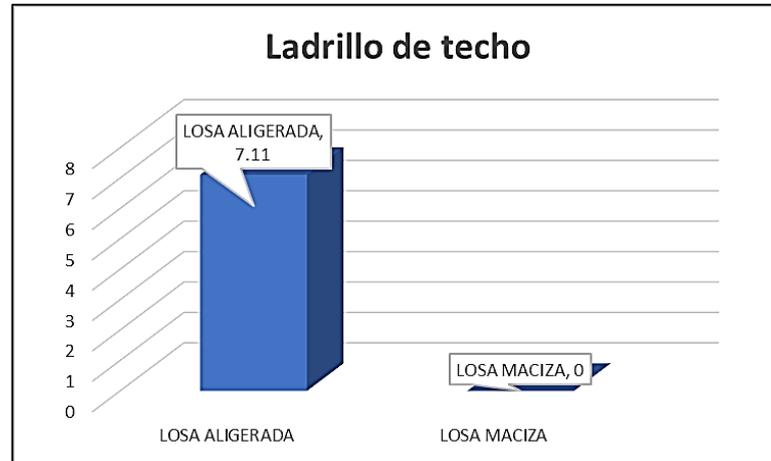
- El precio de los materiales se obtuvo del supermercado SODIMAC
- El gasto total en soles por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de la losa aligerada bidireccional es de 201.49 soles
- El gasto total en mano de obra fue de 63.63 soles
- El precio total de materiales fue de 133.5 soles
- El precio total de equipos y herramientas fue de 4.36 soles

Ahora realizaremos las comparaciones por m2 de materiales mano de obra y otros insumos en ambos sistemas de entrepiso.

## ❖ Ladrillo de techo

Figura 79

Costo por m2 de ladrillos de techo

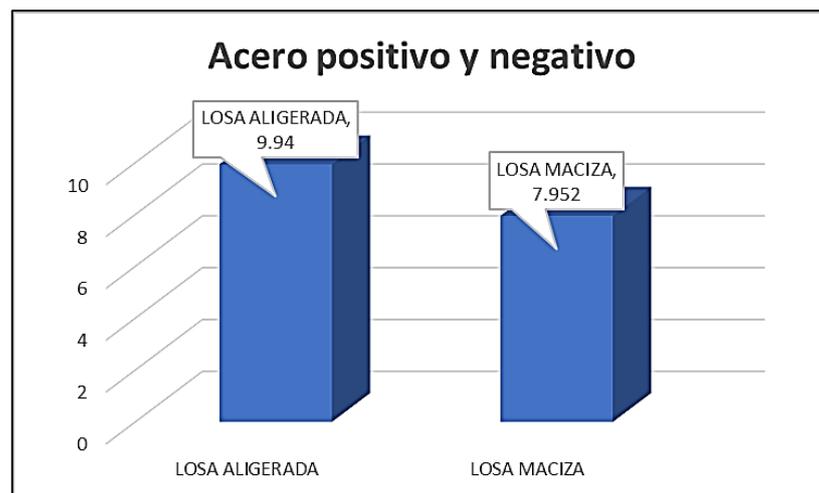


**Nota:** En la siguiente figura La cantidad de ladrillos por metro cuadrado para cada tipo de sistema de entepiso se presenta. En el caso de la losa maciza, donde no se emplea ladrillo hueco, ese valor se establece en cero.

## Acero positivo y negativo

Figura 80

Costo por m2 de acero

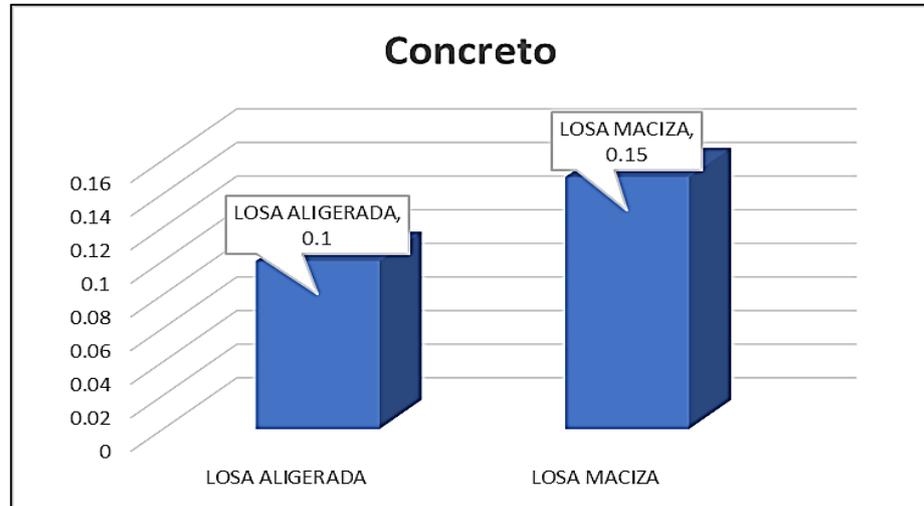


**Nota:** En figura se observa el costo de acero por m2, donde destaca que la losa aligerada cuesta más que la losa maciza.

## Concreto

Figura 81

Costo por m2 de concreto

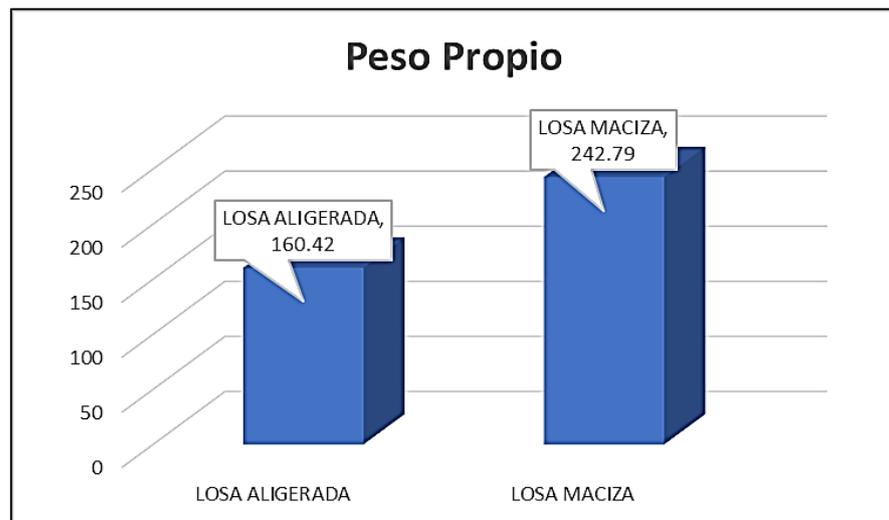


**Nota:** Se aprecia en la figura el costo de concreto por m2, donde destaca que la losa aligerada es barata solo por poco, la diferencia no es mucho.

## Peso Propio

Figura 82

Peso propio de cada sistema de entrepiso

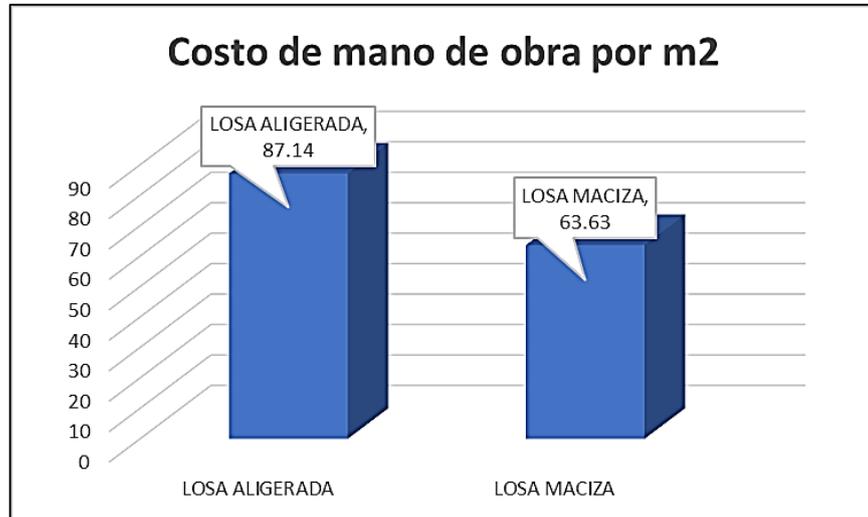


**Nota:** En la figura destaca que la losa pesa más que la losa aligera con una diferencia de 82.37.

## Costo de mano de obra por m2

Figura 83

Costo por m2 de mano de obra

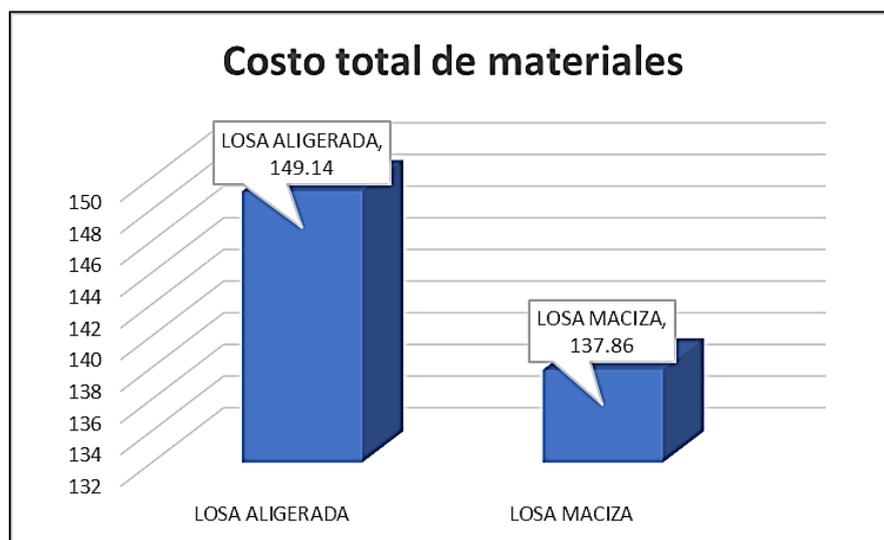


Nota: Se aprecia en la figura que el precio por m2 de la mano de obra de la losa aligerada es mayor por 23.51 soles que la losa maciza.

## Costo total de materiales

Figura 84

Costo por m2 de materiales

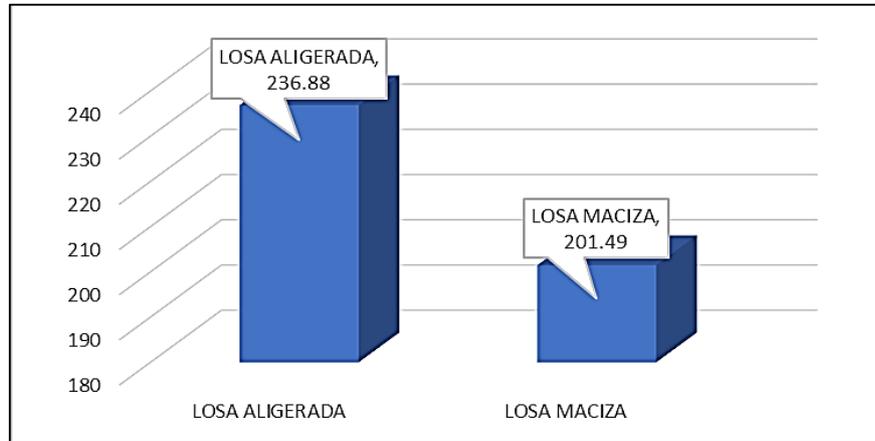


Nota: Se aprecia en la figura que el precio total de los materiales por m2 la losa aligerada es mayor que la losa maciza por 11.28 soles.

## Costo total por metro cuadrado

**Figura 85**

*Costo total m2*



**Nota:** Se aprecia en la figura que el costo total por m<sup>2</sup> la losa aligerada es mayor que la losa maciza por 35.39 soles.

## Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis

La presente tesis tiene como hipótesis general:

$H_i$ : Las losas macizas presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

$H_0$ : Las losas macizas no presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

Por lo que la tesis abarcó puntos que fueron importantes para poder responder la hipótesis propuesta:

La tesis abarcó el análisis dinámico para los 2 modelos diferentes (Losa aligerada vs losa maciza) porque lo que con cada tipo de sistema de entrepiso donde se obtuvo los siguiente con respecto al periodo:

**Tabla 26**

*Losa aligerada vs losa maciza - periodo*

	Losa aligerada		Losa maciza	
periodo fundamental	Tx	Ty	Tx	Ty
	0.471	0.299	0.493	0.312

**Nota:** En la tabla se puede observar que la diferencia entre los periodos en el eje X es 0.022 (la diferencia de ambos valores), en porcentajes sería un 4.46% (se obtiene dividiendo la diferencia entre el mayor de ambos y multiplicarlo por 100%), de igual manera para el periodo en el eje Y la diferencia es 0.041 y en porcentaje es el 4.16 %.

**Interpretación:** Entonces en base a la tabla 26, si la losa maciza tiene un período fundamental mayor que la losa aligerada, en las direcciones X e Y, se puede interpretar que la losa maciza es más rígida y puede proporcionar una mayor resistencia a las vibraciones sísmicas, lo cual es beneficioso.

**Tabla 27**

*Losa aligerada vs losa maciza – Deriva*

	Losa aligerada	losa maciza
Deriva X-X	0.0039	0.0036
Deriva Y-Y	0.0016	0.0015

**Nota:** En la tabla se puede observar que la losa maciza posee valores menores en comparación a la aligerada, pero cabe mencionar que la diferencia es mínima, ya que en la deriva X-X la diferencia 0.0003 y en la deriva Y-Y es 0.0001. Además, se puede resaltar que la losa maciza posee una deriva inelástica menor al a losa aligerada bidireccional, en este caso es del 7.69% (se obtiene de la diferencia de las derivas, luego dividirla entre el mayor para finalmente multiplicarlo por el 100%).

**Interpretación:** Entonces en base a la tabla 27, si la losa maciza tiene menor deriva inelástica, esto indica una mejor capacidad para mantener su integridad estructural bajo cargas sísmicas, lo que también puede considerarse positivo en términos de seguridad.

**Tabla 28**

*Losa aligerada vs losa maciza - desplazamiento*

	Losa aligerada		losa maciza	
	x-Dir.	y- Dir.	x- Dir.	y- Dir.
quinto	0.0033	0.003084	0.0074	0.002911
cuarto	0.007173	0.002691	0.0064	0.00235
tercer	0.006246	0.002161	0.0051	0.001707
segundo	0.004937	0.001578	0.0035	0.001076
primer	0.003387	0.000995	0.00179	0.000498
sótano	0.001724	0.000461	0.000128	0.000043
Base	0	0	0	0

**Nota:** En la siguiente tabla se muestra los desplazamientos desde el sótano hasta el quinto piso de la losa aligerada y losa maciza, la cual varía por muy poco también tanto en las direcciones “X” y “Y” desde el sótano hasta el cuarto piso los desplazamientos de la losa aligerada son mayor por poco tanto en X como en Y, solo en el quinto piso la losa maciza es mayor.

**Interpretación:** Entonces en base a la tabla 28, si los desplazamientos de la losa aligerada son mayores que la losa maciza quiere decir que la losa aligerada está relacionada por tener un menor rigidez o resistencia estructural en comparación con la losa maciza.

**Tabla 29***Losa aligerada vs losa maciza - fuerza cortante*

	Losa aligerada		losa maciza	
	x-Dir.	y- Dir.	x- Dir.	y- Dir.
<b>quinto</b>	7.8	2.19	8.7	5.77
<b>cuarto</b>	15.9	12.01	17.27	15.6
<b>tercer</b>	21.88	22.61	23.56	33.96
<b>segundo</b>	26.46	30.2	28.45	39.95
<b>primer</b>	29.31	38.63	31.54	43.32
<b>sótano</b>	16.74	39.6	17.45	43.18
<b>Base</b>	0	0	0	0

**Nota:** En la tabla se observa las fuerzas cortantes calculadas para las direcciones en los ejes “X” y “Y” desde sótano hasta el quinto piso, donde apreciamos que la losa aligerada posee menor fuerza cortante en el eje X-X y Y-Y respecto a la losa maciza en los pisos.

**Interpretación:** En base a la tabla 29, si la losa maciza tiene fuerzas cortantes mayores, se puede indicar que tiene una mayor resistencia ante esfuerzos cortantes, lo que es una ventaja en términos de capacidad de carga.

**Tabla 30***Losa aligerada vs losa maciza – Precio unitario total*

Costo Unitario total	
Losa Aligerada	236.88 soles
Losa Maciza	201.49 soles

**Nota:** En la siguiente tabla se muestra el costo total que es logro calcular en el análisis de precios unitarios, siendo más económica la losa maciza.

Por lo tanto, en base a la contrastación de los resultados podemos asegurar que rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna de que; las losas macizas presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

En esta investigación se determinó el comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas la cual se demostró que las losas macizas presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

Por lo tanto, los resultados obtenidos se contrastaron con estudios previos que se mencionó en los antecedentes que evaluaron el comportamiento estructural de losas aligeradas y macizas.

En base a Nina (2019) se concuerda con sus resultados y procedimientos porque se comparó mediante un análisis tanto estructural como de precios de una losa aligerada típica con una losa aligerada vigacero, ambas con un peralte de 25 cm, con el objetivo de encontrar el método óptimo de ambos métodos.

Se concluye en base a su análisis estructural que la losa aligerada Vigacero es la óptima ya que la cortante y los momentos ( $V_u=2.07,-2.03$  y  $M_u=1.48,-1.95$ ) es mucho mayor que el refuerzo que la tradicional ( $V_u=1.36,-1.33$  y  $M_u=0.93,-1.23$ ); lo que indica que tiene un peso menor que la losa aligerada tradicional.

Ademas la losa aligerada vigacero, reduce el costo en 12.07% (el costo directo por m<sup>2</sup> de una losa aligerada típica es S/155.8 y para la losa aligerada con vigacero S/ 137.0) y reduce la carga de la losa en 50% en semejanza a la losa aligerada tradicional (el peso de una losa aligerada tradicional fue de 350 kg/m<sup>2</sup> y para la losa aligerada con vigacero 175.07 kg/m<sup>2</sup>).

También Flores (2018) determino la factibilidad de ampliación estructural de una vivienda existente, dentro de ellas se menciona a la losa aligerada de

25cm, después del análisis sismorresistente se obtuvo que el periodo de vibración fue de 0.658 seg, Además, las derivas conseguidas superan el margen de 0.02 establecido en la norma NEC 2015. En consecuencia, se ha presentado una propuesta para reforzar la estructura por medio de la instalación de muros de concreto. Esta propuesta considera una configuración que se ajusta a los movimientos, manteniendo las derivas por debajo de 0.015 para el sismo de diseño.

Por otro lado, Asto (2020) realizó un análisis que se centra en el movimiento estructural de losas de concreto reforzadas con varillas de acero y basalto. Según los hallazgos, las losas de acero macizo reforzados con varillas de basalto tienen la misma resistencia que sus contrapartes de acero convencional.

Los resultados muestran que la distorsión unitaria del acero fue de 0.0021, entre tanto la del basalto fue de 0.050, lo que implica que las varillas de basalto se distorsionaron 25 veces más que el acero convencional. Esto sugiere una mayor flexibilidad en el basalto en comparación con el acero de construcción tradicional. Además, la losa fortalecida con barras de basalto experimentó una distorsión de 13 mm, mientras que la losa con acero tuvo una deformación de 6 mm. Esto indica que las losa con basalto se agrietan muchas mas que las de acero.

## CONCLUSIONES

- Se determina que el sistema de losa maciza presenta desplazamientos más grandes en el eje X-X en los 5 pisos en similitud con el método de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye del proceso de análisis Sísmoresistente que la losa maciza (0.493 seg y 0.312 seg) presenta un mayor periodo a comparación de la losa aligerada bidireccional (0.471 seg y 0.0016 seg). Además, respecto a las derivas la losa aligerada (0.0039 y 0.312) presenta mayor valor que la losa maciza (0.0036 y 0.0015), respecto a los desplazamientos de la losa aligerada son mayores que la losa maciza y finalmente la losa maciza tiene las fuerzas cortantes mayores que la aligerada.
- Se concluye que, si la losa maciza tiene un **período** mayor se interpreta es más rígida y puede proporcionar una mayor resistencia ante un sismo, si la losa maciza tiene menor **deriva inelástica**, esto indica una mejor capacidad para mantener su integridad estructural bajo cargas sísmicas; si los **desplazamientos** de la losa aligerada son mayores significa que esta relacionado por tener un menor rigidez o resistencia estructural y finalmente si la losa maciza tiene **fuerzas cortantes** mayores, indica que tiene una mayor resistencia ante esfuerzos cortantes, lo que es una ventaja en términos de capacidad de carga.
- Después de realizar el análisis de costos unitarios para la losa maciza y la losa aligerada bidireccional, donde se evaluó las partidas por cada sistema de entrepiso y también se realizó el cálculo de los insumos y materiales por m<sup>2</sup>. Resultando losa maciza 201.49 soles y el sistema de losa aligerada 236.88 soles, siendo 35.39 soles más económico el método de losa maciza.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda innovar y facilitar el empleo de modernos metodos de construcción, como en este caso se demostró que la losa maciza presente un mejor comportamiento estructural y un menor costo a diferencia de los procedimientos convencionales.
- Se recomienda emplear el sistema de losa maciza bidireccional para paños que posean luces mayores a 5 metros ya que este tiene un mejor comportamiento que las losas aligeradas.
- Se recomienda tener en cuenta el espesor de la losa maciza dado que podría representar un desafío en la planificación de las instalaciones de saneamiento.
- Es aconsejable considerar que la implementación de placas puede influir positiva o negativamente en ambos sistemas estructurales.
- Se recomienda complementar siempre con un análisis de costos unitarios, ayudan mucho a entender no solo que sistema es mejor estructuralmente sino también cual es mas económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Analuca Avila, R. P. (2021). *Vulnerabilidad Sísmica De Las Edificaciones De Concreto Armado Del Barrio “El Triunfo” Norte De Quito, Parroquia De Cochapamba, Cantón Quito – Ecuador*. Universidad Internacional SEK.
- Arthur H. Nilson. (1994). *Estructuras de Concreto Reforzado, Séptima Edición*. D.F. EDITORIAL LIMUSA.
- Asto Garcia, O. K. (2020). *Comportamiento estructural de losas macizas de concreto reforzadas con varillas de basalto*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Blanco Blasco, Antonio . (2011). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. PRINCE LINESS.
- Boroschek, R. (2009). *Dinámica avanzada de estructural*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Braja M Das. (2018). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* . CENGAGE Learning.
- Cuayla Vizcarra, K. V, y Pupi Sonco, D. B. (2021). *Diseño de una losa de concreto armado para mejorar la funcionalidad de una edificación de grandes luces con el Sistema Waffle - 2021*. Universidad Privada de Tacna.
- Cuevas N. A. (2021). *Evaluación numérica del comportamiento sísmico de edificaciones de muros delgados de concreto reforzado representativas del diseño y construcción en Colombia*. Universidad del Valle.

- Flores Mena, E. A. (2018). *Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi*. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.)*. México D.F: McGraw-Hill.
- Herrera, C. (2019). *Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta*. Meta-Colombia: Universidad Santo Tomás Villavicencio.
- Nina Hañari, R. A. (2019). *Diseño estructural en concreto armado de un edificio de ocho niveles y un semisótano*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Piralla Meli Roberto . (2016). *Diseño Estructural*. LIMUSA NORIEGA EDITORES.
- RNE. (2018). *NORMA E.050*. Lima-Perú.
- RNE. (2019). *NORMA E.020*. NORMA E.020:  
<https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- RNE. (2019). *NORMA E.030*. NORMA E.030:  
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
- RNE. (2019). *NORMA E.060*. NORMA E.060:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)

RNE. (2019). *NORMA E070*. NORMA E070:

<https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>

Rodríguez Chavarry, A. N. (2015). *Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas*. Universidad Nacional de cajamarca.

Villarreal Castro, G. (2009). *Análisis Estructural* . ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES.

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Gómez Inoce, A. (2024). *Comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

---

**TÍTULO: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023**

---

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo determinar el comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023?</p> <p><b>Problema específico:</b> • ¿Cómo describir el proceso de análisis sismorresistente entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?  • ¿Cómo establecer las ventajas y desventajas entre losas aligeradas bidireccionales y las</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar el comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> •Describir el proceso de análisis sismorresistente entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.  •Establecer las ventajas y desventajas entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Hi: Las losas macizas presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>H0: Las losas macizas no presentan mejor comportamiento estructural de entrepiso que las losas aligeradas bidireccional mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Comportamiento de estructural de entrepiso</p> <p><b>Variable independiente:</b> Análisis estructural</p>	<p><b>Enfoque</b> Será cuantitativo</p> <p><b>Alcance o nivel</b> El alcance de la tesis es correlacional.</p> <p><b>Diseño</b> Es no experimental</p>	<p><b>Población</b> En la tesis se consideró como población todos los edificios de 5 niveles ubicado en Av. Los sauces de los Portales, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p><b>Muestra</b> En la presente tesis se consideró como muestra al edificio de 5 niveles ubicado en Av. Los sauces de los Portales, Amarilis - Huánuco -2023.</p>

---

losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?

• ¿Cómo establecer los costos económicos entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?

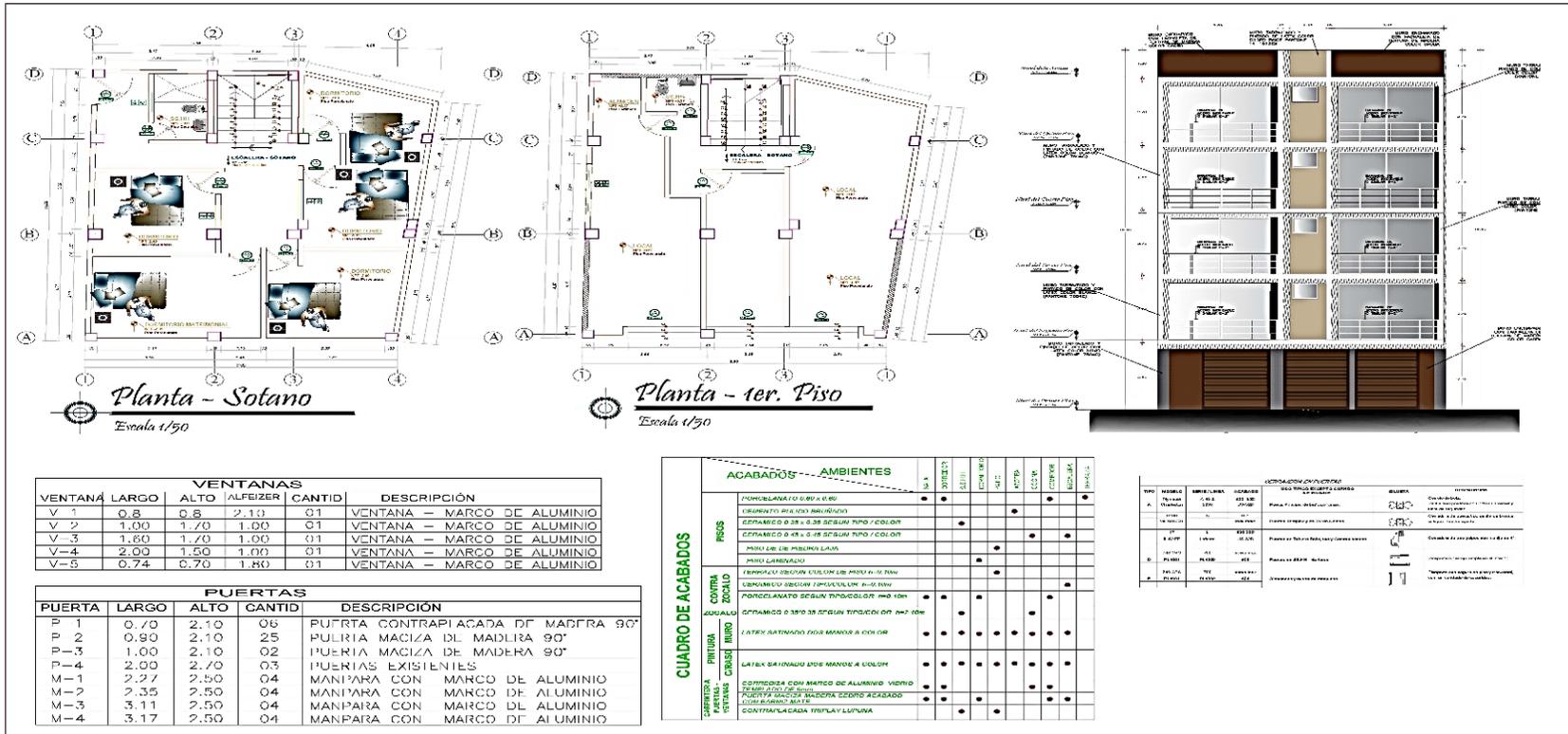
análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

•Establecer los costos económicos entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas mediante el análisis estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

---

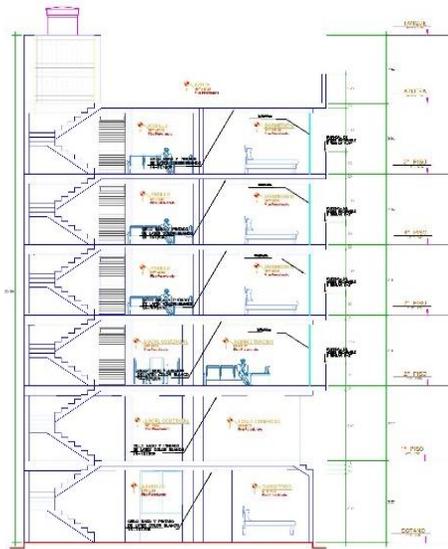


## ANEXO 3 PLANOS ARQUITECTONICO

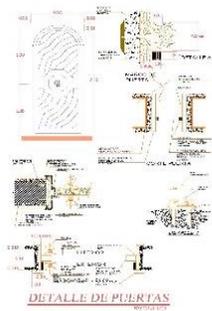






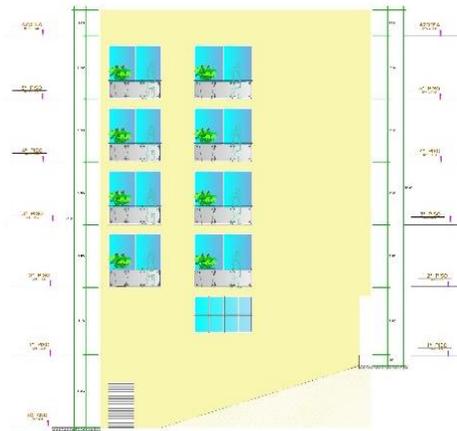


**CORTE 1-1**  
Escala 1/50

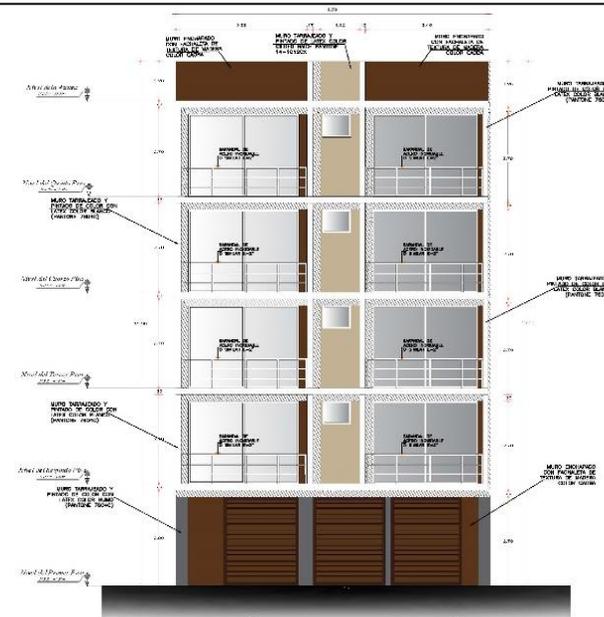


**ACCESORIOS DE PUERTAS Y VENTANAS**

1181. Perfil con seguro de presiones entre estado, las llaves y mano para 8 mm.	1201. Perfil de homogeneidad de aluminio.
5110. Fijación simple de un cristal al piso, hecho a mano.	4110. Uso de rubanes y ligeros de un cristal.
4181. Zanca para puerta batiente.	4210. Uso de rubanes y ligeros de dos cristales.
7100. Zanca para unidad fija de rampa.	8210. Unión de dos cristales.
2210. Sistema simple al viento, en ventanas balcones.	8281. Unión de dos rubanes con ligeros simple al piso, hecho a mano.
	8010. Base de estación térmica.



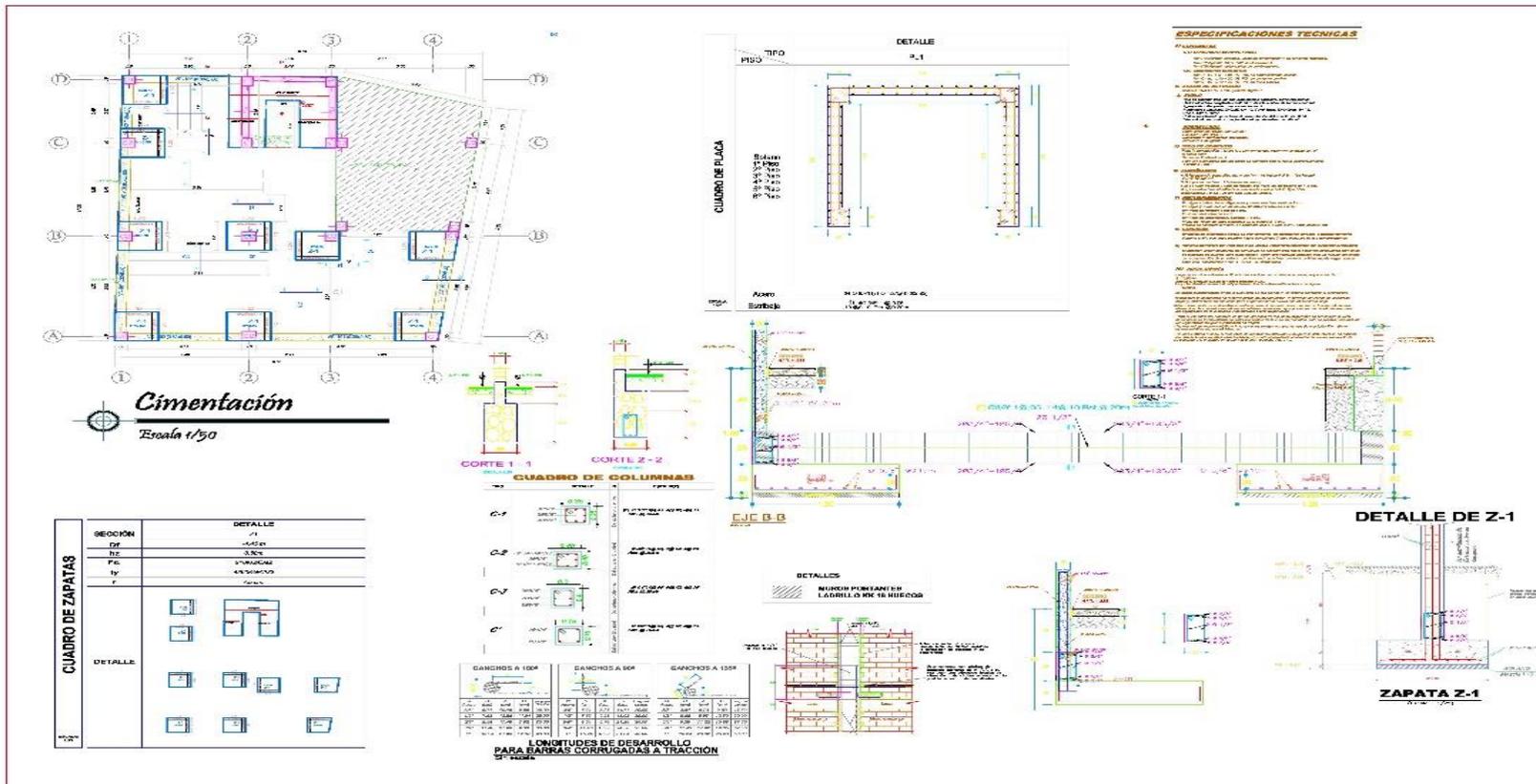
**Elevación Lateral**  
Escala 1/50

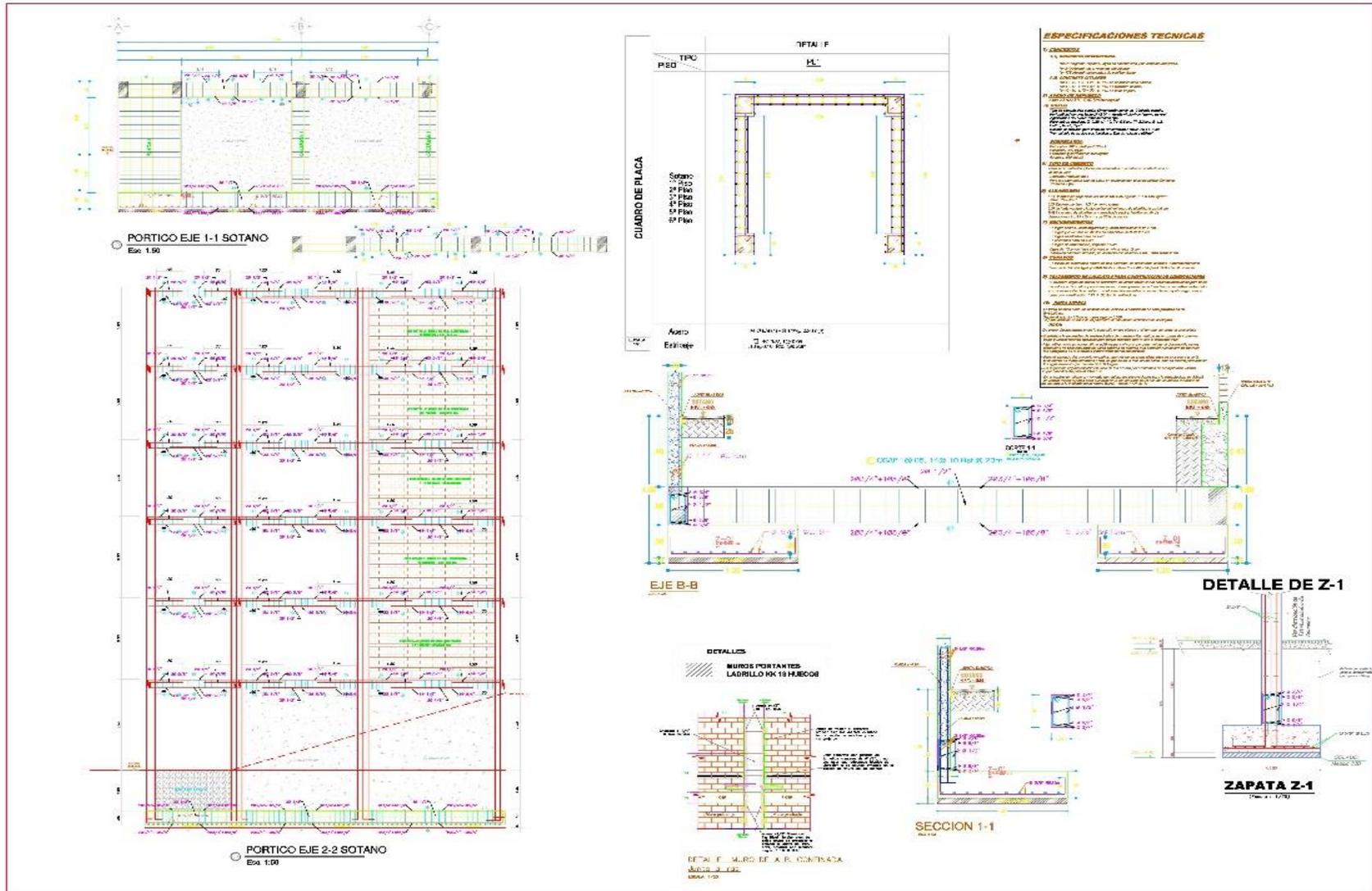


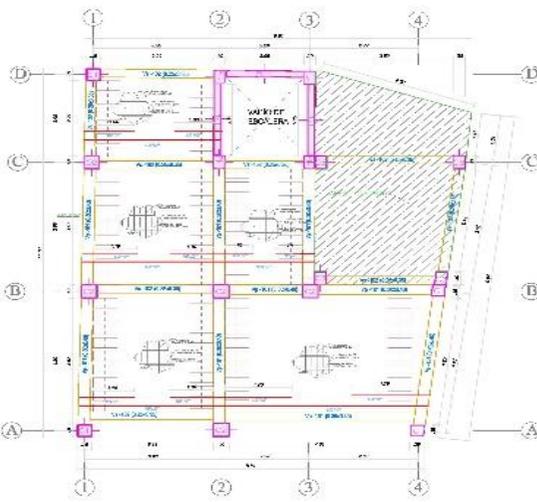
**Elevación principal**  
Escala 1/50

MATERIAL		CANTIDAD		CONTRATACION DE PUERTAS		DETALLE		REMARKS	
PUERTA	3.00	150.00	150.00	PUERTA	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
VENTANA	6.00	300.00	300.00	VENTANA	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
ALUMINIO	10.00	500.00	500.00	ALUMINIO	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
VIDRIO	12.00	600.00	600.00	VIDRIO	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
ACABADO	15.00	750.00	750.00	ACABADO	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00
PUERTA	18.00	900.00	900.00	PUERTA	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
VENTANA	21.00	1050.00	1050.00	VENTANA	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00	1050.00
ALUMINIO	24.00	1200.00	1200.00	ALUMINIO	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
VIDRIO	27.00	1350.00	1350.00	VIDRIO	1350.00	1350.00	1350.00	1350.00	1350.00
ACABADO	30.00	1500.00	1500.00	ACABADO	1500.00	1500.00	1500.00	1500.00	1500.00

## ANEXO 4 PLANO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

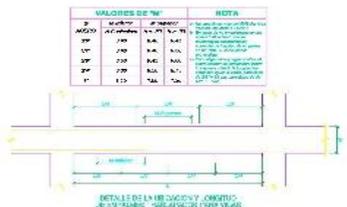




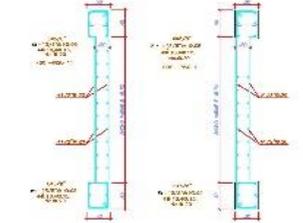


**Aligerado - Sótano**  
Escala 1/50

TABLEROS Y BORDADOS		BORDOS	
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100



**DETALLE MURO DE SOTANO**



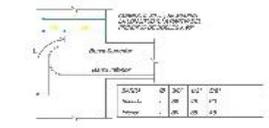
**CUADRO DE COLUMNAS**

REF.	VISTA	NOTAS
C-1	VISTA I	...
C-2	VISTA II	...
C-3	VISTA III	...
C-4	VISTA IV	...

**CUADRO DE VIGAS**

VIGA	ACCIÓN I	ACCIÓN II	ESPESOR
V-1	...	...	...
V-2	...	...	...
V-3	...	...	...
V-4	...	...	...

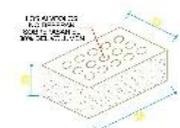
**DETALLES**  
MURD PORTANTES  
LADRILLO K18 MUJECOS



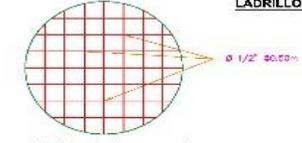
**DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo) SIN ESCALA**



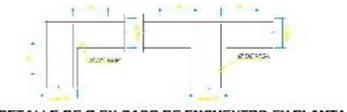
**DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA COLUMNA**  
Sin escala.



**LADRILLO TIPO IV**



**detalles de losa maciza**



**DETALLE DE Ø EN CASO DE ENCUENTRO EN PLANTA**  
Sin escala

**DETALLE TÍPICO ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA**



**DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO h=0.20m**  
Sin escala

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

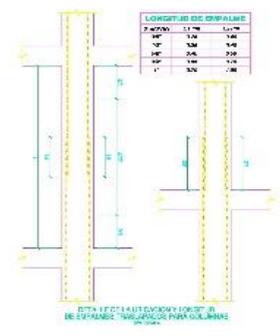
**1. MATERIALES**  
1.1. HORMIGÓN: ...  
1.2. ACERO: ...  
1.3. LADRILLO: ...  
1.4. ...

**2. OBRAS**  
2.1. ...  
2.2. ...  
2.3. ...

**3. EJECUCIÓN**  
3.1. ...  
3.2. ...  
3.3. ...

**4. CONTROL DE CALIDAD**  
4.1. ...  
4.2. ...  
4.3. ...

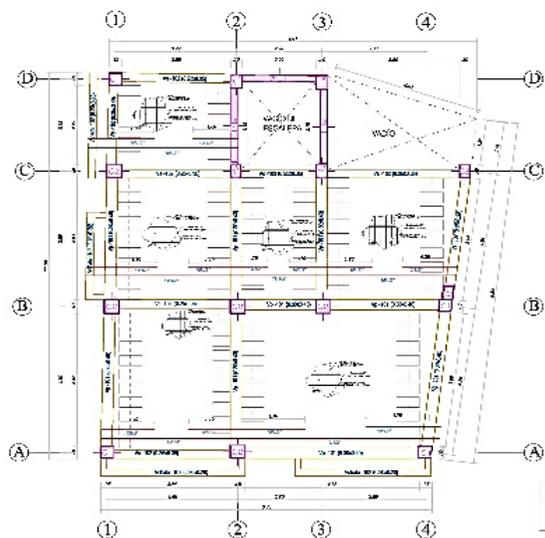
**5. OBRAS FINALES**  
5.1. ...  
5.2. ...  
5.3. ...



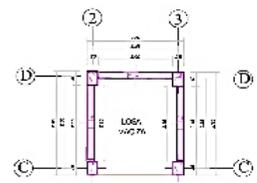
**LONGITUD DE BARRAS**

ESPAESOR	LONGITUD
10	1.00
12	1.10
15	1.20
20	1.40





**Aligerado- 2do. a 5to Piso**  
Escala 1/50



**Losa maciza - tanque elevado**  
Escala 1/50

**CUADRO DE COLUMNAS**

TIPO	SEÑAL	DETALLE
C-1	0.30	Detalle de columna con viga
C-2	0.40	Detalle de columna con viga
C-3	0.50	Detalle de columna con viga
C-4	0.60	Detalle de columna con viga

**CUADRO DE VIGAS**

VIGA	ACCION	ALICATA	ESTRIBOS
V-1	1.00	1.00	1.00
V-2	1.00	1.00	1.00
V-3	1.00	1.00	1.00
V-4	1.00	1.00	1.00

**DETALLES**  
MUROS PORTANTES  
LADRILLO KX 18 HUECOS



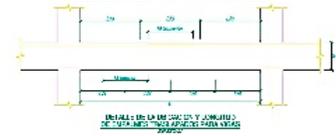
LONGITUD DE DESARROLLO  
DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo)  
SIN ESCALA

**TRABAPES Y EMPALME**

TIPO	SEÑAL	DETALLE
T-1	0.30	Detalle de trabaje
T-2	0.40	Detalle de trabaje
T-3	0.50	Detalle de trabaje
T-4	0.60	Detalle de trabaje

**VALORES DE W**

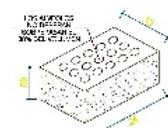
W	SEÑAL	DETALLE
W-1	0.30	Detalle de W
W-2	0.40	Detalle de W
W-3	0.50	Detalle de W
W-4	0.60	Detalle de W



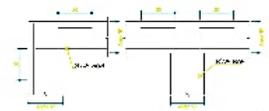
DETALLE DE LA INTERSECCION Y ANCLAJE DE LAS ARMATURAS PARA VIGAS



**DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA-COLUMNA**  
Sin escala

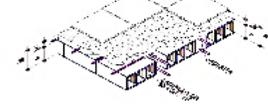


**LADRILLO TIPO IV**



**DETALLE DE Ø EN GABO DE ENCUENTRO EN PLANTA**  
Sin escala

**DETALLE TIPICO ISOMETRICO LOSA ALIGERADA**



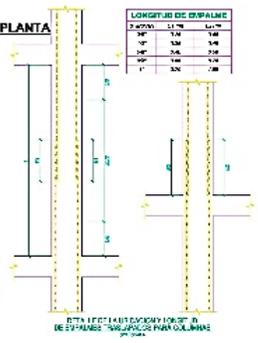
**DETALLE TIPICO DE ALIGERADO h=0.20m**  
Sin escala

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

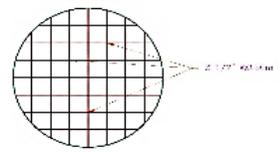
**1. GENERALIDADES**  
1.1. El presente proyecto de obra civil, tiene por objeto la construcción de un edificio de departamentos de 5 pisos, con un área total de 10,000 m<sup>2</sup>, ubicado en la ciudad de Bogotá, D.C., Colombia.  
1.2. El presente proyecto de obra civil, está conformado por los planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas, sanitarias y de agua fría y caliente.  
1.3. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las normas técnicas colombianas vigentes en la materia.  
1.4. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
**2. MATERIALES**  
2.1. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
2.2. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
2.3. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
**3. EJECUCION**  
3.1. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
3.2. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
3.3. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
**4. CONTROL DE CALIDAD**  
4.1. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
4.2. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
4.3. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
**5. OBRAS DE OBRAS**  
5.1. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
5.2. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.  
5.3. El presente proyecto de obra civil, está sujeto a las especificaciones técnicas de los materiales y equipos que se detallan a continuación.

**LONGITUD DE EMPALME**

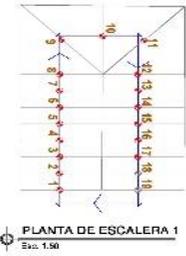
TIPO	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
Ø	1.00	1.00



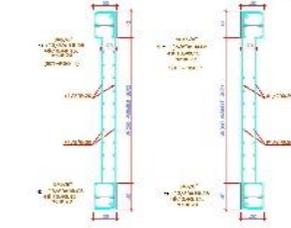
**ETA LEVANTAMIENTO DE LOSA DE EMPALME PARA COLUMNAS**



**detalles de losa maciza**



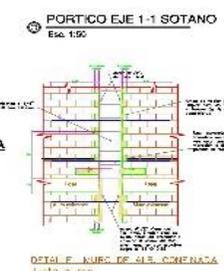
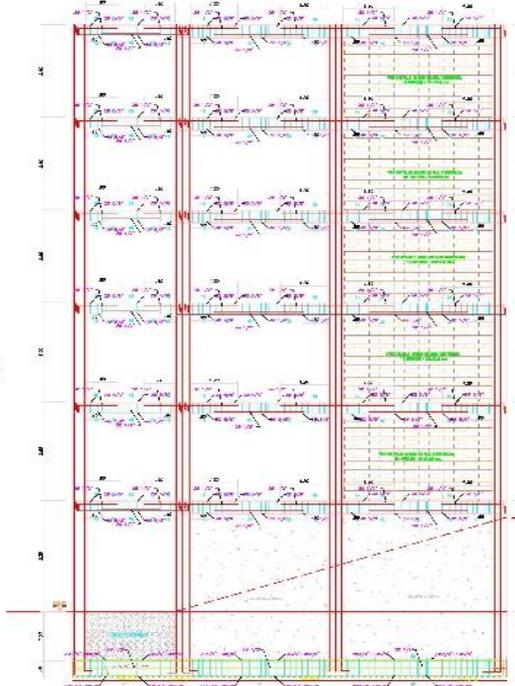
**DETALLE MURO DE SOTANO**



**DETALLE DE Ø EN CASO DE ENCUENTRO EN PLANTA**

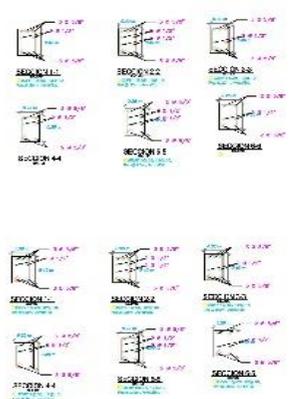
LONGITUDES DE DESARROLLO PARA BARRAS CORRUGADAS A TRACCIÓN

BANCHOS A 180°		BANCHOS A 90°		BANCHOS A 135°	
Ø	LD	Ø	LD	Ø	LD
10	150	10	150	10	150
12	180	12	180	12	180
14	210	14	210	14	210
16	240	16	240	16	240
18	270	18	270	18	270
20	300	20	300	20	300
22	330	22	330	22	330
24	360	24	360	24	360
26	390	26	390	26	390
28	420	28	420	28	420
30	450	30	450	30	450



**CUADRO DE COLUMNAS**

TIPO	SECCION	ANCHO	ALTO
C-1	30x30	300	300
C-2	30x30	300	300
C-3	30x30	300	300
C-4	30x30	300	300



**CUADRO DE PASOS**

TIPO	SECCION	ANCHO	ALTO
P-1	30x30	300	300
P-2	30x30	300	300
P-3	30x30	300	300
P-4	30x30	300	300



## ANEXO 5

### PANEL FOTOGRAFICO DEL LUGAR DE ESTUDIO



Al momento de llegar al terreno, se preparó el equipo para el levantamiento topográfico. Se comenzó armado el trípode, asegurándose de que estuviera estable y nivelado. Luego, con meticulosidad, se colocó el nivel sobre el trípode, ajustando cada pata para garantizar su estabilidad y precisión.

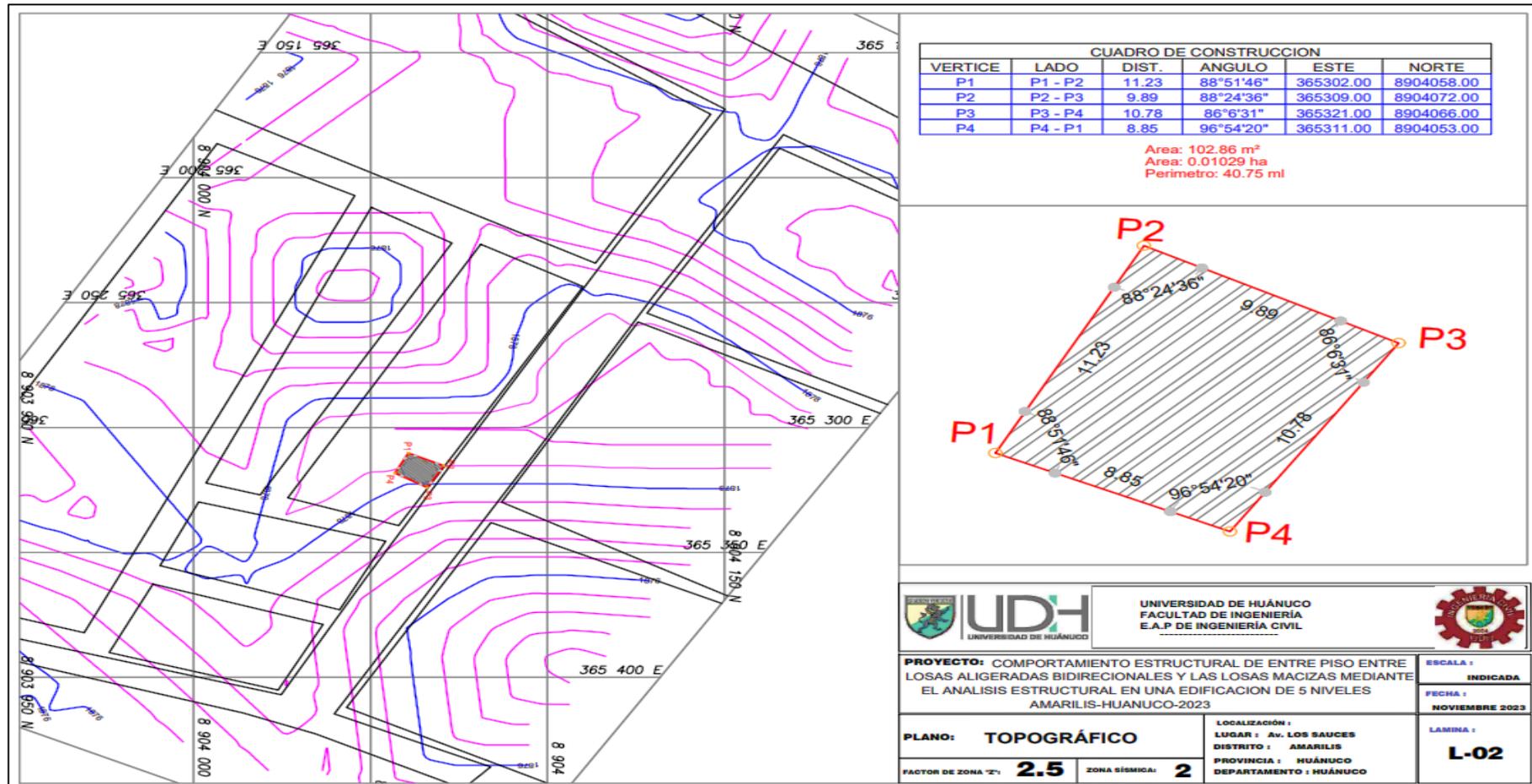


Una vez que todo estuvo correctamente configurado, se procedió a enfocarse en las mediciones, asegurándose de que el nivel estaba alineado para obtener lecturas exactas del terreno desde diferentes puntos. Un punto muy importante fue que cada ajuste y lectura fueron meticulosamente anotados en el cuaderno de campo, asegurándose de que cada detalle fuera registrado para un análisis detallado posterior.



Para obtener las dimensiones precisas del terreno, se utiliza una wincha. Las mediciones con la wincha permitieron registrar las distancias lineales entre puntos específicos, lo fue esencial para crear un plano detallado del terreno.

## ANEXO 6 PLANO TOPOGRAFICO



**ANEXO 7**  
**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO**

**INFORME TECNICO Y ESTUDIO DE  
SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



**PROYECTO:**  
**“COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO  
ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y  
LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS  
ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5  
NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023”**

**SOLICITA:**

**ALMENDRA MISHHELL GÓMEZ INOCENTE**

**UBICACIÓN:**

**DIRECCION : AV. LOS SAUCES DE LOS PORTALES.  
DISTRITO : AMARILIS  
PROVINCIA : HUANUCO  
REGIÓN : HUANUCO**

**EJECUTADO:**

**LABORTEC E.I.R.L.**

**ESPECIALISTA:**

**ING. ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA**

**NOVIEMBRE DEL 2023**



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	3
1.1	OBJETIVOS.....	3
1.1.1	Características estructurales de la obra a cimentar:.....	3
1.2	CARTOGRAFÍA UTILIZADA.....	5
1.3	METODOLOGÍA.....	6
1.4	UBICACIÓN.....	6
1.5	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA OBRA A CIMENTAR:.....	9
2	GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO.....	9
2.1	GEOLOGIA.....	9
2.2	SISMICIDAD.....	11
3	INVESTIGACIONES EN CAMPO.....	13
3.1	METODOLOGIA.....	13
3.2	MUESTREO DE SUELOS.....	15
4	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	19
4.1	ENSAYOS ESTÁNDAR.....	19
5	PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.....	19
6	ANÁLISIS DE LA CIMENTACION.....	20
6.1	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.....	20
6.2	TIPO DE CIMENTACIÓN.....	20
6.2.1	Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C – 01 - M1.....	20
6.3	CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS.....	23
6.3.1	Cálculo de Asentamientos C-01.....	24
7	AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN.....	26
8	CALCULO DE COEFICIENTE BALASTO.....	26
9	TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LOSAS DE PISOS INTERIORES.....	27
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
11	RESUMEN DE VALORES Y PARAMETROS.....	29



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## INFORME TECNICO

### 1 INTRODUCCION

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo para la evaluación geotécnica del proyecto: **"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**.

Ubicado en la Av. Los sauces de los Portales, del Distrito Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco; para determinar las características físico-mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño de la estructura.

Dichos parámetros son: profundidad, tipo de cimentación, capacidad portante admisible del terreno adoptado como suelo de cimentación, pautas generales de diseño y construcción en relación con los suelos

#### 1.1 OBJETIVOS

El objetivo general del Estudio de Suelos y análisis de la configuración estratigráfica del proyecto: **"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**, es realizar la prospección geológica-geotécnica del área en estudios, a fin de determinar las características físico-mecánicas, químicas de los suelos y la profundidad del nivel freático, también determinar la estratigrafía general del terreno.

Son objetivos específicos del estudio:

- ✓ Inferir el perfil estratigráfico del suelo, con la finalidad de auscultar el tipo de terreno o material; y realizar el muestreo correspondiente.
- ✓ Determinar, en campo y laboratorio, las características físico-mecánicas de las muestras de suelos área del proyecto.
- ✓ Interpretar resultados y recomendar o definir, la capacidad portante de las estructuras a realizar.

##### 1.1.1 Características estructurales de la obra a cimentar:

Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del Estudio de Mecánica de Suelos, las edificaciones serán calificadas, según la Tabla 1, donde I, II y III designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II y éste que el III.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**TABLA 01 - TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN**

TIPO DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (m)	N° DE PISOS (INCLUIDOS SOTANOS)			
		< 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	<12	III	III	III	II
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	<12	II	I	-	-
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	<10	I	-	-	-
BASE DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	I	I	I
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	II	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	>10	III	III	III	II

\*Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.

Fuente E-50

Por información proporcionada por el "Solicitante" el proyecto presenta las siguientes características:

- número de pisos = 5
- Estructura: Elementos estructurales de concreto armado, pórticos, albañilería.

Por lo que la edificación califica en una categoría "III"

Tabla 02 - Número de puntos de investigación	
Tipo de edificación	Números de puntos de investigación (n)
I	Uno por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada
II	Uno por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada
III	Uno por cada 900 m <sup>2</sup> de área techada
IV	Uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente E-50

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, n se determinará en función del área techada en planta del primer piso de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determinará en función del área total del terreno.

Sabiendo que la estructura se encuentra dentro de una clasificación "III" se tiene que el número de calicatas será de 1 cada 900 m<sup>2</sup> a investigar.

Por información proporcionada por el Solicitante a cargo del proyecto se tiene que el área total de proyecto es de 120 m<sup>2</sup>.

Numero de calicatas =  $120 \text{ m}^2 / 900 \text{ m}^2 = 0.13$  calicatas

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eirj@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

  
LABORTEC Ing. Elío A. Sotoca Cabrera  
CIP N° 306822





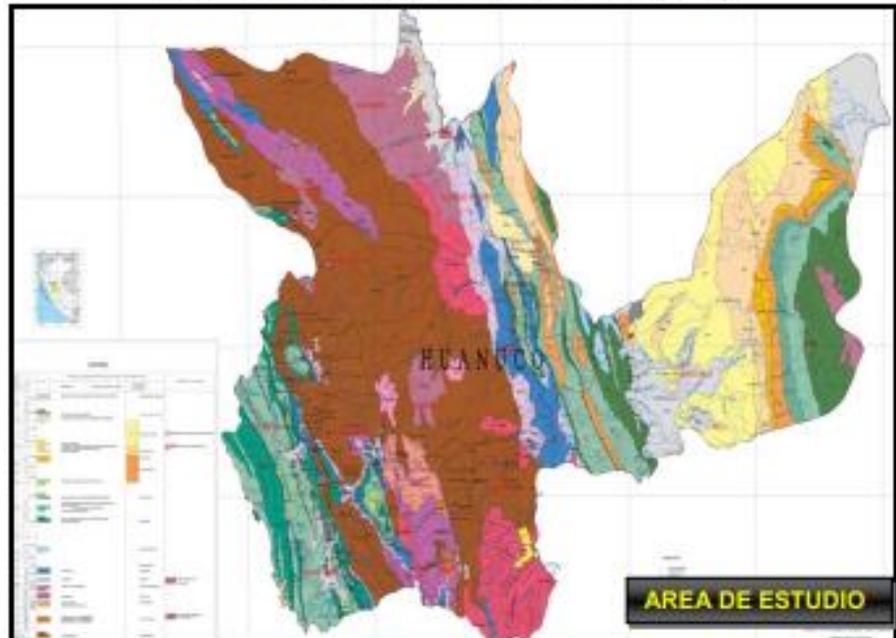
**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

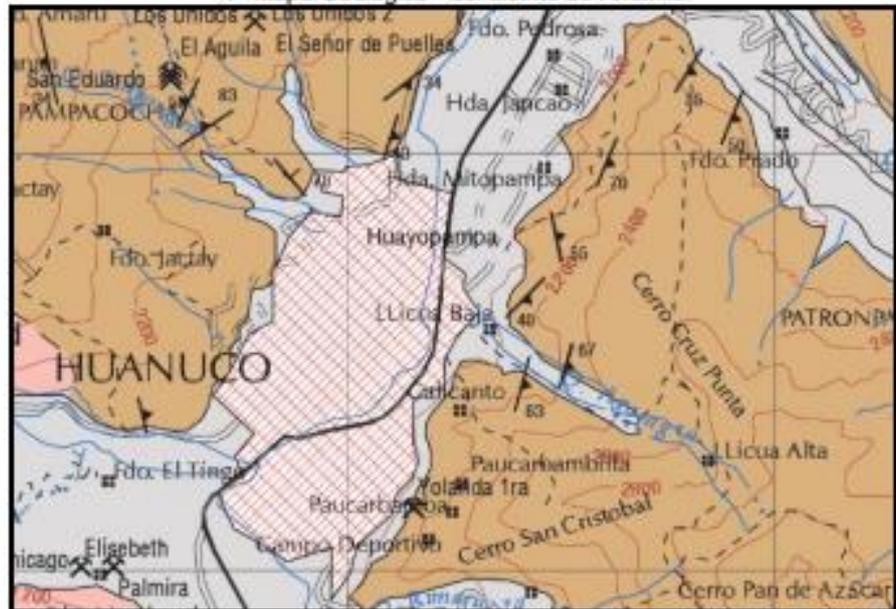


## 1.2 CARTOGRAFÍA UTILIZADA

♦ Geología del Cuadrángulo de Huánuco - INGEMMET.



♦ Mapa Geológico - del distrito de Amarilis



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : labortec\_ein@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 308822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 1.3 METODOLOGÍA

El programa de trabajo consistió en:

- ✦ Recopilación y evaluación de la información existente.
- ✦ Prospección geológica – geotécnica de la zona.
- ✦ Ubicación y ejecución de calicatas o pozos exploratorios.
- ✦ Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- ✦ Realización de ensayos de campo y laboratorio.
- ✦ Análisis y evaluación de la información recopilada - determinación del perfil estratigráfico.
- ✦ Trabajo de gabinete. Elaboración del Informe.

### 1.4 UBICACIÓN

De manera cardinal se encuentra localizado en la parte Centro-Sur de la provincia. La ciudad capital «Paucarbamba» está a 1,910 m.s.n.m., en la margen derecha del río Huallaga, que físicamente divide el distrito de «Amarilis» con el de Huánuco y su curso es de Sur a Norte.

Mapa Vial - del Distrito de Amarilis



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962967000  
E-mail : Labortec\_ari@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Sapeña Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**

LIMITADO (FORMA ESPECIALIZADA)  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El distrito de Amarilis presenta los siguientes límites:

Por el Norte con el Distrito de Santa María del Valle.

Por el Sur con el distrito de Conchamarca.

Por el Oeste con los distritos de Huánuco y Pillco Marca.

Por el Este, con el distrito de Molino.

Se dio nacimiento por Ley N° 23419 del 01-06-1982, como distrito Metropolitano amarilense, con su capital la ciudad de Paucarbamba.

Su crónica comienza con la *toma de tierras* de Paucarbamba, el 28 de agosto de 1,963, cerca de cuatro mil personas aprox. 815 familias, acaudillado por el Sec. Gral. Don Julio Alejandro Hurtado *el querubín sindicalista*; Francisco Bernardo Dueñas (Sec. de Actas y Archivos); *el jurisconsulto* Jorge Espinoza Egoávil (Asesor) y otros. La ocupación se dio en tres grupos a horas de la madrugada, el primer grupo formado por los residentes de Las Moras y Huallayco, cruzaron el río Huallaga por el puente de Huayopampa; el segundo grupo integrado por los moradores del centro de la ciudad y cercado por el puente Calicanto y el tercer grupo por los vecinos de San Juan, San Pedro, Laguna Viña del Río que pasaron por el puente San Sebastián; los primeros en arribar fue el tercer grupo que prendieron cohetes en señal de haber logrado el objetivo, de esta manera invadieron la ex-hacienda de la familia Echevarría.

Ya en 1,965 se inició la solicitud de creación del distrito; 1,969 se organiza la Asociación de Pobladores de Paucarbamba; 1,974 SINAMOS, reconoce a la Urbanización de Paucarbamba; 1,975, lo hace la EMADI-PERU; de 10-08-1,976 se reactivó el proyecto de creación del distrito, que se comenzó en 1,965; asimismo en 1,979 se crea la 1ra. Agencia Municipal de la Urbanización de Paucarbamba; e incluso el 12 de enero de 1,980, se produce la invasión al sector de San Luis, conformándose los sectores: Jesús Alberto Páez, César Vallejo, Violeta Correa de Belaúnde y Javier Heraud. En fin, el 01-06-1,982, el gobierno del Presidente Fernando Belaúnde Terry promulga la Ley N°23419, que crea el distrito de Amarilis.

El distrito de Huánuco tiene una extensión territorial de 138,15 km<sup>2</sup>.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eiri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC  
Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Vista satelital del área de estudios



Por lo que su ubicación del distrito de Amarilis según el Dr. Javier Pulgar Vidal, corresponde a la región:

**Región Yunga Pluvial**

El Distrito se encuentra ubicada en esta región natural por encontrarse a 1910 m.s.n.m. ya que esta región natural está entre los 500 msnm hasta los 2,300 msnm en los Andes centrales.

Esta región está constituida por las zonas más bajas de los andes en las que podemos observar valles muy estrechos y a la vez profundos. Además, encontramos empinados contrafuertes andinos, que se caracterizan por su escasa vegetación y su clima cálido, aunque ligeramente húmedo y con escasa lluvias durante los meses de verano. Yunga significa "valle cálido".

Por su clima primaveral, de radiante sol durante todo el año, la región Yunga es una zona eminentemente frutícola, en donde predomina el cultivo del pacaé, la guayaba, el pepino, la chirimoya, los manzanos, etc.

El clima de la Yunga es templado y seco. La temperatura media fluctúa entre los 11°C y 23°C, es Moderadamente Frígido lluvioso (Cw – clasificación realizada por W. Köppen). El invierno es húmedo, frígido, y caldas de lluvias.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrea  
CIP N° 306822

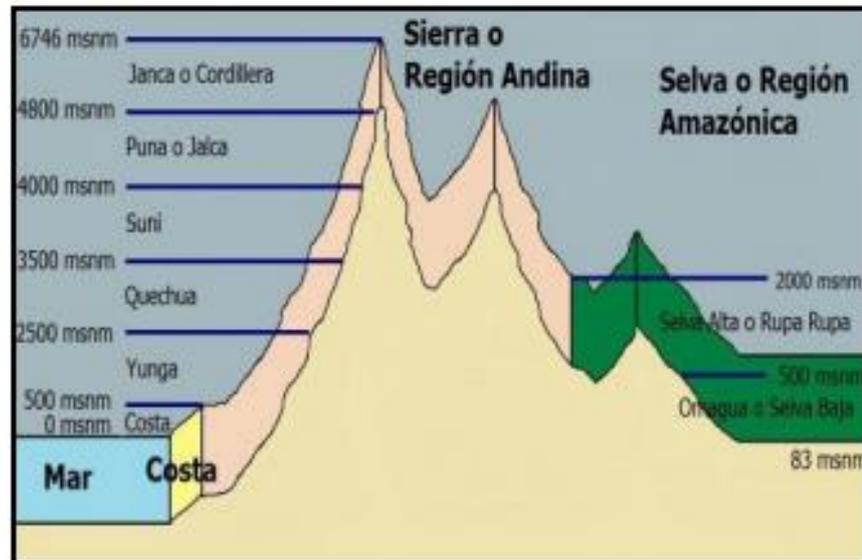


**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### REGIONES NATURALES DEL PERU



#### 1.5 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA OBRA A CIMENTAR:

Los tipos de edificaciones A, B y C designa la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo.

Con los datos proporcionados por el proyectista se clasifico como Tipo A, clasificada como estructuras especiales el cual determina el número de sondajes en función al tipo de estructura y del área de la superficie a ocupar, indicando 1 (sondaje) por cada 225m<sup>2</sup>. A investigar.

#### 2 GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

##### 2.1 GEOLOGIA

La Geología actual del área de estudio es producto de millones de años de desarrollo y modificaciones a lo largo de diferentes procesos y la geodinámica externa como son los deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, por efecto aluvial y eólico sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han moldeado el rasgo morfoestructural del área en estudio donde se ubica el proyecto.

Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización de las rocas sedimentarias y metamórficas de la era Cenozoica del periodo Cuaternario de la época del Pleistoceno y recientes de los depósitos Aluviales que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
telular : 962987000  
e-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### **Depósitos Aluviales (Qh – al)**

Estos depósitos están conformados por conglomerados polimicticos deleznales, con clastos de diferente tamaño, unidos por una matriz areno-arcillosa. Estos depósitos se acumulan en ambas márgenes de los valles y quebradas anexas.

Estas acumulaciones son reconocidas en el río Huallaga y en el río Higuera, ambos situados al sur del área de estudio.

Las rocas intrusivas que se presentan en el área estudiada han sido subdivididas en: Batolito de Higuera, Plutón de Chacamarca y Plutón de Tres alcantarillas. Estos cuerpos han recristalizado a las rocas encajonantes, principalmente a los esquistos metamórficos.

Su composición varía desde granodioritas, tonalitas, dioritas hasta adamelitas.

En algunos casos, se presentan ciertas deformaciones por la actividad tectónica que afectó el área. Esta deformación se observa en el Plutón de Chacamarca y Tres Alcantarillas.

#### **Complejo Marañón (PE – e)**

Las rocas más antiguas aflorantes en la región de Huánuco corresponden al "Complejo del Marañón" descritas por WILSON. J. y REYES L. (1964) en el cuadrángulo de Patay, y por DALMAYRAC, B. (1977).

La exposición de este complejo en el área de estudio ocupa el 70% de su superficie, siendo reconocida principalmente en las rutas Ambo-Huánuco, Huánuco - Hda Shismay, Huánuco – Macha y Huánuco – Huallanca, en forma sectorizada al Norte y Sur de la carretera a pampas donde es intrusada en gran parte por el Batolito de Higuera. Otras ocurrencias son observadas al NE de la Localidad de Tantacoto.

Litológicamente, el Complejo del Marañón se encuentra conformado por esquistos y gneises

Se usó para esta informe información del INGEMMET - cuadrante 20 – k – Huánuco.

#### **LITOESTRATIGRAFÍA**

Las áreas en estudio de los estratos están claramente divididas y se debe a la desintegración que se encontraba hace muchos millones de años, las cuales fueron transportadas por diversos factores aluviales y fluviales. Así mismo, la erosión, dándole la configuración actual de su relieve.

Se usó para esta informe información del INGEMMET - cuadrante 20 – k – Huánuco.

eción: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
ular : 962987000  
mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
portante: La autenticidad de este informe  
sta es certificada mediante el código QR



Ing. Elio A. Sampedro Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



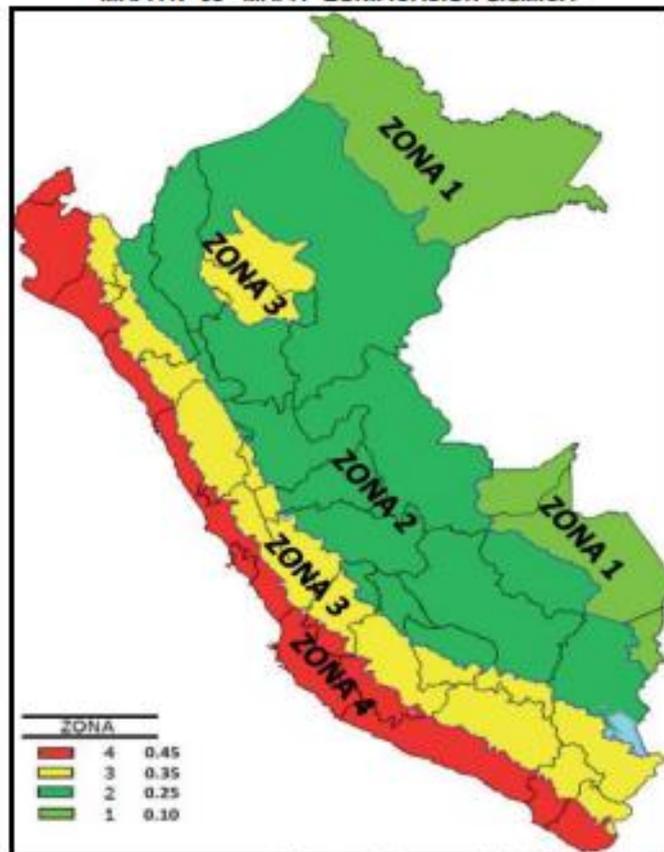
TABLA 03 - LEYENDA DEL MAPA GEOLOGICO	
SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS
	FAJA SUBANDINA Y LLANURA AMAZONICA
Qh al	DEPOSITO ALUVIALES
PE e	COMPLEJO MARAÑON

↳ Leyenda del mapa geológico del Departamento Huánuco -, INGEMMET.

## 2.2 SISMICIDAD

Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser asísmicos. Por estudio de sitio similares a la micro zonificación, este terreno está ubicada en la **Zona 2**, con factor de zona **Z 0.25**, con el cual serán calculados los parámetros de diseño.

MAPA N° 05 - MAPA - ZONIFICACIÓN SISMICA



\*Fuente - E-30

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Teléfono : 962987000  
E-mail : Labortec\_siri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Sauerza Cabrera  
CIP N° 308822



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Según los Mapas de Zonificación Sísmicas y Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo – Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones E – 030, el Distrito Amarillis, Provincia y Departamento de Huánuco se encuentra comprendida en la Zona 2 correspondiéndole una sismicidad de intensidad fuerte a Muy fuerte y de grado VI a VII en la escala Mercalli Modificada.

**Cuadro N° 01 - PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE**

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno, clasificaremos a los suelos como tipo 1 (S<sub>1</sub>) – Roca o suelos muy rígidos y tipo 2 (S<sub>2</sub>) - suelos Intermedios correspondiéndole un valor de S<sub>1</sub> = 1,00 y S<sub>2</sub> = 1,20

**Cuadro N° 02 - FACTOR DE SUELO "S"**

ZONA \ SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
	Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

De acuerdo a las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, La fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

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

Dónde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

S = Factor de suelo

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Teléfono : 962987000  
E-mail : Labortec\_eiri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
LABORTEC Ing. Elío A. Sasavedra Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



C = Coeficiente sísmico

P = Peso de la edificación

R = Coeficiente de reducción

El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura (T), y del período predominante de vibración del perfil del suelo TL(s) = 2.5 y 2.0 recomendándose para este último un valor de TP(s) = 0.4 y 0.6 segundos.

**Cuadro N° 03- PERIODOS "T<sub>p</sub> Y T<sub>L</sub>"**

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

El Coeficiente de Reducción se estima en R = 7,5. Si consideramos un edificio de 03 niveles como máximo el valor T es aproximadamente 0,3 seg. Luego el factor de ampliación sísmica que es la respuesta estructural a la aceleración del suelo, se puede estimar en: C = 2,5.

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right) ; C < 2,5$$

T es el período. Como periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.

### 3 INVESTIGACIONES EN CAMPO

#### 3.1 METODOLOGIA

La técnica empleada para el presente estudio está según la NPT 339.162:2018. del reglamento nacional de construcción norma técnica de edificación e.050 suelos y cimentaciones, el profesional responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

**Profundidad "p" mínima a alcanzar en cada punto de investigación.**

Cimentación Superficial. Se determina de la siguiente manera:

EDIFICACION SIN SOTANO:

sección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
teléfono : 962987000  
mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
portante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Rito A. Sasindra Cabrera  
CIP N° 908822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



$$p = Df + Z$$

EDIFICACION CON SOTANO:

$$p = h + Df + Z$$

Dónde:

**Df** = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno o desde el nivel de piso terminado, hasta el fondo de de la cimentación, la que resulte menor. En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y el fondo de la cimentación, excepto en el caso de cimentación con plateas o subsolados.

**h** = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano y la superficie del terreno natural.

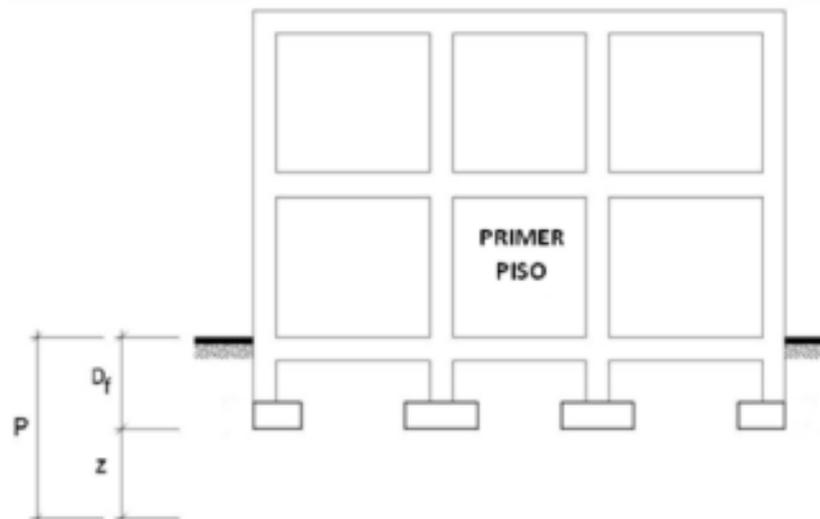
**Z** =  $1,5 B$ ; siendo **B** el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

En el caso de ser ubicado dentro de la profundidad activa de cimentación el estrato resistente típico de la zona, que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación, a juicio y bajo responsabilidad del **PR**, se podrá adoptar una profundidad **z** menor a  $1,5 B$ .

En este caso la profundidad mínima de investigación será la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación no menor a 1 metro.

En ningún caso **p** será menor de 3 metros, excepto si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad **p**, en cuyo caso el **PR** deberá llevar a cabo una verificación de su calidad por un método adecuado.

GRAFICO N° 03 – EDIFICACIÓN SIN SOTANO



Profundidad de Cimentación (Df) en Zapatas Superficiales

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Telular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822

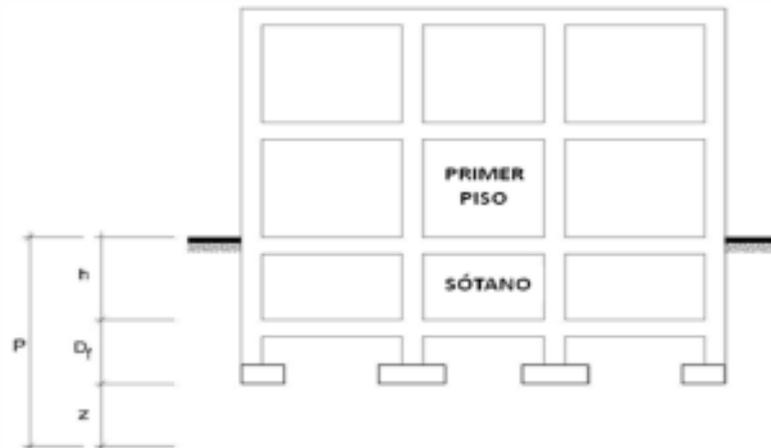


**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



GRAFICO N° 04 – EDIFICACIÓN CON SOTANO



Profundidad de Cimentación ( $D_f$ ) en Zapatas Bajo Sótanos.

Nota: Las zapatas ubicadas en el límite de propiedad no deberán invadir el terreno vecino.

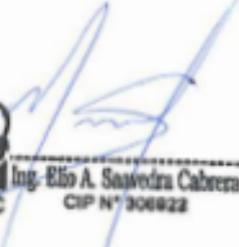
Se excavaron una (01) Calicata o Pozo a cielo abierto, la cual se profundizo hasta un máximo de 4.30 mts. Estos sondajes se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando la ubicación de las diferentes estructuras a construir (colegios, edificios, hospitales, etc.). Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis. De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas, las que convenientemente identificadas con doble tarjeta de registro fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar los ensayos de sus características físicas, llevándose un registro correlativo de muestras, que permitió controlar la procedencia y ubicación de cada muestra.

### 3.2 MUESTREO DE SUELOS

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico.

Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Teléfono : 962987000  
E-mail : Labortec\_eiri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe

  
LABORTEC  
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO (CON ESPECIALIDAD)  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, horizontalmente, de manera transversal al paisaje y, verticalmente, más abajo del perfil del suelo. Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno.

Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración.

El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten.

No existen un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

#### **a) Calicatas**

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones.

La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación, pero es dada, generalmente, por el nivel freático.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

#### **b) Muestra alteradas**

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.

**Muestras en bolsas:** Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Telular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 308822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**c) Muestra inalteradas.**

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha. Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida. Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calicatas, en especial cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad. En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calicata menos expuesta al sol y debe excavarse el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad. No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos. En las calicatas, es posible realizar ensayos en sitio tales como las pruebas de carga con placas, CBR, permeabilidades, medidas de densidad, etc.

Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma. Cada vez que sea necesario realizar un ensayo en sitio en una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación. Es así como la toma de densidades obliga a realizar éstas a medida que la excavación se realiza, o bien es necesario dejar bancos intermedios. El muestreo es tan importante como el ensayo y se deben tomar las precauciones para obtener muestras que exhiban la naturaleza real y condiciones de los suelos que se representan. Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras proyectadas. Dentro de los trabajos exploratorios se realiza una prospección visual manual, para obtener algunos parámetros en campo como son:

- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas.

Ubicación: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Teléfono : 962987000  
Correo : Labortec\_eirj@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
debe ser verificada mediante el código QR

 Ing. Rito A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 308822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.

- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.
- **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.
- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera. La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado. Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetró metro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.
- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelos **LABORTEC** a cargo del *Téc. Elio Augusto Saavedra Cabrera* y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta.

cción: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
ular : 962987000  
mail : [Labortec\\_eiri@hotmail.com](mailto:Labortec_eiri@hotmail.com)  
ortante: La autenticidad de este informe



*Ing. Elio A. Saavedra Cabrera*  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

#### 4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio Técnico especializado en Suelos, Concreto y Asfalto **LABORTEC**, para la realización de los ensayos estándar, para determinar el Angulo de fricción interna de los suelos y la cohesión del mismo, para el cálculo de la capacidad portante.

##### 4.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

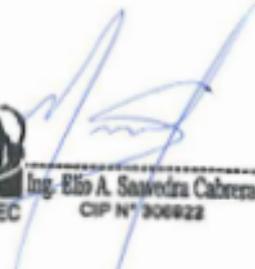
- Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D422)
- Limite Líquido (Norma ASTM D4318)
- Limite Plástico (Norma ASTM D4318)
- Contenido de Humedad (Norma ASTM D2216)
- Peso volumétrico (Norma BS 1377 )
- Densidad Natural (Norma ASTM D1556)4.
- Clasificación SUCS.
- Ensayo de corte directo (ASTM D3080)

#### 5 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las calicatas, luego del estudio obtenido de los records de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

- El terreno estudiado no presenta una diferencia de cotas significativas (anexos perfil estratigráfico).
- Las Excavaciones se realizaron de manera manual hasta encontrar terreno firme.
- De acuerdo al nivel freático no existente en dichas calicatas, los estratos de las mismas varían solo en el contenido de humedad.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eir1@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR

  
**LABORTEC** Ing. Elio A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306922



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### **Calicata C-01**

- De 0.00 a 2.40 m. **M-1 (GW)** – Grava bien graduada con arena

Contenido de Humedad	( % )	6.74
Límite Líquido ( LL )	( % )	21
Límite Plástico ( LP )	( % )	15
Índice Plástico ( IP )	( % )	6
Clasificación (S.U.C.S.)		<b>GW</b>

## **6 ANALISIS DE LA CIMENTACION**

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, del proyecto: **"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**. Se va a emplear un sistema estructural a porticado y su estructura está conformada por zapatas conectadas mediante vigas de cimentación.

El concepto estructural de las zapatas conectadas consiste en que, las vigas de conexión toman prestada parte de las cargas que trae una columna interior; de tal manera que, si tomamos el centro de la zapata exterior, los momentos hacia la derecha son iguales a los de la izquierda, de esta manera se consigue que las presiones hacia el terreno sean constantes.

### **6.1 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros stratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad:  $D_f = 2.50$  m.

### **6.2 TIPO DE CIMENTACIÓN.**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas se recomienda utilizar una cimentación con zapatas cuadrada e interconectadas mediante vigas de cimientos corridos.

#### **6.2.1 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C – 01 - M1**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eiri@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Sawedra Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic.

De acuerdo a las dimensiones las zapatas corridas empleadas en los sistemas de diseño, se ha considerado un ancho de cimentación de 2.00 m. para la zapata corrida con losa de cimentación.

De acuerdo a lo verificado In Situ, confirmado en Laboratorio, se han obtenido los siguientes valores:

**Ángulo de fricción interna:  $\phi = 28.9^\circ$ , y cohesión  $c = 0.11 \text{ kg/cm}^2$**

Del análisis de los resultados, de la revisión y verificación de los datos de campo y aplicando la experiencia del suscrito en este tipo de suelos, se ha seleccionado como representativa para los cálculos de la capacidad portante los resultados indicados y no se ha considerado el criterio de falla local para los presentes cálculos.

Para los cálculos de la capacidad portante admisible del suelo de fundación, se consideraron las ecuaciones 01 y de Terzaghi, para zapatas cuadradas y cimiento corrido respectivamente.

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma * D_r * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_b = C * N_c + \gamma * D_r * N_q + 0.5 * \gamma * B * N$$

Para estos cálculos se tomó en cuenta que el nivel de cimentación de la estructura proyectada será a 2.50 m de profundidad con respecto al nivel superficial (0,00m).

**a) Zapatas Cuadradas**

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma * D_r * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
teléfono : 962987000  
mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificada mediante el código QR

  
**LABORTEC** Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306622



**b) Zapata Cuadrada**

- Peso volumétrico seco ( $\gamma$ ) = 2.072 ton/m<sup>3</sup>
- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 28.9 °'
- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = **28.9** °'
- Cohesión (c) = 1.10 ton/m<sup>2</sup>
- Ancho de Zapata (B) = 2.00 m.
- Profundidad de cimentación (Df) = 2.50 m.
- Presencia de nivel freático = NO
- Considerando Falla Local = NO
- Factor de seguridad (Fs) = 3.0
- Factores de carga adimensionales :

$$\begin{aligned} N_c' &= 27.73 \\ N_q' &= 16.33 \\ N_\gamma' &= 19.16 \end{aligned}$$

$$q_h = 1.3 * 1.10 * 27.7 + 2.072 * 2.50 * 16.33 + 0.40 * 2.072 * 2.00 * 19.16$$

$$q_h = 39.65 + 84.61 + 31.77$$

$$q_h = ##### \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{#####}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 52.01 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 5.20 \text{ Kg/cm}^2$$

**c) Cimiento Corrido**

Aplicando la fórmula 02 de Terzaghi, para cimiento corrido

- Peso volumétrico seco ( $\gamma$ ) = 2.072 ton/cm<sup>3</sup>
- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 28.9 °'
- Cohesión (c) = 1.10 ton/cm<sup>2</sup>
- Ancho de Zapata (B) = 2.00 m.
- Profundidad de cimentación (Df) = 2.50 m.
- Presencia de nivel freático = SI
- Factor de seguridad (Fs) = 3.0
- Factores de carga adimensionales :

$$\begin{aligned} N_c' &= 27.73 \\ N_q' &= 16.33 \\ N_\gamma' &= 19.16 \end{aligned}$$

$$q_h = 1.10 * 27.7 + 2.072 * 2.50 * 16.33 + 0.50 * 1.072 * 2.00 * 19.2$$

$$q_h = 30.50 + 84.609 + 20.552$$

$$q_h = 135.66 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{135.66}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 45.22 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 4.52 \text{ Kg/cm}^2$$



**TABLA DE RESULTADOS**

El siguiente cuadro muestra los diferentes valores posibles a diferente ancho y profundidad de cimentación de los suelos en el cual se ejecutará el proyecto en estudio.

**Cuadro N° 06**

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm <sup>2</sup> )					
PROFUNDIDAD (m)	PARA ZAPATA CUADRADA				
	ANCHO DE LA BASE (m)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
0.20	2.08	2.34	2.61	2.87	3.14
0.60	2.53	2.79	3.06	3.32	3.59
1.00	2.98	3.24	3.51	3.77	4.04
1.50	3.54	3.81	4.07	4.34	4.60
1.80	3.88	4.15	4.41	4.68	4.94
2.00	4.11	4.37	4.64	4.90	5.17
2.50	4.67	4.94	5.20	5.47	5.73
3.00	5.24	5.50	5.77	6.03	6.30
3.50	5.80	6.06	6.33	6.59	6.86
4.00	6.36	6.63	6.89	7.16	7.42
4.50	6.93	7.19	7.46	7.72	7.99

**6.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS**

**a) Método Elástico para Calculo de Asentamientos Inmediatos**

**CUADRO N° 21. RELACIÓN DE POISSON**

TIPO DE SUELO	u (-)
ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
NO SATURADA	0.1 - 0.3
ARENOSA	0.2 - 0.3
LIMO	0.3 - 0.35
ARENA: DENSA	0.2 - 0.4
DE GRANO GRUESO	0.15
DE GRANO FINO	0.25
ROCA	0.1 - 0.4
LOESS	0.1 - 0.3
HIELO	0.36
CONCRETO	0.15

Fuente: Diseño de Cimentaciones - Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado - Pág. 87



**CUADRO N° 22. FACTOR DE FORMA, LONGITUD ENTRE ANCHO DE CIMENTACIÓN**

FORMA DE ZAPATA	UBICACIÓN	VALORES DE $I_f$ (cm/m)			
		CIM FLEXIBLE			CIM RIGIDA
		CENTRO	ESQ	MEDIO	
RECTANGULAR	L/B = 2	153	77	130	120
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA		112	58	95	82
CIRCULAR		110	64	85	88

Fuente: Diseño de Cimentaciones - Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado - Pág. 87

**CUADRO N° 23. MÓDULO DE ELASTICIDAD**

TIPO DE SUELO		Es (Ton/m <sup>2</sup> )	
ARCILLA	MUY BLANDA	30 - 300	
	BLANDA	200 - 400	
	MEDIA	450 - 900	
	DURA	700 - 2000	
ARCILLA ARENOSA		3000 - 4250	
SUELOS GLACIARES		1000 - 16000	
LOESS		1500 - 6000	
ARENA	LIMOSA	500 - 2000	
ARENA	SUELTA	1000 - 2500	
	DENSA	5000 - 10000	
GRAVA ARENOSA	DENSA	8000 - 20000	
		SUELTA	5000 - 14000
ARCILLA ESQUISTOSA		14000 - 140000	
LIMOS		200 - 2000	

Fuente: Diseño de Cimentaciones - Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado - Pág. 87

### 6.3.1 Cálculo de Asentamientos C-01

Tratándose de una Grava pobremente graduada con arena, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por:

El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad

$$S_c = q_0 * B * (1 - \mu_s) * I_f / E_s$$





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Dónde:

▪ Capacidad admisible de carga (ton/m <sup>2</sup> )	=	156.03
▪ Ancho de zapata (m)	=	2.00
▪ Módulo de Elasticidad (ton/m <sup>2</sup> )	=	21175
▪ Relación de Poison	=	0.25
▪ Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m)	=	82.00
▪ Asentamiento Permisible Rígido (cm)	=	1.133

Remplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.133 \text{ cm.}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm) según Terzaghi y Peck (1967).

Luego:

$$S_e (1.133 \text{ cm}) < 1'' (2.54\text{cm})$$

Con los valores indicados, el asentamiento es menor a 2.54 cm, que es el asentamiento máximo tolerable para este tipo de cimentación. Recomendándose finalmente lo siguiente:

Recomendamos para el diseño de cimentaciones:

$$Q_{ad.} = 5.20 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con las características de los estratos del sub-suelo en el área de estudio, no se esperan asentamientos, aunque se traten de suelos comprensibles y hay carencia de agua tanto superficial como sub-terránea.

#### RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

##### Tipo de Cimentación:

Zapatas cuadradas conectadas mediante vigas de cimentación

##### Estrato de Apoyo de la Cimentación:

GW (Grava bien graduada con arena).

##### Parámetros de diseño:

Df	=	2.50 m.
Qadm.	=	5.20 Kg/cm <sup>2</sup>
F.S.	=	3.0
Asent. Difer.	=	1.133 cm.

cción: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
lar : 962987000  
ail : Labortec\_eir@hotmail.com  
rtante: La autenticidad de este informe  
se verificado mediante el código QR

  
LABORTEC Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822



## 7 AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

La acción química del suelo sobre la estructura puede ocurrir a través del agua subterránea que se filtra; por esta razón se puede presentar un deterioro bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

De los resultados de las muestras obtenidas de la calicata 01, para efectos de este informe se ha seleccionado las muestras representativas de cada calicata teniendo en cuenta la no existencia de nivel freático, obteniendo el siguiente resultado en donde no se encontró ningún tipo de agente químico como sales y sulfatos.

### Calicata 01 M-1

		%	ppm
o	Contenidos de sulfatos	= 0.0547	547.00
o	Contenido de Cloruros	= 0.0469	469.00

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto y acero, pudiéndose utilizar por lo tanto Cemento Portland tipo I en la fabricación del concreto.

## 8 CALCULO DE COEFICIENTE BALASTO

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modernizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos -muelles o bielas biarticuladas- cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto ( $K_s$ ), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto ( $q$ ) y el desplazamiento -en su caso asiento- ( $\delta$ ):

A partir de la determinación de parámetros característicos del suelo (módulo de deformación, tensión admisible, etc.) que se relacionan con el módulo de balasto mediante fórmulas dadas por varios autores.

Es conocida, por ejemplo, la fórmula de Vesic en función del módulo de deformación o elasticidad ( $E_s$ ) y coeficiente de Poisson ( $\nu_s$ ) el terreno, que en su forma reducida tiene la siguiente expresión:

$$k_s = E_s / [B (1 - \nu_s^2)]$$

Donde:

B es el ancho de la cimentación. 2.2 La fórmula de Klepikov:

  
LABORTEC Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306622



**Calicata 01**

CUADRO N° 91- FUENTE PROPIA

Capacidad admisible de carga (ton/m <sup>2</sup> )	=	156.03
Ancho de Zapata (m)	=	2.00
Módulo de Elasticidad (ton/m <sup>2</sup> )	=	21175
Relación de Poison	=	0.25
Modulo de Balastro (Modulus of subgrade reaction) Tn/m <sup>3</sup>	=	9926
Modulo de Balastro (Modulus of subgrade reaction) Kg/cm <sup>3</sup>	=	9.0

**9 TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LOSAS DE PISOS INTERIORES**

En el caso de proyectarse pisos interiores de concreto se deberá seguir el siguiente tratamiento:

Sub-rasante será escarificada y compactada, retirando las partículas mayores de 2", y otros, en un espesor de 0.15 m., al 95% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo del Proctor Modificado ASTM D-1557.

Una base de afirmado compactado al 100% de la máxima Densidad Seca del Ensayo del Próctor Modificado en un espesor de 0.15 m., que deberá tener las siguientes características:

El material de base llenará los requisitos de Granulometría dados en la tabla siguiente.

**Cuadro N° 08**

TAMAÑO DE LA MALLA TIPO AASHTO T-11 y T-27 (ABERTURA CUADRADA)	Porcentaje en peso que pasa (%)			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
	A	B	C	D
2 pulg.	100	100	--	--
1 pulg.	--	75-97	100	100
3/8 pulg.	30-65	40-75	50-85	60-100
N.4-(4.76 mm.)	25-55	30-60	35-65	50-85
N.10-(2.00 mm.)	15-40	20-45	25-50	40-70
N.40-(0.420 mm.)	8-20	15-30	15-30	25-45
N.200-(0.074 mm.)	2-8	5-20	5-15	5-20





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área en estudio se ubica en el Distrito de Amarilis - Huánuco - Huánuco., el área en estudio se ubica a una altitud promedio de 1800 m.s.n.m. a 1850 m.s.n.m.
- Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación:
  - **Recomendamos como valor único de diseño Calicata 01 – M1 qad = 5.20 Kg/cm<sup>2</sup>**
- Se recomienda el uso de Zapatas cuadradas conectadas mediante vigas de cimentación.
- Se recomienda hacer zapatas a una profundidad de 2.50 m. debajo del nivel del suelo por contener material gravoso hasta esta profundidad y por el tipo de estructura a construir.
- Se recomienda la profundización de la zapata hacia el terreno más estable con la colocación de un solado del Df recomendado.
- Se recomienda que la profundidad de cimentación puede ser alcanzada por el uso de falsas zapatas.
- Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
- La muestra 1 de la calicata 01 corresponden a la clasificación de suelos **S.U.C.S GW** (Grava bien graduada con arena). No observándose ningún cambio de estratos a lo largo de la excavación.
- Para la aplicación de las normas sismo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) debe considerarse al suelo como tipo uno con período predominante  $t_s = 0.60$  seg.
- Si en el periodo de diseños se hacen cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias con las condiciones del subsuelo establecidas en este informe, se debe comunicar a un especialista en mecánica de suelos para evaluar las recomendaciones de este informe.

Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al proyecto: **"COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"**, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
E-mail : Labortec\_eiri@hotmail.com

  
**LABORTEC**  
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 11 RESUMEN DE VALORES Y PARAMETROS

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
PROYECTO	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE ENTREPISO ENTRE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023
RESPONSABLE	LABORTEC E.I.R.L.
Sistema Estructural	ZAPATAS CUADRADAS CONECTADAS MEDIANTE VIGAS DE CIMENTACION
Nº de Calicatas y Profundidad de c/u	01 Calicatas, h= 3.00 mts
Metodología empleada para las investigaciones en campo según Norma técnica empleada	Ntp 339.162:2001, Del Reglamento Nacional De Construcción Norma Técnica De Edificación E.050 Suelos Y Cimentaciones
Tipo de Cemento para concreto en contacto con el Suelo	Cemento Pórtland tipo I en la fabricación del concreto en la preparación del concreto del proyecto.
Tipo de Suelo	M-1 - 6W: Grava bien graduada con arena
Parámetros Sísmicos	Zona 2, Z=0.25
Perfil de Suelo Tp (seg.) S <sub>z</sub>	0.6 seg.
Perfil de Suelo Ti (seg.) S <sub>z</sub>	2.0 seg.
Factor de Suelo S1 - S2	1.20

PARAMETROS GEOTECNICOS C-01	DESCRIPCION / VALORES
Perfil Estratigráfico del Suelo de la Calicata 01	M-1 6W
Peso Especifico	2.072 Ton/m <sup>3</sup>
Angulo de Fricción Interna	28.9°
Cohesión (c)	0.11 kg/cm <sup>2</sup>
Profundidad de la Napa Freática	NO SE ENCONTRÓ
Tipo de Cimentación	ZAPATA CUADRADA
Profundidad de la zapata	2.50 m.
Estrato de Apoyo de Cimentación	C-01 - M-2 6W: Grava bien graduada con arena
Presión Admisible de Diseño (valor en kg/cm <sup>2</sup> , carga aplicada y criterio de falla)	5.20 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de Seguridad por Corte	3.00
Asentamiento Máximo Permisible	1.133 cm
Coefficiente de Balasto	9.01 kg/cm <sup>3</sup>
Ataque Químico de Sulfatos	0.0547 ppm. No perjudicial
Ataque Químico de Cloruros	0.0469 ppm. No perjudicial
Coefficiente de reposo (K <sub>a</sub> )	0.547
Coefficiente de presión activa (K <sub>a</sub> )	0.369

cción: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco  
lar : 962987000  
ail : Labortec\_eiri@hotmail.com  
rtante: La autenticidad de este informe



Ing. Elio A. Sauerstein Cabrera  
CIP N° 306822



**LABORTEC**  
LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Norma E-050, Suelos y Cimentaciones
- Norma E-030, Diseño Sismo resistente
- Alva Hurtado J.E., Meneses J. Y Guzmán V. V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de Suelos en la ingeniería Práctica. Segunda Edición 1973.
- T William Lambe Robert V. Whitman. Primera Edición 1972.
- Roberto Michelena / Mecánica de Suelos Aplicada. Primera Edición 1991.
- Reglamento Nacional de Construcciones CAPECO Quinta Edición 1987.
- RNC Normas de Diseño Sismo Resistente
- Cimentación de Concreto Armado en Edificaciones – ACI American Concrete Institute. Segunda Edición 1993.
- Supervisión de Obras de Concreto – ACI American Institute. Tercera Edición 1995.
- Recomendaciones para el proceso de Puesta en Obras de Estructuras de Concreto. Ing. Enrique Riva López /CONCYTEC 1988.
- Geotécnica para Ingenieros, Principios Básicos Alberto, J. Martínez Vargas /CONCYTEC 1990.

Oficina: Jr. Tarma N° 101 – Huánuco  
Teléfono : 962987000  
Email : [Labortece\\_in@hotmail.com](mailto:Labortece_in@hotmail.com)  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR

  
LABORTEC Ing. Elío A. Saavedra Cabrera  
CIP N° 306822