

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE
LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS
PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

INGENIERÍA SÍSMICA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS:

MATIAS SOTO, Cesar

CAMPOS MALLQUI, Ronald

ASESOR:

ABAL BLADIMIR, Jhon Garcia

HUÁNUCO-PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi mentor, cuya sabiduría y dirección han elevado la calidad de este trabajo. Sus valiosos consejos y experiencia han sido una guía indispensable. Este proyecto no habría alcanzado su nivel sin la influencia positiva y el estímulo de mi mentor.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos los colaboradores que han contribuido de manera significativa a este proyecto. La diversidad de habilidades y perspectivas aportadas por cada uno de ustedes ha enriquecido enormemente la calidad y amplitud de este trabajo. La sinergia generada por nuestra colaboración ha sido clave para abordar los desafíos complejos que este proyecto presentaba. Aprecio enormemente la dedicación y el compromiso que cada colaborador ha demostrado, demostrando que el trabajo en equipo es esencial para alcanzar metas.

RESUMEN

Esta tesis tuvo como objetivo principal realizar el análisis comparativo entre el sistema de entrepiso de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles. Se inicio con el reconocimiento del terreno, posterior a ello se realizó el diseño arquitectónico de la edificación , siguiendo la norma A010 , posterior a ello se realizó el predimensionamiento y estructuración de la edificación , para ello debemos tener en cuenta que la estructura consta de pórticos en su totalidad , de esto se calculó que los espesor de la losa aligerada bidireccional es de 20 cm y de la losa maciza es de 15 cm , se realizó el modelamiento de la estructura teniendo en cuenta ambos sistemas por ello se optó por crear dos modelos, los cuales serán analizados por separado, el análisis dinámico de la estructura tuvo como resultados que las derivas de ambos sistemas son semejantes pero la deriva inelástica del sistema de losa maciza resulto menor al otro sistema. Y a partir de un análisis económico comparativo que se realizó para determinar cuál sistema es más viable económicamente se obtuvo como resultado : Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza es más económico respecto al sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional siendo el costo total de la losa aligerada de S/ 236.88 y de la losa maciza de S/201.49 siendo este más económico y también se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta un mejor comportamiento estructural a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.

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

ABSTRACT

The main objective of this thesis was to carry out a comparative analysis between the bidirectional lightened slabs and solid slabs mezzanine system to improve the structural behavior of a 5-story building. We started with the reconnaissance of the terrain, after that we made the architectural design of the building, following the A010 standard, after that we made the pre-dimensioning and structuring of the building, for this we must take into account that the structure consists of frames in its entirety, from this it was calculated that the thickness of the bidirectional lightened slab is 20 cm and the solid slab is 15 cm, The dynamic analysis of the structure showed that the drifts of both systems are similar, but the inelastic drift of the solid slab system is smaller than the other system. And from a comparative economic analysis carried out to determine which system is more economically viable, the following results were obtained: It is concluded that the solid slab floor slab system is more economical with respect to the bidirectional lightened slab floor slab system, the total cost of the lightened slab being S/ 236. 88 and of the solid slab of S/201.49 being this one more economical and it is also concluded that the solid slab floor slab system presents a better structural behavior compared to the bidirectional lightened slab floor slab system.

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

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
CAPÍTULO I.....	15
ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación.....	15
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos .	16
1.2.1 Problema General	16
1.2.2 Problemas Específicos.....	17
1.3 Formulación del objetivo general y específicos	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Justificación	18
1.4.1 Justificación práctica	18
1.4.2 Justificación teórica.....	18
1.4.3 Justificación metodológica	19
1.5 Limitaciones.....	19
1.6 Formulación de hipótesis general y específica	19
1.6.1 Hipótesis General.....	19
1.6.2 Hipótesis Especifico	20
1.7 Variables.....	20

1.7.1	Variable independiente.....	20
1.7.2	Variable dependiente	20
1.8	Definición teórica y operacionalización de variables.....	20
CAPÍTULO II.....		22
MARCO TEÓRICO		22
2.1	Antecedentes.....	22
2.1.1	Antecedentes internacionales	22
2.1.2	Antecedentes nacionales	25
2.2	Bases teóricas	28
2.2.1	Análisis Estructural.....	28
2.2.2	Diseño estructural	29
2.2.3	Historia de sismicidad en el Perú	30
2.2.4	Principios sobre el diseño sismorresistente	33
2.2.5	Aspectos importantes en la norma E030.....	81
2.2.6	Losas de entepiso	139
2.2.7	Tipos de losas de entepiso	140
2.2.8	Diseño de losas.....	145
2.3	Bases conceptuales o definición de términos básicos.....	145
CAPÍTULO III.....		148
METODOLOGÍA		148
3.1	Población y selección de la muestra.....	148

3.1.1	Población	148
3.1.2	Muestra	148
3.2	Nivel, tipos y diseño de investigación	148
3.2.1	Enfoque.....	148
3.2.2	Alcance o nivel.....	148
3.2.3	Diseño.....	149
3.3	Métodos, técnicas e instrumentos	149
3.3.1	Para la recolección de datos	149
3.3.2	Para la presentación de datos.....	150
3.4	Procedimiento.....	152
3.5	Consideraciones éticas.....	152
CAPÍTULO IV.....		153
RESULTADOS.....		153
4.1	Arquitectura y estructuración	153
4.2	Estructuración y predimensionamiento	157
4.3	Modelamiento y análisis sismorresistente.....	163
4.4	Diseño estructural.....	190
4.5	Análisis económico de ambos sistemas de entrepiso.....	210
CAPÍTULO V.....		223
DISCUSIÓN.....		223

5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación.....	223
CONCLUSIONES.....	227
RECOMENDACIONES.....	228

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del análisis estructural.....	29
Figura 2 Diseño estructural con el software ETABS.....	30
Figura 3 Esquema de la tectónica de placas de Nazca y la Sudamericana	30
Figura 4 Zonificación sísmica	85
Figura 5 Losa en una dirección.....	142
Figura 6 Losa en dos direcciones.....	142
Figura 7 Losa en una dirección.....	143
Figura 8 Losa de placa plana.....	143
Figura 9 Losa plana	144
Figura 10 Losa nervada	144
Figura 11 Para la presentación de datos.....	151
Figura 12 Diseño Arquitectónica del Primer nivel.	154
Figura 13 Diseño Arquitectónica del Primer nivel.	155
Figura 14 Diseño Arquitectónica del segundo nivel.	156
Figura 15 Diseño Arquitectónica del tercer cuarto y quinto nivel.	157
Figura 16 Predimensionamiento de las columnas	161
Figura 17 Predimensionamiento de columna de 40X40 y 35X35.....	162
Figura 18 Grillas para el modelamiento.....	164
Figura 19 Vista 3D de las grillas.....	164
Figura 20 Propiedades del concreto-ETABS	165
Figura 21 Propiedades del acero-ETABS.....	165
Figura 22 Barras de reforzamiento-ETABS.....	166
Figura 23 Propiedades de columna de 40X40-ETABS.....	166
Figura 24 Propiedades de columna de 35x35-ETABS.....	167
Figura 25 Propiedades de viga de 45x30-ETABS	167
Figura 26 Propiedades de viga de 35x25-ETABS	168
Figura 27 Propiedades de viga borde 20x20	168
Figura 28 Propiedades de placa de 20 cm.....	169
Figura 29 Propiedades de losa aligerada bidireccional de 20cm-ETABS.....	169
Figura 30 Propiedades de losa maciza de 15cm-ETABS.....	170
Figura 31 Propiedades de escalera de 17.5 cm	170
Figura 32 Vista 3D del modelamiento-loza aligerada bidireccional.....	171
Figura 33 Vista 3D del modelamiento-loza maciza	171
Figura 34 Restricciones de la edificación.....	172
Figura 35 Espectro de respuesta en XX y YY.....	173

Figura 36 Cargas para la estructura.....	174
Figura 37 Cargas viva y muerta en los entrepisos.....	174
Figura 38 Carga aplicada a las vigas.....	175
Figura 39 Carga sísmica	175
Figura 40 Combinaciones de carga	176
Figura 41 Brazos rígidos-ETABS.....	177
Figura 42 Sismo en X-X y Y-Y.....	177
Figura 43 Resultados del análisis estructural del modelo 1 de losa maciza bidireccional	178
Figura 44 Resultados de los momentos del modelo 1 de losa maciza bidireccional	179
Figura 45 Resultados del momento torsional del modelo 1 de losa maciza bidireccional	179
Figura 46 Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 1 de losa maciza bidireccional	180
Figura 47 Resultados de las fuerzas axiales del modelo 1 de losa maciza bidireccional.....	180
Figura 48 Deriva máximo elástica de entrepiso X-X modelo 1.....	182
Figura 49 Deriva máximo elástica de entrepiso Y-Y modelo 1	183
Figura 50 Resultados del análisis estructural del modelo 2 de losa aligerada bidireccional	184
Figura 51 Resultados de los momentos del modelo 2 de losa aligerada bidireccional	185
Figura 52 Resultados del momento torsional del modelo 2 de losa aligerada bidireccional	185
Figura 53 Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 2 de losa aligerada bidireccional.....	186
Figura 54 Resultados de las fuerzas axiales del modelo 2 de losa aligerada bidireccional.....	186
Figura 55 Deriva máximo elástica de entrepiso X-X modelo 2.....	188
Figura 56 Deriva máximo elástica de entrepiso Y-Y modelo 2	189
Figura 57 Viga 25X35-ETABS.....	190
Figura 58 Viga 30X40-ETABS.....	191
Figura 59 Columna 35X35-ETABS.....	191
Figura 60 Columna 40X40-ETABS.....	192
Figura 61 Preferencia de normas de diseño en ETABS	192
Figura 62 Combinaciones de diseño ETABS.....	193
Figura 63 Opción de diseño-ETABS.....	193
Figura 64 Resultados del acero para vigas-columnas	194
Figura 65 Acero para la Viga de 25X35 cm ²	195
Figura 66 Detalles de viga de 25X35 cm ²	196
Figura 67 Acero para la Viga 30X40 cm ²	197
Figura 68 Detalles de Viga 30X40 cm ²	198
Figura 69 Viga chata de 20X20 cm ²	199
Figura 70 Acero para Columna 35X35 cm ²	200
Figura 71 Detalles de la Columna 35X35 cm ²	201

Figura 72 Acero para Columna 40X40 cm ²	202
Figura 73 Detalles de la Columna 40X40 cm ²	203
Figura 74 Diseño de la losa bidireccional	204
Figura 75 Distribución de acero para losa bidireccional	205
Figura 76 Acero necesario para losa aligerada bidireccional.....	206
Figura 77 Momento flector de la losa aligerada bidireccional.....	206
Figura 78 Diseño de la losa maciza bidireccional.....	207
Figura 79 Distribución de acero para losa maciza bidireccional	208
Figura 80 Acero necesario para losa maciza bidireccional	209
Figura 81 Momento flector de la losa maciza bidireccional.....	210
Figura 82 Costo por m ² de ladrillos de techo.....	217
Figura 83 Costo por m ² de acero	218
Figura 84 Costo por m ² de concreto	219
Figura 85 Peso propio de cada sistema de entepiso.....	219
Figura 86 Costo por m ² de mano de obra.....	220
Figura 87 Costo por m ² de materiales	221
Figura 88 Costo total m ²	222

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.	20
Tabla 2 Zonificación morfológica	31
Tabla 3 Clasificación Tectónica	32
Tabla 4 Cargas vivas mínimas según uso.	82
Tabla 5 Conceptos estructurales	84
Tabla 6 Planos para presentación de proyecto	84
Tabla 7 Factor de suelo	134
Tabla 8 Periodo TP y TL	135
Tabla 9 Factor de uso	135
Tabla 10 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (R_o)....	135
Tabla 11 Factor de Irregularidad estructural en altura.....	136
Tabla 12 Factor de Irregularidad estructural en planta.....	137
Tabla 13 Categoría y regularidad de las edificaciones.....	138
Tabla 14 Estimación del peso.....	138
Tabla 15 Valores máximos de la distorsión del entrepiso.....	138
Tabla 16 Ensayos de Laboratorio	150
Tabla 17 Peralte para Losas Aligeradas	159
Tabla 18 Parámetros de estructuración.....	162
Tabla 19 Variación de dimensiones Predimensionadas y optimizadas	172
Tabla 20 Periodos según cada nodo de la estructura modelo 1	181
Tabla 21 Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 1	181
Tabla 22 Deriva máxima inelástica de piso modelo 1	183
Tabla 23 Periodos según cada nodo de la estructura modelo 2	187
Tabla 24 Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 2	187
Tabla 25 Deriva máxima inelástica de piso modelo 2	189
Tabla 26 Análisis de costos unitarios para losa aligerada	212
Tabla 27 Análisis de costos unitarios para losa maciza	215
Tabla 28 Losa aligerada vs losa maciza - periodo.....	224
Tabla 29 Losa aligerada vs losa maciza - desplazamiento.....	225
Tabla 30 Losa aligerada vs losa maciza - fuerza cortante.....	225
Tabla 31 Matriz de consistencia.....	240

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 ello en la presente tesis se plantea realizar un análisis y diseño sismorresistente empleando el software ETABS para ambos sistemas estructurales , para ello de tomo en cuenta la norma E030 y la norma E060 , así también como normas internaciones como la ACI 318-14 , a partir de estos parámetros que nos brinda las normas se realizara un modelamiento en el software ETABS y su posterior análisis sismorresistente donde se calculara las fuerzas sísmicas y los desplazamiento relativos que presente cada caso .

El estudio se estructura en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo se realizará el planteamiento del problema, la formulación de los problemas y los objetivos, asimismo se justificará la investigación, como también sus limitaciones y su viabilidad. En el segundo capítulo se verá los antecedentes que se emplearon en toda la investigación, así como la base teórica, la hipótesis planteada y las variables. En el tercer capítulo se verá el tipo de investigación, la población y muestra y las técnicas e instrumentos de recolección utilizados en la investigación. El cuarto capítulo se presentará el análisis de toda la investigación empleando el software ETABS y se comprobará la hipótesis. Y finalmente en el capítulo cinco se hará la discusión de los resultados, las conclusiones y recomendaciones presentes en la tesis.

CAPÍTULO I

ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

En la ingeniería civil muchas veces se emplea las losas aligeradas bidireccionales con el objetivo de reducir el peso 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. Una de las variantes conocidas de las losas aligeradas bidireccionales es las losas nervadas, las cuales han ido ganando una gran aceptación en el campo de la ingeniería civil. En un inicio estuvo limitado su uso debido a reducidas resistencias a punzonamiento local y cortante, lo que ha de compararse con las losas macizas. (Parker, 2009)

El hormigón armado es uno de los materiales estructurales más utilizados en la construcción actual. Sin embargo, en los últimos años, la estructura compuesta ha tenido una clara ventaja sobre el hormigón armado, ya que es más liviana en peso y costo de la estructura. En las estructuras mixtas podemos encontrar un sistema de placas articuladas, que están formadas por placas de acero que actúan como encofrado y forman una armadura activa cuando fragua el hormigón. Del mismo modo, existen paneles aligerados de ladrillo hueco y viguetas bidireccionales.

La presente investigación se encuentra ubicada en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, región de Huánuco, debido a la ubicación que presenta

el proyecto y el país , la edificación se encuentra en una zona de alta recurrencia sísmica, esto debido a las placas tectónicas que presenta el país por ende, la norma técnica de edificaciones; la norma E030 de diseño sismorresistente , brinda estándares sísmicos muy rigurosos para el análisis y diseño estructural para asegurar un comportamiento estructural adecuado ante eventos sísmicos, teniendo en cuenta una filosofía de diseño para sísmico, que implica asegurar la continuidad de servicios para todo el edificio minimizando los daños a estructuras y, sobre todo, evitando la pérdida de vidas. (Rodríguez, 2015)

Por lo expuesto anteriormente, se plantea la tesis con la finalidad de realizar la comparación del análisis y diseño de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas en edificaciones de 5 pisos - Distrito de Amarilis, 2023, para satisfacer las luces mayores a 7 metros, con la finalidad de tener un espacio interior mucho mayor de una edificación sin la presencia de columnas que impidan la armonía arquitectónica, mediante el cumplimiento de los procedimientos, normas del reglamento nacional de edificación, control, ejecución y cronograma de construcción de losas, con el objetivo de conocer las ventajas y desventajas del miembro estructural que absorberá las cargas de gravedad y cómo se comportará frente a un evento geológico.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema General

¿Cómo se realizará el análisis comparativo entre el sistema de entepiso de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo se realizará el análisis sismorresistente entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se determinará las ventajas y desventajas entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?
- ¿Cómo se realizará el análisis de costos entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?

1.3 Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis comparativo entre el sistema de entepiso de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el análisis sismorresistente entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

- Determinar las ventajas y desventajas entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.
- Realizar el análisis de costos entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco - 2023.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

La presente investigación contribuirá a la realización de edificaciones tipo Residencial - Comercial con distancia entre columnas mayor a 7 metros, para obtener mayor distancia y reducir columnas, con el propósito de ser utilizables como viviendas con amplia luz, gimnasio, almacenes o bodegas, las cuales requieren de las dimensiones adecuado. Se brindarán criterios para el análisis y diseño de edificaciones de concreto armado de 5 pisos o más en el distrito de Amarilis – Huánuco-2023.

1.4.2 Justificación teórica

La presente investigación basada en los resultados conceptuales contribuirá a conocer las ventajas y desventajas de las losas de entepiso entre las losas macizas y las losas aligeradas bidireccional, así como comprender los costos económicos de ambos sistemas de entepiso.

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 se encuentran sometidos a corte, flexión o compresión de manera que esta fuerza última sea mayor o igual a las obtenidas mediante las combinaciones que nos indica la norma E060. Este método consiste en amplificar las cargas actuantes o de servicio mediante factores y en reducir la resistencia nominal de los elementos con factores de reducción.

1.5 Limitaciones

Las restricciones o limitaciones presentes en la tesis fueron: Falta de trabajos de tesis a nivel local en la ciudad de Huánuco en relación tema de investigación. Otra limitación es que no existen muchas capacitaciones referentes a esta filosofía en el Perú.

1.6 Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1 Hipótesis General

El sistema de losas macizas presenta un mejor comportamiento estructural de entrepiso respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

1.6.2 Hipótesis Especifico

- El sistema de losas macizas presenta mejores resultados en análisis sismorresistente respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.
- El sistema de losas macizas presenta más ventajas respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.
- El sistema de losas macizas presenta un menor costo final respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente

Losas macizas

Aligeradas bidireccional

1.7.2 Variable dependiente

Comportamiento estructural

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente Losas macizas Aligeradas bidireccional	Elementos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> • Losas de entrepiso • Columnas • Vigas • Zapatas 	Cuantitativa.	Discreta

V. dependientes Comportamiento estructural	Costo económico	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de la losa aligerada bidireccional • Costo de la losa maciza 	Cuantitativa.	Discreta.
	Análisis estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Zonificación • Sistema estructural • Análisis dinámico • Análisis estático • Parámetros de sitio 		

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

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) para la construcción de viviendas en varios países de América Latina y eventos sísmicos como en Chile (2010) y Nueva Zelanda. (2011), entre otros, han atraído el interés de los investigadores por estudiar el desempeño sísmico de edificios MDCR. Se han desarrollado diversas campañas de ensayo y métricas en base al desempeño de estos muros, sin embargo, debido a que no ha habido sismos recientes de magnitud significativa, aún se desconoce la respuesta sísmica de una construcción de este tipo en Colombia. En este trabajo se han extraído las siguientes conclusiones: La vulnerabilidad sísmica de los inmuebles de acuerdo con el método del Reglamento NSR-10 tomando en cuenta una amenaza sísmica consistente con la de diseño, es crítica para los inmuebles de 8 y 12 pisos en relación a índices de sobreesfuerzo de flexión y cortante, y en relación a índices de flexibilidad para la obra de 12 pisos. De manera semejante, la vulnerabilidad sísmica de las construcciones conforme con la evaluación del funcionamiento desarrollada por medio de estudio dinámico no lineal tomando en cuenta una amenaza sísmica consistente con la

de diseño, es crítica para los inmuebles de 8 y 12 pisos. En ambos inmuebles el límite de mal para el grado de funcionamiento de estabilidad de vida se sobrepasa en primer lugar para la deriva de piso (límite de 0.375% y 0.5%), en segunda medida para la deformación a compresión del concreto en la base de las paredes y como tercer parámetro crítico, para la deformación a tensión en el refuerzo. En relación a este último parámetro, se vio que en los dos inmuebles hubo fractura del refuerzo tipo MES por lo menos para uno de los sismos aplicados.

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 crecimiento de la población. Por esta razón, la mayor parte de la construcción en la zona es de carácter informal, siendo el proyecto actual basado en la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de hormigón armado del barrio “El Triunfo” al norte de Quito, parroquia Cochapamba, estado de Quito - Ecuador. Debido a esta circunstancia, se han realizado una serie de estudios sobre la naturaleza de la vulnerabilidad sísmica y así señalar las características que presenta. Sin embargo, se estudia mediante ensayos no destructivos, encuesta de vista rápida NEC, método estático lineal, método estático no lineal, para probar dichas variables. En este trabajo se han extraído las siguientes conclusiones: Analizando los métodos de vibración en la tabla 30, columna 4 se denota que los 12 casos modales no sobrepasan el rango (1)

en cuanto al lapso, por consiguiente, la composición es tiesa. Además, al interpretar la composición de manera regular para casos modales pudimos encontrar que la colaboración de masa se recibe (U_x 0,646) y (U_y 0,6341) (R_z 0,8496), dichos son adecuados y los valores son bajos para traslación, movimiento y torsión. En el procedimiento estático lineal, con un coeficiente de reducción ($R=3$) y una curva inelástica de un espectro de diseño otorgó un tiempo de 0.1195 el cual es un costo estándar para el estudio; mientras tanto que en el procedimiento estático no lineal se usó un coeficiente de reducción ($R=1$) y la curva flexible de un espectro de diseño presento una época de 1.021, generando un coeficiente de diferencia de 0,90 mostrando que el procedimiento estático lineal es duro y el procedimiento estático no lineal es flexible

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 presente trabajo tuvo como objetivo principal determinar la factibilidad de una ampliación estructural longitudinal, para el edificio FLORES MENA, en beneficio de la familia FLORES MENA y familias aledañas del Sector Cofavi, quienes buscan analizar y costear el amplio repositorio, para impulsar su propio diseño estructural y los costos del proyecto. En este estudio se llegó a las siguientes conclusiones: Dados los valores finales en los programas seleccionados, cabe señalar que los tres softwares no difieren principalmente en sus resultados, considerando las características de cada software. Sin embargo, cuando se

analizaron las comparaciones, se concluyó que SAP 2000 no es adecuado para el modelado y análisis sísmico de edificaciones, debido a limitaciones en las ubicaciones efectivas de las excéntricas sobre los elementos estructurales, por lo que tiende a sobrestimar el peso de la textura, como lo demuestra este proyecto. Se concluyó que después de la evaluación y el modelado sísmico lineal, el edificio no presentaba anomalías en la zonificación ni en la elevación. Además, se verifica que, en el análisis de dinámica lineal, los dos primeros modos de la oscilación son traslacionales y su tercer modo 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 trabajo considera procedimientos y criterios desde el análisis estructural hasta el diseño de todos los elementos estructurales de hormigón armado con base en la normativa vigente del Código Nacional de Edificación. El anteproyecto presentado nos muestra un edificio de ocho plantas y medio sótano destinado a viviendas plurifamiliares (edificio plurifamiliar), la compatibilidad de los requisitos estructurales para las diferentes modalidades de construcción, se realizará proyecto de arquitectura para conocer el resultado final. Solución para el proyecto Cumplir con la normativa vigente. Este proyecto estará ubicado en la Provincia de Arequipa, Provincia de Arequipa. En este trabajo se extraen las siguientes conclusiones: La estructura de un edificio depende en gran medida de 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 de cortante estén en el perímetro de la estructura, 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 el peso de la losa en un 50% en comparación con la losa aligerada tradicional.

Cuayla (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*”; presentada a la Universidad Privada de Tacna; Este trabajo tiene como fin es establecer las implicancias del diseño de una losa de concreto armado en el proceso de optimización de la funcionalidad de la construcción de grandes luces con el sistema Waffle, por medio del desarrollo de una ejemplificación aplicativo de una losa nervada. Se trabajo el tipo de averiguación aplicativo, del grado integrativo, pues está dirigida a hacer el diseño estructural de un inmueble de supermercado con losa de concreto armado de monumentales luces en 2 direcciones realizando uso de técnicas cuantitativas. En este trabajo se han extraído las próximas conclusiones: Se concluyó que el diseño de una losa de concreto armado de enormes luces en 2 direcciones con el sistema Waffle si cumple con las fronteras de la regla el cual optimización la funcionalidad de la construcción, teniendo de esta forma más grande área para producir espacios amplios en proyectos de centros

comerciales y otros usos en beneficio poblacional de Tacna, del mismo modo se busca fomentar futuras estructuras con este sistema. Se evaluó el diseño de una losa de concreto armado de enormes luces en 2 direcciones con el sistema Waffle por medio de una ejemplificación de diseño, los mismos que se basa con las reglas del ACI explicadas en cada paso y se ha podido mostrar que está en las fronteras de diseño para esta clase de construcciones. Se aplicó la regla ACI 318-14 en el diseño de la losa de concreto armado de enormes luces, esta normativa nos da estabilidad en el diseño y consistencia en los resultados conseguidos en cada paso del diseño.

Oral (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; Este trabajo se propone estudiar materiales de construcción alternativos, especialmente las barras de basalto, y sus posibles aplicaciones en la construcción de estructuras de hormigón armado, especialmente losas de hormigón. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar las propiedades estructurales de losas macizas de hormigón armado con barras de basalto. La metodología utilizada es aplicada, empírica y cuantitativa. Para la determinación de la muestra se utilizó el método de dictamen pericial, se consultó con un ingeniero perito y se muestrearon seis (06) losas macizas, de las cuales tres (03) losas reforzadas con basalto y otros tres (03) paneles reforzados con hierro corrugado acero, luego ensayado en el

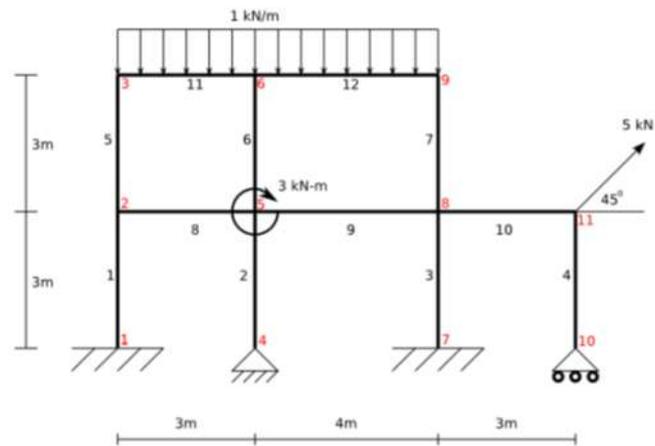
Laboratorio Estructural CISMIDFICUNI. En este trabajo se han extraído las siguientes conclusiones: de los resultados obtenidos, tanto de los estudios analíticos como de los estudios de laboratorio, se concluye que las placas macizas reforzadas con varillas de basalto alcanzan niveles de resistencia al igual que sus pares están reforzados con varillas de acero. normalmente. Sin embargo, con la carga de diseño, la placa reforzada con acero tiene ventaja sobre su par de placas reforzadas con basalto. En términos de rigidez, se ha observado que las losas reforzadas con basalto se deforman más que las losas convencionales reforzadas con varillas de acero, es decir, se ha demostrado que las losas macizas de hormigón reforzadas con varillas de basalto son menos rígidas que sus pares reforzados con varillas. 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.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Análisis Estructural

Según (Villarreal 2009). La ciencia estructural es el estudio de la resistencia, rigidez, seguridad, durabilidad y estabilidad de las obras. En la mayoría de los casos, los textos básicos para los estudios estructurales son tan extensos y se centran principalmente en explicaciones teóricas que el proceso de aprendizaje se ve obstaculizado por tareas y preguntas, lo que lleva a un mejor dominio de la estructura.

Figura 1
Esquema del análisis estructural



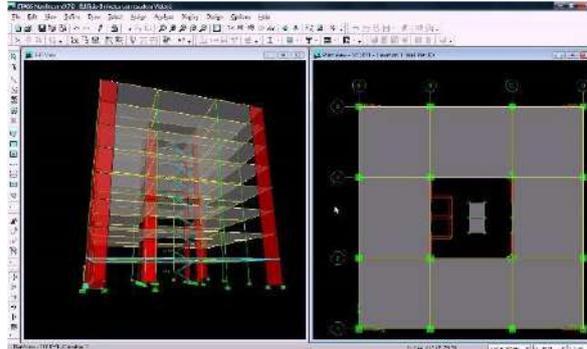
Fuente: Wikis paces.

2.2.2 Diseño estructural

Según (Morrison 2012). El diseño estructural consiste en un equilibrio favorable entre las funciones que puede realizar un material, las propiedades naturales específicas, las capacidades mecánicas y el precio más bajo posible. El precio de la configuración siempre debe ser el más bajo, pero los estudios estructurales previos dan los mejores resultados.

El diseño estructural siempre debe lograr un desempeño equilibrado entre las partes rígidas y plásticas del recurso. Esto se debe a que, en muchas situaciones, superar cualquiera de estos dos puntos puede conducir a una configuración fallida. Según (Morrison 2012).

Figura 2
Diseño estructural con el software ETABS



Fuente: Morrison ingenieros.

2.2.3 Historia de sismicidad en el Perú

Según (Pomachagua, 2000). El Perú es una de las regiones sísmicamente más activas de la Tierra, asociada principalmente al proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca) bajo la placa continental (América del Sur). Este proceso crea una acumulación constante de energía que se libera en forma de terremotos. Esto ha llevado a varios estudiosos a conocer la geometría de la subducción ya realizar estudios para zonificar las áreas de mayor deformación superficial dentro de una serie de naciones.

Figura 3
Esquema de la tectónica de placas de Nazca y la Sudamericana



Fuente: adaptado de RNE (2019).

Una constante averiguación sobre los fenómenos de liberación de energía gracias a los terremotos se vio dirigida a conocer la geometría de la subducción, así como zonificar las regiones de más grande deformación superficial durante la franja continental.

Las propiedades tectónicas peruanas, tienen la posibilidad de ser descritas o evaluadas en funcionalidad de su Zonificación Morfológica y Tectónica.

Zonificación Morfológica

Según (Tavera y Bufon,1998) la zonificación morfológica del Perú se puede dividir en 5 zonas las cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2
Zonificación morfológica

Zona Costera (ZC):	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.
La Cordillera Occidental (COC):	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.
El Altiplano:	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.
La Cordillera Oriental (COR):	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.
La Zona Subandina:	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 Tavera y Bufon (1998).

Clasificación Tectónica

En esta clase de categorización nos posibilita demostrar los diversos tipos de relieves que hay en el Perú por el impacto de la tectónica de placas. O sea, por el choque de las Placas de Nazca y la Sudamericana. Este contacto de Placas es además denominado como subducción. Responsable de todos los efectos Orogénicos que se muestran en el conjunto de naciones. Entre ellos poseemos.

Tabla 3
Clasificación Tectónica

Fosa Marina	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.
La Cordillera Andina	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).
Los Sistemas de Falla	Se distribuyen en el continente donde han sido formadas por efecto secundario de la colisión de las Placas Oceánica y Continental. Este proceso generó la presencia de pliegues y fracturas en la corteza terrestre. Según (James 1978).
La Cadena Volcánica	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, Pucaráni, 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.
Dorsal de Nazca	Esta cadena montañosa o cordillera se localiza en el Océano Pacífico 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 Tavera y Bufon (1998).

2.2.4 Principios sobre el diseño sismorresistente

El suelo estructural, en el ámbito de la ingeniería civil, es un término que describe la capacidad de soporte y la estabilidad de los suelos bajo cargas externas, particularmente en relación con la construcción de edificios, carreteras, puentes y otras infraestructuras. Este concepto involucra el estudio detallado de las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo para comprender su comportamiento y poder realizar diseños seguros y eficientes de estructuras.

Composición del suelo: El suelo estructural se compone de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Está clasificado según la proporción relativa de partículas, como arcilla, limo, arena y grava.

Propiedades físicas del suelo: Estas propiedades incluyen la textura, la densidad, la porosidad, la compresibilidad y la permeabilidad del suelo. La textura describe el tamaño relativo de las partículas, mientras que la porosidad y la permeabilidad se refieren a la capacidad del suelo para retener agua y permitir que pase a través de él, respectivamente.

Propiedades mecánicas del suelo: Incluyen la resistencia al corte, la capacidad de carga, la compresibilidad y la expansividad. Estas propiedades son cruciales al determinar la capacidad del suelo para soportar cargas de las estructuras que se construirán sobre él.

Investigación del suelo: Antes de cualquier construcción, es fundamental realizar estudios geotécnicos para comprender las características del suelo en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto. Estos estudios pueden implicar perforaciones, pruebas de laboratorio y análisis in situ para evaluar la idoneidad del suelo para una determinada estructura.

Diseño de cimentaciones: Las propiedades del suelo estructural influyen directamente en el diseño de cimentaciones. Las cimentaciones transmiten las cargas de la estructura al suelo subyacente de manera segura y eficiente, por lo que deben diseñarse considerando cuidadosamente las propiedades del suelo.

Consideraciones sísmicas: En áreas sísmicas, es vital entender cómo reaccionará el suelo durante un terremoto. Las características dinámicas del suelo pueden tener un impacto significativo en la respuesta sísmica de las estructuras.

Estabilización del suelo: En algunos casos, puede ser necesario mejorar las propiedades del suelo mediante técnicas como la compactación, el refuerzo con geotextiles o el uso de técnicas químicas para garantizar la estabilidad de la construcción.

Monitoreo y control: Una vez que se ha construido la estructura, es importante monitorear el comportamiento del suelo y la interacción suelo-estructura a lo largo del tiempo para asegurar su estabilidad a largo plazo y realizar ajustes si es necesario.

En resumen, el suelo estructural es un componente fundamental en la ingeniería civil, ya que su comportamiento influye directamente en la seguridad y la estabilidad de las estructuras construidas sobre él. El

conocimiento detallado de las propiedades del suelo y su interacción con las estructuras es esencial para el diseño, la construcción y el mantenimiento exitosos de obras civiles.

El Suelo Estructural: Fundamento Crucial en la Ingeniería Civil

En el vasto dominio de la ingeniería civil, el suelo estructural representa un componente esencial en el diseño, la construcción y la estabilidad de una amplia gama de infraestructuras. Este concepto se centra en el análisis minucioso de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, junto con su capacidad de soportar cargas, con el objetivo de garantizar la seguridad y la eficiencia en la construcción de edificaciones, carreteras, puentes y otras obras civiles.

El suelo, como entidad compleja y dinámica, se compone de una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Su clasificación se establece en función de la proporción relativa de partículas presentes, que incluyen arcilla, limo, arena y grava. Estas distintas composiciones definen las propiedades físicas fundamentales del suelo y son críticas para determinar su comportamiento bajo cargas externas.

Las propiedades físicas del suelo, como la textura, la densidad, la porosidad y la permeabilidad, desempeñan un papel crucial en la evaluación de su capacidad para soportar estructuras. Por ejemplo, la textura define el tamaño de las partículas y, por ende, la capacidad de retención de agua del suelo. Por otro lado, la porosidad y la permeabilidad influyen en la capacidad del suelo para permitir el paso del agua y la circulación del aire.

En el ámbito mecánico, propiedades como la resistencia al corte, la capacidad de carga, la compresibilidad y la expansividad del suelo son determinantes al evaluar su idoneidad para soportar estructuras. Estas propiedades influyen en el diseño de cimentaciones, que son fundamentales para transmitir las cargas de las edificaciones al suelo de manera segura y eficiente.

Los estudios geotécnicos previos a cualquier construcción resultan imprescindibles. Estos análisis pueden involucrar pruebas de laboratorio, estudios in situ y perforaciones para comprender a fondo las características del suelo en el lugar donde se planea la obra. Tales investigaciones son esenciales para realizar diseños precisos y adecuados a las condiciones específicas del terreno.

En el contexto de áreas sísmicas, entender la respuesta del suelo durante un terremoto es fundamental. Las características dinámicas del suelo tienen un impacto significativo en la forma en que las estructuras se comportarán ante eventos sísmicos, por lo que se debe considerar detenidamente este aspecto en el diseño estructural.

En ocasiones, es necesario mejorar las propiedades del suelo mediante técnicas como la compactación o la estabilización química. Estos métodos buscan fortalecer el suelo, garantizando su estabilidad y capacidad de soporte para la construcción.

Una vez que se ha erigido la estructura, es crucial llevar a cabo un monitoreo continuo del suelo y su interacción con la obra construida. Esto asegura la

estabilidad a largo plazo y permite realizar ajustes si se detectan problemas o cambios en las condiciones del terreno.

En resumen, el suelo estructural representa un elemento fundamental en la ingeniería civil. Su comprensión minuciosa y su evaluación precisa son pilares en el diseño, la construcción y el mantenimiento de infraestructuras seguras y eficientes que perduren en el tiempo.

El Diseño de Cimentaciones en Ingeniería Civil

Dentro del ámbito de la ingeniería civil, el diseño de cimentaciones representa una etapa fundamental en la construcción de estructuras seguras y estables. Estas cimentaciones, elementos subterráneos sobre los que descansan las edificaciones, deben ser cuidadosamente planificadas y diseñadas para distribuir adecuadamente las cargas de las estructuras al suelo subyacente, asegurando así la estabilidad y durabilidad de las construcciones.

El proceso de diseño de cimentaciones comienza con una exhaustiva evaluación de las condiciones del suelo en el lugar donde se erigirá la estructura. Esto implica llevar a cabo estudios geotécnicos para comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como su capacidad de soporte. Los ingenieros civiles utilizan diversos métodos y tecnologías, como sondeos y pruebas de laboratorio, para obtener datos precisos sobre la naturaleza del suelo.

Una vez recopilada la información geotécnica necesaria, se procede al análisis de carga. Este análisis implica determinar las cargas verticales y horizontales que la cimentación deberá soportar, considerando factores como

el peso de la estructura, cargas vivas, sísmicas y otras fuerzas externas que puedan actuar sobre ella. Esta evaluación detallada es crucial para calcular las dimensiones y la capacidad de carga requerida para la cimentación.

Existen diversos tipos de cimentaciones, entre ellos las cimentaciones superficiales (como las zapatas y losas), las cimentaciones profundas (tales como pilotes y pozos), y las cimentaciones semiprofundas (como los micropilotes). La elección del tipo de cimentación adecuada depende de factores como las características del suelo, las cargas previstas y la profundidad del estrato resistente.

Durante el diseño, se consideran varios aspectos cruciales, incluyendo la distribución de cargas, la estabilidad global, la capacidad portante del suelo y la posibilidad de asentamientos diferenciales. Es fundamental que la cimentación distribuya de manera uniforme las cargas de la estructura para evitar deformaciones excesivas o fallas estructurales.

Los ingenieros civiles emplean herramientas de análisis estructural y software especializado para modelar y simular el comportamiento de la cimentación bajo diversas condiciones de carga. Estos análisis ayudan a prever posibles problemas y a realizar ajustes en el diseño para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura.

Una vez completado el diseño, se procede a la construcción de la cimentación, siguiendo estrictamente las especificaciones y planos establecidos en el diseño. Es esencial realizar un seguimiento y control durante la ejecución de la obra para asegurar que la cimentación se construya de acuerdo con los estándares y especificaciones previamente definidos.

En resumen, el diseño de cimentaciones es un proceso complejo y crucial en la ingeniería civil, que requiere un conocimiento detallado de las propiedades del suelo, análisis estructural preciso y una planificación cuidadosa para garantizar la estabilidad y seguridad de las construcciones.

Características de los Suelos en Ingeniería Civil: Fundamentos para Diseños Estructurales

En el campo de la ingeniería civil, comprender las características de los suelos es crucial para el diseño, la construcción y la estabilidad de diversas estructuras. Los suelos, constituidos por una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire, exhiben propiedades físicas y mecánicas distintas que influyen significativamente en su comportamiento bajo cargas externas.

La textura del suelo, determinada por la proporción relativa de partículas de arena, limo y arcilla, es una de las características fundamentales. La presencia de partículas de diferentes tamaños define la textura y afecta la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, así como su resistencia y plasticidad.

La estructura del suelo se refiere a cómo las partículas individuales se agrupan o se unen entre sí. Una estructura granular suelta proporciona buena permeabilidad, permitiendo el paso del agua y el aire, mientras que una estructura más compacta tiende a retener el agua y puede tener menor capacidad de drenaje.

La porosidad del suelo es otra característica clave que influye en su capacidad para retener y mover el agua. Los espacios porosos entre las

partículas determinan la cantidad de agua que el suelo puede retener, así como su capacidad para permitir que el agua fluya a través de él.

La densidad del suelo, relacionada con la cantidad de materia presente en un volumen específico, también es un factor determinante. Suelos más densos tienden a tener menos porosidad y pueden ser más difíciles de trabajar, mientras que suelos menos densos pueden ser más susceptibles a la erosión.

Las propiedades mecánicas del suelo, como la cohesión, la compresibilidad, la resistencia al corte y la capacidad de carga, son cruciales en el diseño de cimentaciones y estructuras. La cohesión se refiere a la fuerza de unión entre las partículas del suelo, mientras que la capacidad de carga se relaciona con la cantidad de peso que el suelo puede soportar sin fallar.

La plasticidad es una propiedad específica de los suelos arcillosos que describe su capacidad para deformarse sin romperse. Esta característica es importante al considerar el comportamiento del suelo bajo cargas y al diseñar estructuras que descansan sobre él.

Los ingenieros civiles emplean pruebas geotécnicas y análisis detallados para evaluar estas características del suelo. Estos estudios geotécnicos incluyen sondeos, muestreos y pruebas de laboratorio para obtener datos precisos sobre las propiedades del suelo en un sitio específico.

En conclusión, comprender las características de los suelos es esencial en la ingeniería civil para tomar decisiones informadas en el diseño, la construcción y el mantenimiento de estructuras. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo influyen significativamente en su comportamiento bajo cargas y son

determinantes en la planificación y ejecución exitosa de proyectos de ingeniería.

Fenómenos Capilares en Ingeniería Civil: Su Impacto en la Hidrología y la Ingeniería de Suelos

En el ámbito de la ingeniería civil, los fenómenos capilares desempeñan un papel crucial en la hidrología del suelo y tienen un impacto significativo en la planificación y el diseño de proyectos de construcción. Estos fenómenos se refieren a la capacidad de los suelos para absorber y transportar agua a través de pequeños espacios capilares presentes entre sus partículas.

La acción capilar es el resultado de la tensión superficial del agua y la atracción entre las moléculas de agua y las superficies sólidas presentes en los suelos. Esta fuerza de atracción causa que el agua se mueva contra la gravedad a través de pequeños canales capilares presentes en el suelo. Este proceso es visible en situaciones cotidianas, como la absorción de agua por una esponja o la ascensión del agua a lo largo de un tubo delgado.

En términos de ingeniería civil, comprender estos fenómenos es esencial para evaluar la distribución del agua en el suelo, la infiltración, la capacidad de drenaje y los efectos en la estabilidad de las estructuras. Por ejemplo, la capacidad capilar puede influir en la capacidad de drenaje de un suelo, afectando la estabilidad de taludes y terraplenes.

El análisis de los fenómenos capilares es especialmente relevante en el diseño de sistemas de drenaje en la construcción de carreteras, edificaciones y otros proyectos de infraestructura. La capacidad de los suelos para absorber y transportar agua a través de la acción capilar puede influir en la durabilidad y

la resistencia de las estructuras, así como en la prevención de problemas como la erosión o el colapso del suelo.

Los ingenieros civiles utilizan modelos matemáticos y pruebas de laboratorio para estudiar estos fenómenos y evaluar su impacto en la ingeniería de suelos. Estos análisis permiten predecir el comportamiento del suelo frente a la infiltración y la distribución del agua, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones en el diseño de cimentaciones y sistemas de drenaje.

La comprensión de los fenómenos capilares también es esencial en el control de la humedad del suelo en la agricultura, el diseño de sistemas de riego y la gestión de recursos hídricos en áreas urbanas y rurales.

En conclusión, los fenómenos capilares desempeñan un papel crucial en la ingeniería civil al influir en la hidrología del suelo y en la estabilidad de las estructuras. El conocimiento detallado de estos procesos es fundamental para el diseño eficiente y seguro de proyectos de construcción y para la gestión sostenible de recursos hídricos.

Elasticidad en Ingeniería Civil: Concepto y Aplicaciones Fundamentales

La elasticidad es un concepto central en la ingeniería civil que describe la capacidad de los materiales para recuperar su forma original después de haber sido sometidos a deformaciones bajo cargas externas. Este fenómeno es de gran importancia en el diseño y análisis de estructuras, ya que permite comprender cómo responden los materiales a fuerzas aplicadas y cómo estas fuerzas afectan su comportamiento.

En términos simplificados, la elasticidad se refiere a la capacidad de un material para deformarse temporalmente cuando se le aplica una carga, y luego

regresar a su forma original cuando la carga se elimina. Este comportamiento es inherente a muchos materiales utilizados en la construcción, como el acero, el concreto, la madera y otros materiales compuestos.

En ingeniería civil, comprender la elasticidad es esencial para predecir y calcular cómo las estructuras responderán a las fuerzas y cargas a las que están expuestas durante su vida útil. Esta comprensión es fundamental en el diseño de puentes, edificios, carreteras y otras infraestructuras, ya que permite garantizar su estabilidad, seguridad y durabilidad.

El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, es una medida fundamental que describe la rigidez de un material y su capacidad para resistir la deformación bajo una carga aplicada. Se define como la relación entre la tensión aplicada a un material y la deformación resultante, y varía según el tipo de material.

En la práctica de la ingeniería civil, el conocimiento del comportamiento elástico de los materiales es crucial para calcular las deflexiones y las tensiones máximas a las que estará expuesta una estructura. Esto se utiliza para determinar las secciones transversales de vigas, columnas, losas y otros elementos estructurales, garantizando que puedan resistir las cargas sin exceder los límites de deformación permisibles.

Es importante mencionar que, aunque muchos materiales son elásticos dentro de ciertos límites, todos ellos tienen un punto de deformación a partir del cual no pueden regresar completamente a su forma original. Este límite se

conoce como punto de fluencia o punto de cedencia, más allá del cual el material experimenta deformaciones permanentes o incluso fallas.

Los avances en tecnología y análisis estructural han permitido a los ingenieros civiles modelar y simular el comportamiento elástico de las estructuras con mayor precisión, utilizando software especializado que ayuda en la predicción y evaluación del rendimiento de las construcciones ante diferentes cargas y condiciones.

En resumen, la comprensión de la elasticidad y el comportamiento elástico de los materiales es esencial en la ingeniería civil para el diseño seguro y eficiente de estructuras. El análisis de la elasticidad permite a los ingenieros tomar decisiones fundamentadas en la selección de materiales y en la predicción del comportamiento estructural bajo diversas condiciones de carga.

La Comprensibilidad en Ingeniería Civil: Su Importancia en el Comportamiento de Suelos y Estructuras

En el ámbito de la ingeniería civil, la comprensibilidad se refiere a la capacidad que tienen los suelos de reducir su volumen ante la aplicación de cargas o presiones externas. Este fenómeno es de gran relevancia en el diseño y la construcción de estructuras, ya que puede generar asentamientos en el terreno que afectan directamente la estabilidad y la seguridad de las obras civiles.

Los suelos, al estar compuestos por partículas minerales, agua, aire y materia orgánica, poseen una estructura porosa que les otorga la capacidad de comprimirse o asentarse cuando se les aplica una carga. Esta compresión puede ser instantánea, como en el caso de cargas puntuales, o puede ocurrir

gradualmente a lo largo del tiempo, como sucede con el peso de edificios o infraestructuras.

La compresibilidad varía dependiendo del tipo de suelo. Suelos como arcillas y limos suelen tener mayores tasas de compresibilidad en comparación con arenas y gravas. La cantidad de humedad presente en el suelo también influye significativamente en su compresibilidad: suelos saturados tienden a ser más compresibles que suelos secos.

En la práctica de la ingeniería civil, comprender la compresibilidad del suelo es fundamental para predecir y mitigar los asentamientos que puedan ocurrir en una estructura. Estos asentamientos pueden provocar deformaciones no deseadas en edificaciones, puentes o carreteras, comprometiendo su estabilidad y durabilidad a largo plazo.

Los ingenieros civiles utilizan métodos de análisis geotécnico para evaluar la compresibilidad del suelo en un sitio específico. Estos estudios incluyen pruebas de laboratorio y análisis in situ para determinar la capacidad de compresión del suelo bajo cargas específicas, proporcionando información vital para el diseño de cimentaciones y la prevención de asentamientos excesivos.

En el diseño de cimentaciones, por ejemplo, se tienen en cuenta los niveles de compresibilidad del suelo para calcular y dimensionar adecuadamente las estructuras de soporte. Esto implica considerar no solo las cargas actuales, sino también las cargas futuras que puedan aplicarse a la estructura durante su vida útil.

Además, se implementan técnicas de mejora del suelo, como la compactación o la inyección de materiales estabilizadores, para reducir la compresibilidad y minimizar los asentamientos en áreas críticas. Estas estrategias son esenciales en la prevención de daños estructurales debido a asentamientos diferenciales.

En resumen, la compresibilidad es un aspecto crucial en la ingeniería civil, ya que influye significativamente en la estabilidad y durabilidad de las estructuras. El conocimiento detallado de la compresibilidad del suelo permite a los ingenieros tomar decisiones informadas en el diseño y la construcción de infraestructuras, asegurando su seguridad y rendimiento a largo plazo.

Tipos de Cimentaciones en Ingeniería Civil: Fundamentos, Características y Aplicaciones

Las cimentaciones son elementos estructurales fundamentales que transfieren las cargas de una edificación al suelo subyacente, asegurando así la estabilidad y durabilidad de la estructura. En ingeniería civil, la elección del tipo de cimentación adecuado depende de diversos factores, como las características del suelo, las cargas esperadas y la naturaleza de la estructura.

Cimentaciones Superficiales:

Zapatas Aisladas: Son elementos planos de concreto ubicados debajo de columnas individuales o puntos específicos de carga. Distribuyen la carga de manera uniforme en el suelo resistente.

Zapatas Corridas: Son similares a las zapatas aisladas, pero se extienden a lo largo de la base de muros o cargas lineales, proporcionando mayor área de apoyo.

Cimentaciones Profundas:

Pilotes: Son elementos largos y delgados que se introducen en el suelo hasta alcanzar capas resistentes. Transmiten las cargas a capas más profundas.

Caissons o Pozos: Son cimentaciones cilíndricas excavadas y rellenas con concreto. Se emplean en suelos de gran resistencia a profundidades considerables.

Cimentaciones Semiprofundas:

Micropilotes: Son elementos delgados de pequeño diámetro que se utilizan para transferir cargas en suelos problemáticos o en espacios reducidos.

Factores Determinantes en la Elección del Tipo de Cimentación:

Características del Suelo: La capacidad portante, la compresibilidad, la estratificación y la presencia de agua influyen en la selección del tipo de cimentación.

Cargas Previstas: Las cargas verticales y horizontales, así como las cargas sísmicas, determinan la elección del tipo de cimentación.

Naturaleza de la Estructura: La distribución de cargas, la rigidez y la disposición de la estructura influyen en la decisión sobre la cimentación más adecuada.

Aplicaciones y Consideraciones Especiales:

Suelos Expansivos o Contráctiles: Requieren cimentaciones especiales para evitar movimientos del suelo que puedan afectar la estructura.

Áreas Sísmicas: Se emplean cimentaciones diseñadas para resistir fuerzas sísmicas, como pilotes hincados a profundidades considerables.

Proceso de Diseño y Ejecución:

El diseño de cimentaciones implica análisis geotécnicos detallados, que incluyen pruebas de suelos, estudios de carga y análisis estructurales. Se utilizan software especializados para modelar el comportamiento de la cimentación bajo diversas condiciones.

La ejecución de cimentaciones requiere métodos precisos de excavación, colocación de elementos estructurales y control de calidad para garantizar su correcta instalación.

Los tipos de cimentación en ingeniería civil se seleccionan considerando factores geotécnicos, de carga y estructurales. Una elección adecuada y un diseño preciso son cruciales para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras en diferentes condiciones y terrenos.

Efectos de la Humedad en las Cimentaciones: Desafíos y Problemas en la Ingeniería Civil

La presencia de humedad en las cimentaciones representa un desafío significativo en la ingeniería civil, ya que puede ocasionar una variedad de problemas que afectan la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Los daños relacionados con la humedad pueden manifestarse de diversas formas y son causados por procesos como la infiltración de agua, los cambios de volumen del suelo y la erosión.

Asentamientos Diferenciales:

La presencia de humedad desigual en el suelo puede causar asentamientos diferenciales en la cimentación, lo que resulta en desniveles y deformaciones

en la estructura. Esto se debe a que diferentes áreas del suelo se comprimen de manera desigual debido a la variación en la distribución de la humedad.

Erosión y Lavado del Suelo:

La humedad excesiva puede causar la erosión y el lavado de partículas del suelo, debilitando la base de la cimentación. Esto puede conducir a la formación de cavidades o huecos debajo de la cimentación, disminuyendo su capacidad de soporte y provocando hundimientos o fallas.

Expansión y Contracción del Suelo:

Suelos expansivos, como arcillas, tienen la capacidad de expandirse considerablemente con la absorción de agua y contraerse al secarse. Estos cambios volumétricos pueden ejercer presiones significativas sobre las cimentaciones, lo que resulta en movimientos y deformaciones no deseadas en la estructura.

Corrosión de Armaduras y Elementos Estructurales:

La presencia de humedad puede acelerar la corrosión de las armaduras de acero en cimentaciones y elementos estructurales de concreto. Esto debilita la resistencia estructural y puede comprometer la integridad de la cimentación, causando agrietamientos y pérdida de capacidad de carga.

Prevención y Mitigación:

Impermeabilización adecuada: El uso de materiales impermeables en la construcción y el diseño de sistemas de drenaje adecuados ayuda a prevenir la infiltración de agua en la cimentación.

Control del Drenaje: El manejo adecuado de las aguas pluviales alrededor de la estructura y la implementación de sistemas de drenaje evitan acumulaciones de agua cerca de la cimentación.

Adecuada compactación del suelo: La compactación adecuada del suelo durante la construcción minimiza los efectos de expansión y contracción del suelo.

Uso de materiales resistentes a la corrosión: La selección de materiales que sean menos susceptibles a la corrosión reduce los efectos negativos de la humedad en los elementos estructurales.

Los daños causados por la humedad en las cimentaciones son una preocupación significativa en la ingeniería civil, ya que pueden comprometer la estabilidad y durabilidad de las estructuras. La prevención y mitigación adecuadas, junto con un diseño estructural cuidadoso, son clave para minimizar estos efectos negativos y garantizar la integridad de las cimentaciones a lo largo del tiempo.

El Nivel Freático en Ingeniería Civil: Concepto, Impacto y Consideraciones

El nivel freático es el término que describe el nivel superior del agua subterránea en el suelo. Este nivel representa la profundidad a la que se encuentra el agua en el subsuelo y juega un papel crucial en el diseño y la construcción de estructuras, así como en la estabilidad del suelo.

Concepto y Determinación:

El nivel freático es la superficie donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. Este nivel varía dependiendo de varios factores, como la temporada, la precipitación, la geología local y la topografía del terreno.

Se determina mediante estudios geotécnicos que involucran sondeos y análisis de muestras de suelo para identificar la profundidad y fluctuación del nivel freático en un área determinada.

Impacto en la Ingeniería Civil:

El nivel freático puede tener un impacto significativo en la estabilidad de las estructuras y en el comportamiento del suelo.

En áreas donde el nivel freático es alto, puede provocar la saturación del suelo, lo que disminuye la capacidad de soporte y aumenta la compresibilidad del terreno. Esto puede resultar en asentamientos no deseados, deslizamientos de tierra o problemas de cimentación.

Consideraciones en el Diseño:

Los ingenieros civiles deben tener en cuenta el nivel freático al diseñar cimentaciones y estructuras. Es esencial evaluar cómo la presencia del agua puede afectar la estabilidad y durabilidad de una construcción.

Estrategias de drenaje, como sistemas de bombeo, zanjas de drenaje o impermeabilización adecuada, se implementan para controlar y reducir el impacto del nivel freático en las estructuras.

Efectos en la Construcción:

Durante la construcción, el nivel freático puede ser un desafío significativo, especialmente al excavar zanjas o cimentaciones. La presencia de agua puede dificultar la excavación y aumentar los riesgos de derrumbes o inundaciones.

Monitoreo y Gestión:

Es fundamental realizar un monitoreo continuo del nivel freático en proyectos de ingeniería civil para identificar cualquier cambio significativo que pueda afectar la estabilidad de las estructuras.

La gestión adecuada del nivel freático implica estrategias de control y mitigación para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones a lo largo del tiempo.

Conclusión:

El nivel freático es un factor crucial en la ingeniería civil que puede influir significativamente en la estabilidad y durabilidad de las estructuras. La comprensión precisa de su comportamiento y sus efectos es fundamental para tomar decisiones informadas durante el diseño, la construcción y el mantenimiento de proyectos de ingeniería civil.

Cimentaciones en Ingeniería Civil: Elementos Fundamentales para la Estabilidad Estructural

En la ingeniería civil, las cimentaciones son elementos primordiales que proveen soporte y estabilidad a cualquier estructura construida sobre el suelo. Su función principal es distribuir las cargas de la edificación al suelo subyacente de manera segura y uniforme.

Tipos de Cimentaciones:

Cimentaciones Superficiales: incluyen zapatas aisladas, zapatas corridas y losas. Se utilizan en suelos firmes y poco profundos.

Cimentaciones Profundas: como pilotes y caissons, son necesarias cuando el suelo superficial no tiene la capacidad de soporte suficiente y es necesario alcanzar capas más estables.

Cimentaciones Semiprofundas: como micropilotes, se emplean en áreas con limitaciones de espacio o condiciones especiales del suelo.

Factores Clave en el Diseño de Cimentaciones:

Características del Suelo: Análisis geotécnicos para evaluar la capacidad de carga, compresibilidad, permeabilidad y estratificación del suelo.

Cargas Estructurales: Considerar las cargas previstas, tanto estáticas como dinámicas, que la estructura ejercerá sobre la cimentación.

Naturaleza de la Estructura: Adaptar el diseño de la cimentación a la forma, el tamaño y la disposición de la estructura.

Proceso de Diseño y Construcción:

El diseño de cimentaciones involucra una planificación detallada, incluyendo estudios del suelo, análisis estructural y selección del tipo de cimentación más adecuado. Se utilizan herramientas y software especializados para modelar el comportamiento de las cimentaciones bajo diferentes cargas y condiciones.

La construcción de cimentaciones implica la preparación del terreno, excavación, colocación de armaduras y vertido de concreto. El proceso se lleva a cabo con estrictos estándares de calidad y supervisión para asegurar la integridad de la cimentación.

Importancia de Cimentaciones en la Ingeniería Civil:

La estabilidad y durabilidad de cualquier estructura dependen en gran medida de una cimentación adecuadamente diseñada y construida. Las cimentaciones bien ejecutadas garantizan la seguridad de las edificaciones y

previenen problemas como asentamientos diferenciales, daños estructurales o colapsos.

Conclusiones:

Las cimentaciones son elementos cruciales en la ingeniería civil, ya que proporcionan la base sobre la cual se erigen las estructuras. Su diseño y construcción precisan un conocimiento profundo del suelo, cargas esperadas y técnicas constructivas adecuadas para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones a lo largo del tiempo.

El Límite Líquido en Ingeniería Civil: Definición, Determinación y Relevancia

El límite líquido es una propiedad importante de los suelos y desempeña un papel fundamental en la ingeniería civil, especialmente en el diseño de cimentaciones y en la evaluación de la plasticidad de los suelos. Este límite es una medida de la consistencia y la plasticidad de un suelo, representando el punto en el que el suelo pasa de un estado semilíquido a uno plástico durante un ensayo de laboratorio.

Definición del Límite Líquido:

El límite líquido se define como el contenido de humedad en el suelo en el cual este comienza a comportarse como un líquido. Se determina mediante la prueba de límite líquido, que implica realizar ensayos en muestras de suelo con un aparato llamado "copa de Casagrande". Durante este ensayo, se aplica una serie de golpes al suelo, y el límite líquido se alcanza cuando el suelo deja de fluir como un líquido y comienza a deformarse como un material plástico.

Relevancia en Ingeniería Civil:

El límite líquido proporciona información crucial sobre la plasticidad del suelo, lo que influye en su comportamiento frente a cargas y deformaciones. En la ingeniería civil, comprender este límite es esencial para determinar la capacidad de un suelo para soportar cargas, predecir su estabilidad y tomar decisiones adecuadas en el diseño de cimentaciones y terraplenes.

Determinación del Límite Líquido:

La determinación precisa del límite líquido implica el uso de pruebas estandarizadas de laboratorio, como la prueba de Casagrande. Durante esta prueba, se va añadiendo agua gradualmente a una muestra de suelo, mezclándola hasta que el suelo adquiere una consistencia específica. La humedad correspondiente a este punto se registra como el límite líquido.

Interpretación de Resultados:

Los resultados de la prueba de límite líquido se expresan en términos de porcentaje de humedad. Este valor proporciona una indicación de la plasticidad del suelo: cuanto mayor sea el límite líquido, mayor será la plasticidad y la capacidad del suelo para deformarse bajo cargas.

Aplicaciones Prácticas:

En ingeniería civil, el límite líquido se utiliza para clasificar los suelos en diferentes grupos según su comportamiento. Suelos con límites líquidos altos, como arcillas, tienden a ser más plásticos y requieren consideraciones especiales en el diseño de cimentaciones para evitar asentamientos excesivos.

Conclusiones:

El límite líquido es una propiedad fundamental en la ingeniería civil, proporcionando información valiosa sobre la plasticidad y el comportamiento

de los suelos. Comprender y calcular este límite es esencial para el diseño y la construcción de estructuras seguras y estables, ayudando a los ingenieros a tomar decisiones informadas en la selección de cimentaciones y en la prevención de problemas geotécnicos.

El Límite Líquido: Un Parámetro Clave en la Caracterización de Suelos

Dentro del vasto campo de la ingeniería civil, el concepto de límite líquido se erige como un factor fundamental en la evaluación y comprensión de las propiedades de los suelos. Este parámetro, esencial en la mecánica de suelos, se refiere a la humedad mínima a la que un suelo pasa de un estado plástico a uno líquido bajo condiciones de carga y presión específicas.

En términos más técnicos, el límite líquido se define como el contenido de humedad en el suelo en el cual el mismo tiene la suficiente plasticidad para que, al ser moldeado en un surco de ciertas dimensiones, dicho surco cerrará una longitud de 12.7 mm ($\frac{1}{2}$ pulgada) mediante 25 golpes estándar de una copa de Casagrande.

Esta propiedad del suelo se determina a través de pruebas de laboratorio, específicamente la Prueba de Límite Líquido de Casagrande, que implica la aplicación de procedimientos estandarizados para medir la plasticidad de los suelos. Durante esta prueba, se agrega agua gradualmente a una muestra de suelo seco, mezclando y amasando hasta obtener una consistencia específica. Se moldea en la forma de un surco y se golpea, observando a partir de qué punto el surco cierra bajo la cantidad estándar de golpes.

El límite líquido es un indicador crucial en la clasificación de suelos, ya que define la transición entre estados de comportamiento plástico y líquido. Esta

caracterización es de suma importancia en la ingeniería civil, ya que proporciona información valiosa sobre la compresibilidad, la resistencia y el comportamiento de flujo de los suelos bajo cargas y presiones aplicadas.

Es vital en el diseño de cimentaciones y en la predicción del asentamiento de estructuras, ya que suelos con límites líquidos más altos tienden a tener una mayor compresibilidad y, por lo tanto, pueden experimentar mayores asentamientos bajo cargas similares. Asimismo, el límite líquido influye en la estabilidad de taludes y terraplenes, así como en la planificación de obras civiles.

El conocimiento del límite líquido permite a los ingenieros civiles tomar decisiones fundamentadas en cuanto a la elección de técnicas de construcción, la selección de materiales y la mitigación de riesgos en proyectos de ingeniería. Además, ayuda a comprender mejor el comportamiento del suelo ante variaciones de humedad, facilitando la toma de medidas preventivas o correctivas para garantizar la estabilidad y la seguridad de las estructuras.

En resumen, el límite líquido es un parámetro determinante en la evaluación de suelos, proporcionando información valiosa sobre su comportamiento plástico-líquido y siendo un elemento crucial en el diseño y la planificación de proyectos de ingeniería civil.

Diseño y Construcción de Piscinas: Consideraciones Importantes desde la Ingeniería Civil

Las piscinas son estructuras populares que proporcionan recreación y entretenimiento, y su construcción requiere un enfoque meticuloso desde el

campo de la ingeniería civil para garantizar su funcionalidad, durabilidad y seguridad.

Diseño de Piscinas:

El diseño de una piscina implica considerar una serie de factores esenciales:

Topografía del Terreno: La ubicación y la topografía del terreno influyen en el diseño y la construcción de la piscina.

Cargas y Estrés: Es crucial evaluar las cargas que la estructura de la piscina soportará, como la presión del agua y la carga dinámica durante su uso.

Materiales de Construcción: La selección de materiales resistentes y duraderos, como el concreto armado o acero inoxidable, es clave para la longevidad de la piscina.

Proceso de Construcción:

Excavación y Preparación del Terreno: Se realiza la excavación según el diseño establecido y se prepara la base para la piscina.

Construcción de la Estructura: Se construye la estructura de la piscina utilizando los materiales seleccionados, asegurando su resistencia y estanqueidad.

Sistemas de Fontanería y Filtración: Se instalan los sistemas de fontanería, filtración y desagüe para garantizar el funcionamiento adecuado de la piscina.

Consideraciones Geotécnicas:

Drenaje del Terreno: Se debe tener en cuenta el drenaje adecuado para evitar problemas de estabilidad del terreno y daños a la estructura.

Impacto del Agua Subterránea: Evaluar el nivel freático para prevenir problemas de filtraciones o levantamiento del suelo.

Seguridad y Normativas:

Las piscinas deben cumplir con normativas de seguridad, incluyendo cercas, sistemas de filtración y profundidades seguras.

El diseño también debe contemplar la resistencia estructural para prevenir accidentes y mantener la integridad de la piscina.

Mantenimiento y Conservación:

Un plan de mantenimiento regular es esencial para prolongar la vida útil de la piscina, incluyendo limpieza, tratamientos químicos y revisión de sistemas.

La inspección periódica de la estructura ayuda a identificar y reparar cualquier daño o deterioro.

Conclusiones:

La construcción de piscinas requiere una combinación de conocimientos técnicos en ingeniería civil, geotecnia y normativas de seguridad. Un enfoque integral en el diseño, construcción y mantenimiento garantiza la funcionalidad, seguridad y durabilidad de estas estructuras, proporcionando un espacio de recreación seguro y atractivo.

Piscinas en Azoteas: Diseño, Construcción y Consideraciones de Ingeniería Civil

Las piscinas en azoteas son una opción moderna y atractiva en la arquitectura contemporánea, que ofrece un espacio recreativo y de relajación único. Desde el punto de vista de la ingeniería civil, su diseño y construcción plantean desafíos específicos que requieren un enfoque especializado para garantizar su seguridad y durabilidad.

Factores a Considerar en el Diseño:

Carga Estructural: El peso adicional del agua de la piscina y los materiales de construcción debe ser considerado al evaluar la capacidad de carga de la azotea.

Impermeabilización: Un sellado adecuado es esencial para prevenir filtraciones de agua y proteger la estructura del edificio.

Drenaje y Sistemas de Filtración: La instalación de sistemas de drenaje eficientes y sistemas de filtración adecuados es crucial para mantener la calidad del agua y prevenir problemas de estancamiento o filtraciones.

Aspectos Geotécnicos y Estructurales:

Evaluación de la Azotea: Es esencial realizar estudios geotécnicos para evaluar la capacidad de carga y la estabilidad del suelo de la azotea.

Impacto del Agua en la Estructura: Evaluar el efecto del agua acumulada en la azotea sobre la estructura del edificio para prevenir daños.

Normativas y Seguridad:

Las piscinas en azoteas deben cumplir con las regulaciones locales y estándares de seguridad para garantizar la protección de los usuarios y la integridad estructural.

Se deben considerar elementos de seguridad como barandas, sistemas de drenaje seguros y señalización adecuada.

Construcción y Mantenimiento:

La construcción requiere un enfoque meticuloso, asegurando la correcta impermeabilización y colocación de los sistemas de drenaje.

El mantenimiento periódico es esencial para prevenir filtraciones, garantizar la calidad del agua y asegurar la durabilidad de la estructura.

Ventajas y Desafíos:

Las piscinas en azoteas ofrecen una vista panorámica y un espacio de ocio exclusivo.

Sin embargo, presentan desafíos técnicos y estructurales que requieren un diseño y construcción especializados.

Conclusiones:

Las piscinas en azoteas, si se diseñan y construyen adecuadamente, pueden ser un elemento distintivo y atractivo en la arquitectura moderna. La consideración cuidadosa de aspectos de ingeniería civil, como la carga estructural, impermeabilización y drenaje, es esencial para garantizar su seguridad, durabilidad y funcionalidad, proporcionando un espacio de recreación único y seguro.

Losas Macizas en Azoteas: Diseño, Construcción y Consideraciones de Ingeniería Civil

Las losas macizas en azoteas son elementos estructurales clave que ofrecen soporte y estabilidad a las cubiertas superiores de los edificios. Desde la perspectiva de la ingeniería civil, el diseño y la construcción de estas losas requieren una planificación meticulosa para garantizar su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar cargas.

Diseño de Losas Macizas:

Análisis Estructural: Se lleva a cabo un análisis exhaustivo para determinar las cargas previstas, teniendo en cuenta elementos como el clima, la ubicación y el uso previsto de la azotea.

Selección de Materiales: La elección de materiales duraderos y resistentes es crucial para asegurar la capacidad de la losa para soportar cargas y resistir la exposición a los elementos.

Consideraciones Técnicas:

Espesor y Refuerzo: El espesor de la losa y la disposición del refuerzo estructural se determinan en base al análisis de cargas y a las especificaciones de diseño.

Condiciones Geotécnicas: Se realizan evaluaciones del suelo para comprender la capacidad de carga del terreno y adaptar el diseño de la losa en consecuencia.

Métodos de Construcción:

Colocación y Vertido del Concreto: Se sigue un proceso controlado para verter y nivelar el concreto, asegurando una distribución uniforme y resistencia estructural óptima.

Curado y Protección: El curado adecuado del concreto y medidas de protección contra daños durante y después de la construcción son esenciales para mantener la integridad de la losa.

Impermeabilización y Aislamiento:

Sistemas de Impermeabilización: Se instalan sistemas impermeabilizantes para proteger la losa y prevenir filtraciones de agua hacia el interior del edificio.

Aislamiento Térmico y Acústico: Se pueden integrar materiales de aislamiento para mejorar las propiedades térmicas y acústicas de la losa.

Normativas y Seguridad:

Se deben seguir las normativas y estándares de construcción para garantizar la seguridad estructural y la conformidad con las regulaciones locales.

Elementos de seguridad, como barandas y señalización, pueden ser necesarios dependiendo del uso y la accesibilidad de la azotea.

Mantenimiento y Durabilidad:

Un programa de mantenimiento regular es vital para preservar la integridad de la losa, incluyendo inspecciones periódicas y reparaciones necesarias.

La durabilidad de la losa maciza está vinculada a la calidad de los materiales y la ejecución durante la construcción.

Conclusiones:

Las losas macizas en azoteas son elementos esenciales en la ingeniería civil, proporcionando soporte y protección a las áreas superiores de los edificios. Un diseño y construcción cuidadosos, considerando aspectos técnicos, materiales adecuados y normativas, son fundamentales para garantizar la resistencia, durabilidad y seguridad de estas estructuras.

Fuerzas Sísmicas: Consideraciones y Diseño en Ingeniería Civil

Las fuerzas sísmicas representan uno de los desafíos más significativos en el diseño de estructuras para ingenieros civiles, ya que buscan comprender y mitigar los efectos de los movimientos telúricos en edificaciones y estructuras.

¿Qué son las Fuerzas Sísmicas?

Las fuerzas sísmicas son las vibraciones o movimientos del suelo causados por terremotos o sismos. Estos eventos generan cargas horizontales y verticales que afectan las estructuras, ejerciendo presiones y desplazamientos sobre ellas.

Comportamiento Sísmico de las Estructuras:

Las estructuras deben ser capaces de resistir y disipar la energía generada por un terremoto para reducir el riesgo de colapso.

La resistencia sísmica implica la capacidad de las estructuras para deformarse sin fallar bajo las fuerzas provocadas por el sismo.

Factores que Influyen en las Fuerzas Sísmicas:

Localización Geográfica: La ubicación de una estructura en una zona sísmica determinará la intensidad y frecuencia de los sismos que puedan afectarla.

Características del Suelo: La composición del suelo influye en la manera en que las ondas sísmicas se propagan y afectan a las estructuras.

Tipo de Edificación: La resistencia de una estructura ante fuerzas sísmicas varía según su diseño y materiales de construcción.

Diseño Sísmico:

Los códigos de construcción incluyen disposiciones para el diseño sísmico que establecen criterios y estándares para la construcción de edificios en zonas sísmicas.

Se emplean técnicas como el aislamiento sísmico, amortiguadores y estructuras de disipación de energía para reducir los efectos de las fuerzas sísmicas.

Métodos de Análisis Sísmico:

Los ingenieros realizan análisis dinámicos y estáticos para evaluar el comportamiento de las estructuras frente a fuerzas sísmicas.

Modelos matemáticos y herramientas de software especializadas permiten simular y predecir cómo una estructura responderá a los movimientos sísmicos.

Importancia en la Ingeniería Civil:

El diseño adecuado para resistir fuerzas sísmicas es esencial para la seguridad pública y la reducción de daños en caso de terremotos.

Los ingenieros civiles desempeñan un papel fundamental en la planificación y construcción de estructuras resilientes frente a sismos.

Conclusiones:

Las fuerzas sísmicas representan un desafío crítico en la ingeniería civil. El diseño y la construcción de estructuras capaces de resistir y disipar estas fuerzas son fundamentales para mitigar los riesgos y proteger la vida humana y las propiedades ante eventos sísmicos.

Las fuerzas hidrodinámicas

Las fuerzas hidrodinámicas son un componente esencial en el análisis y diseño de estructuras marinas, costeras y fluviales en la ingeniería civil. Estas fuerzas se refieren a las presiones y movimientos generados por el agua en movimiento, como corrientes, olas y mareas, y son de gran relevancia al evaluar la estabilidad y resistencia de estructuras expuestas al entorno acuático.

Tipos de Fuerzas Hidrodinámicas:

Fuerzas de Oleaje: Resultan de la acción de las olas sobre estructuras costeras o marinas, generando presiones y cargas variables.

Corrientes y Mareas: Las corrientes fluviales o marítimas generan fuerzas que ejercen presión lateral sobre estructuras expuestas.

Arrastre y Empuje: Se producen debido al movimiento del agua contra superficies sumergidas, lo que puede causar tensiones y cargas adicionales.

Importancia en la Ingeniería Civil:

Las fuerzas hidrodinámicas son fundamentales en el diseño de muelles, diques, puentes, estructuras costeras y otros proyectos ubicados en áreas expuestas al agua.

Comprender y anticipar estas fuerzas es crucial para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de las estructuras.

Análisis y Modelado:

Ingenieros civiles emplean modelos matemáticos y herramientas de simulación para predecir y evaluar las fuerzas hidrodinámicas que actúan sobre las estructuras.

Estudios hidrodinámicos permiten determinar la resistencia de las estructuras a las fuerzas del agua y ajustar su diseño en consecuencia.

Diseño y Estrategias de Mitigación:

Se implementan estrategias de diseño como rompeolas, amortiguadores, estructuras de disipación de energía y sistemas de anclaje para reducir los efectos adversos de las fuerzas hidrodinámicas.

El diseño de estructuras marinas y costeras toma en cuenta factores como la altura de las olas, la velocidad de las corrientes y las mareas para lograr una construcción segura y resistente.

Retos y Consideraciones Adicionales:

Las fuerzas hidrodinámicas pueden variar significativamente en función de la ubicación geográfica, la temporada y la intensidad de los fenómenos naturales.

La prevención de daños estructurales y la protección del entorno circundante son aspectos críticos en el diseño de proyectos expuestos a fuerzas hidrodinámicas.

Conclusiones:

Las fuerzas hidrodinámicas son un componente fundamental en la ingeniería civil, especialmente en proyectos costeros y marinos. Comprender su impacto, realizar análisis precisos y aplicar estrategias de diseño adecuadas son esenciales para asegurar la estabilidad y resistencia de las estructuras frente al entorno acuático cambiante y dinámico.

Impacto Ambiental en la Ingeniería Civil: Consideraciones y Responsabilidades

La ingeniería civil desempeña un papel crucial en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras que satisfacen las necesidades humanas, pero este desarrollo humano puede tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los ingenieros civiles, conscientes de su responsabilidad ambiental, se esfuerzan por minimizar este impacto y promover prácticas sostenibles.

Tipos de Impacto Ambiental:

Alteración del Paisaje: La construcción de infraestructuras puede modificar el entorno natural, afectando la biodiversidad y la estética del lugar.

Contaminación: La actividad constructiva puede generar contaminantes como polvo, ruido, emisiones de vehículos y residuos que afectan la calidad del aire, agua y suelos.

Uso de Recursos Naturales: La extracción de materiales y recursos para la construcción puede agotar o modificar los ecosistemas locales.

Prácticas para Mitigar el Impacto Ambiental:

Diseño Sostenible: Los ingenieros civiles incorporan prácticas de diseño que minimizan el impacto en el medio ambiente, como el uso de materiales reciclados, reducción del consumo de energía y agua, y la implementación de tecnologías verdes.

Gestión de Residuos: Se promueve el reciclaje y la reutilización de materiales para reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos.

Evaluación de Impacto Ambiental: Antes de iniciar un proyecto, se llevan a cabo estudios para identificar y mitigar posibles impactos ambientales adversos.

Tecnología y Avances Sostenibles:

Infraestructuras Verdes: Se fomenta la construcción de edificaciones y carreteras con sistemas que reducen el consumo de recursos y minimizan la huella ambiental.

Innovación en Materiales: Se investigan y desarrollan materiales más ecológicos y resistentes para reducir el impacto ambiental de la construcción.

Legislación y Normativas:

Los gobiernos y organismos reguladores establecen normativas ambientales que los proyectos de ingeniería civil deben cumplir para proteger el entorno natural.

Los ingenieros civiles deben trabajar dentro de los marcos legales y adoptar estándares ambientales en todas las etapas de sus proyectos.

Educación y Concientización:

Se promueve la formación de profesionales con conciencia ambiental, enfocados en desarrollar soluciones sostenibles y respetuosas con el entorno.

La sensibilización de la comunidad sobre la importancia de la ingeniería civil sostenible es fundamental para impulsar un cambio positivo.

Conclusión:

La ingeniería civil desempeña un papel esencial en la sociedad, pero también conlleva una gran responsabilidad ambiental. Los ingenieros civiles trabajan constantemente para minimizar el impacto ambiental de sus proyectos, adoptando prácticas sostenibles e innovadoras que buscan preservar el entorno natural para las generaciones futuras.

Conceptos Fundamentales en la Estructuración: Bases para la Ingeniería Civil

La estructuración en ingeniería civil implica la creación de diseños robustos y seguros para soportar cargas, resistir fuerzas externas y mantener la integridad de las construcciones. Antes de adentrarse en el diseño estructural, es vital comprender conceptos clave que son fundamentales para garantizar la estabilidad y la seguridad de las edificaciones.

Cargas Estructurales:

Las cargas estructurales incluyen las cargas gravitacionales (peso propio de la estructura y cargas aplicadas) y las cargas laterales (viento, sismo, presión del suelo).

Es crucial calcular y considerar estas cargas para diseñar estructuras capaces de resistirlas sin comprometer su integridad.

Esfuerzos y Deformaciones:

Los esfuerzos, como la compresión, tensión y cortante, son fuerzas internas que actúan sobre los materiales estructurales.

Las deformaciones, como la elongación, compresión o flexión, son respuestas físicas de los materiales ante los esfuerzos aplicados.

Propiedades de los Materiales:

Conocer las propiedades mecánicas de los materiales, como la resistencia, elasticidad, ductilidad y fragilidad, es esencial para elegir los materiales adecuados en el diseño estructural.

Estabilidad y Equilibrio:

La estabilidad de una estructura se relaciona con su capacidad para mantenerse en equilibrio bajo cargas externas y garantizar la seguridad.

El equilibrio estructural, donde las fuerzas y momentos se contrarrestan, es fundamental para evitar desplomes o colapsos.

Sistemas Estructurales:

Diversos sistemas estructurales, como vigas, columnas, losas y sistemas de arriostramiento, se utilizan para distribuir cargas y resistir fuerzas.

La elección del sistema estructural adecuado depende del tipo de estructura y las condiciones del entorno.

Normativas y Estándares:

Las normativas de diseño y construcción proporcionan directrices y criterios técnicos para asegurar la seguridad y calidad de las estructuras.

Los ingenieros deben seguir estas normativas y estándares para garantizar la conformidad legal y la seguridad de sus diseños.

Avances Tecnológicos:

La incorporación de software de modelado estructural y tecnologías innovadoras permite análisis más precisos y diseños más eficientes y seguros.

Educación Continua:

Los ingenieros civiles deben mantenerse actualizados con los avances en el campo de la ingeniería estructural mediante educación continua y desarrollo profesional.

Conclusión:

Los conceptos previos en la estructuración son los cimientos sobre los cuales se construyen diseños seguros y estables en ingeniería civil. Comprender y aplicar estos conceptos es esencial para la creación exitosa de estructuras resistentes y duraderas que cumplan con las necesidades de la sociedad moderna.

Las cargas estructurales son elementos fundamentales en el diseño y la ingeniería de estructuras, representando las fuerzas que actúan sobre una construcción y que deben ser consideradas meticulosamente para garantizar la estabilidad y seguridad de una edificación. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, comprender y evaluar estas cargas es esencial en todo proyecto de construcción.

Tipos de Cargas Estructurales:

Cargas Gravitacionales: Estas incluyen el peso propio de la estructura, como las losas, columnas, vigas y cualquier elemento de construcción, junto con cargas aplicadas, como muebles, equipos y la carga viva, que consiste en personas o actividades dinámicas.

Cargas Laterales: Son fuerzas horizontales que actúan sobre la estructura, como el viento, sismos, empuje del suelo y fuerzas de impacto. Estas cargas pueden influir significativamente en la estabilidad y el diseño de la estructura.

Consideraciones en la Evaluación de Cargas:

Estimación Precisa: La evaluación exacta de las cargas es crucial. Se utilizan normativas y códigos de construcción para determinar y calcular las cargas máximas esperadas en una estructura, considerando diferentes escenarios y condiciones.

Distribución de Cargas: Las cargas deben distribuirse adecuadamente a través de los elementos estructurales para evitar puntos de concentración de esfuerzos que puedan debilitar la estructura.

Factores de Seguridad: Se aplican factores de seguridad en los cálculos para asegurar que la estructura pueda resistir cargas que excedan las estimaciones, garantizando un margen de seguridad adecuado.

Impacto en el Diseño Estructural:

Las cargas estructurales influyen en la selección de materiales, dimensiones de los elementos estructurales y en la distribución de refuerzos para asegurar que la estructura pueda resistir las cargas previstas durante su vida útil.

Tecnologías y Herramientas de Análisis:

Se emplean software de modelado y análisis estructural para simular y evaluar el comportamiento de la estructura bajo diferentes cargas, permitiendo realizar diseños más precisos y eficientes.

Normativas y Estándares:

Los ingenieros civiles deben adherirse a normativas y estándares de construcción que establecen los requisitos mínimos de diseño y seguridad estructural para garantizar la integridad de las edificaciones.

Conclusiones:

Las cargas estructurales son elementos vitales en el diseño y construcción de cualquier estructura. La comprensión precisa de estas cargas, su correcta evaluación y aplicación en el diseño son fundamentales para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de las edificaciones.

Las vigas y columnas son elementos fundamentales en el diseño estructural, desempeñando roles específicos en la resistencia y estabilidad de las edificaciones. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, entender sus características, funciones y métodos de diseño es esencial para crear estructuras seguras y duraderas.

Vigas:

Las vigas son elementos estructurales horizontales que transfieren cargas principalmente en dirección perpendicular a su eje longitudinal. Sus funciones principales son:

Soporte de Cargas: Las vigas distribuyen las cargas verticales de la estructura y el peso propio hacia los pilares o columnas, transmitiéndolas al suelo de manera uniforme.

Resistencia a Flexión: Están diseñadas para resistir momentos de flexión causados por cargas y fuerzas aplicadas a la estructura.

Tipos de Vigas:

Vigas de Carga: Se utilizan para soportar cargas gravitacionales, como losas de techo, pisos o techos.

Vigas de Soporte: Se emplean para proporcionar apoyo a otros elementos estructurales, como vigas de borde o vigas de cimentación.

Columnas:

Las columnas son elementos verticales que transfieren cargas verticales hacia los cimientos, proporcionando soporte vertical a la estructura. Sus funciones clave son:

Resistencia a Compresión: Están diseñadas para soportar cargas verticales y resistir fuerzas compresivas.

Estabilidad Estructural: Proporcionan estabilidad lateral a la estructura y evitan movimientos indeseados.

Tipos de Columnas:

Columnas Interiores: Se encuentran dentro del perímetro de la estructura y soportan cargas internas, como las de losas y vigas.

Columnas Exteriores: Ubicadas en los bordes o esquinas de la construcción, proporcionan soporte adicional y resistencia a fuerzas laterales.

Diseño y Dimensionamiento:

El diseño de vigas y columnas implica cálculos estructurales para determinar las dimensiones adecuadas, el tipo de material y el refuerzo necesario para resistir las cargas aplicadas.

Materiales y Refuerzos:

Se utilizan materiales como el concreto, acero y madera, seleccionados según las necesidades estructurales y las cargas a soportar.

Se aplican refuerzos, como barras de refuerzo de acero, para mejorar la resistencia y capacidad de carga de vigas y columnas.

Avances en el Diseño:

Tecnologías modernas y software de análisis estructural permiten optimizar el diseño de vigas y columnas, garantizando su eficiencia y seguridad.

Conclusiones:

Las vigas y columnas son elementos esenciales en la ingeniería civil, desempeñando roles cruciales en la resistencia y estabilidad de las estructuras. Su diseño y dimensionamiento adecuados, combinados con materiales apropiados, son fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de cualquier construcción.

La separación sísmica es una técnica fundamental en la ingeniería civil para reducir los efectos de los movimientos sísmicos en estructuras y edificaciones. Esta estrategia, vista desde la perspectiva de un ingeniero civil, se centra en minimizar la transferencia de energía sísmica a través de sistemas de

aislamiento o dispositivos especializados. A continuación, se analizan sus aspectos principales:

Objetivo de la Separación Sísmica:

La separación sísmica tiene como objetivo principal reducir la transmisión de fuerzas y movimientos provenientes de un terremoto hacia la estructura de un edificio o infraestructura.

Principios de Funcionamiento:

Los sistemas de aislamiento sísmico emplean materiales flexibles o dispositivos, como aisladores de base, rodamientos, o dispositivos de deslizamiento, para disipar o absorber la energía generada por un terremoto.

Estos dispositivos permiten que la estructura se mueva independientemente del suelo, disminuyendo las fuerzas sísmicas transmitidas y minimizando daños.

Tipos de Sistemas de Aislamiento Sísmico:

Aisladores de Base: Utilizan elementos flexibles, como cojines de neopreno o dispositivos de elastómeros, colocados entre el cimiento y la estructura para amortiguar las vibraciones sísmicas.

Rodamientos Sísmicos: Emplean dispositivos de deslizamiento o rodamientos para permitir el movimiento relativo entre la base y la estructura.

Muelles de Aislamiento Sísmico: Son dispositivos que utilizan resortes metálicos o de goma para absorber y disipar la energía sísmica.

Ventajas de la Separación Sísmica:

Reduce significativamente el daño estructural y minimiza el riesgo de colapso durante terremotos.

Protege la integridad de la estructura y su contenido, proporcionando una mayor seguridad a los ocupantes.

Consideraciones Importantes:

El diseño de sistemas de separación sísmica debe ser cuidadoso y considerar aspectos como el peso y la geometría de la estructura, las características del suelo y las cargas sísmicas esperadas.

Se deben seguir las normativas y estándares de construcción específicos para garantizar la efectividad y seguridad de los sistemas de aislamiento sísmico.

Aplicaciones Prácticas:

Los sistemas de separación sísmica se utilizan en una amplia gama de estructuras, desde edificios altos y puentes hasta infraestructuras críticas como hospitales y centros de emergencia.

Conclusiones:

La separación sísmica es una técnica esencial en la ingeniería civil para proteger las estructuras y reducir el riesgo de daños durante eventos sísmicos. La implementación adecuada de sistemas de aislamiento sísmico contribuye significativamente a la seguridad y resiliencia de las edificaciones en áreas propensas a terremotos.

La zonificación sísmica

Es un proceso fundamental en la ingeniería civil que implica la división de áreas geográficas en distintas zonas según el riesgo y la probabilidad de ocurrencia de terremotos. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, la

zonificación sísmica es crucial para el diseño y la construcción de estructuras seguras y resilientes. A continuación, se abordan sus aspectos principales:

Objetivos de la Zonificación Sísmica:

Identificar y delimitar áreas geográficas con niveles variables de riesgo sísmico.

Establecer criterios para el diseño sísmico de estructuras en función de la amenaza sísmica esperada en cada zona.

Factores Considerados en la Zonificación Sísmica:

Historial de actividad sísmica: Se evalúan datos históricos de terremotos para comprender la frecuencia y magnitud de los eventos sísmicos en una región.

Características geológicas: La geología local, como la composición del suelo y la presencia de fallas tectónicas, influye en la propagación y el impacto de los terremotos.

Modelos probabilísticos: Se utilizan modelos estadísticos para estimar la probabilidad de ocurrencia de terremotos en diferentes áreas.

Clasificación de Zonas Sísmicas:

Las zonas sísmicas se clasifican en función del riesgo sísmico, generalmente designadas como zonas sísmicas de baja, media, alta y muy alta peligrosidad.

Estas zonas se identifican con base en la intensidad sísmica esperada y el periodo de retorno de los terremotos.

Importancia en el Diseño Sísmico:

La zonificación sísmica proporciona información crucial para el diseño de estructuras, permitiendo a los ingenieros adaptar las especificaciones de construcción a las condiciones sísmicas locales.

Las normativas de construcción incluyen disposiciones específicas para cada zona, estableciendo los requisitos mínimos para el diseño sísmico de edificaciones.

Evaluación y Actualización Periódica:

La zonificación sísmica se revisa y actualiza periódicamente para reflejar nuevos datos, avances científicos y cambios en la actividad sísmica de una región.

Esta revisión constante permite ajustar y mejorar las regulaciones de construcción en función de la evolución de la comprensión del riesgo sísmico.

Aplicaciones Prácticas:

La zonificación sísmica se utiliza como base para el diseño y la planificación urbana, la evaluación de riesgos, la toma de decisiones de políticas públicas y la preparación para desastres.

Conclusiones:

La zonificación sísmica es un componente esencial en la ingeniería civil, ya que proporciona información fundamental para el diseño de estructuras resilientes en áreas propensas a terremotos. La comprensión de las diferentes zonas sísmicas y la adaptación de las construcciones a sus características específicas son clave para reducir el riesgo y mitigar los daños en caso de eventos sísmicos.

El concepto de Centro de Masa y Centro de Rigidez es fundamental en la ingeniería civil, especialmente en el diseño y análisis de estructuras. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, estos conceptos se refieren a puntos clave que influyen en el comportamiento y la estabilidad de una estructura. A continuación, se describen estos conceptos y su relevancia en el campo de la ingeniería estructural:

Centro de Masa:

El Centro de Masa, también conocido como centro de gravedad, es el punto teórico en el cual se concentra toda la masa de un cuerpo o sistema. En una estructura, este punto es crucial para entender su comportamiento bajo la acción de la gravedad y las cargas aplicadas.

Importancia: El conocimiento del Centro de Masa es esencial para entender cómo las cargas se distribuyen y actúan sobre la estructura. Permite calcular la posición teórica de la masa total de la estructura y es relevante en el diseño de cimentaciones, distribución de cargas y análisis de estabilidad.

Centro de Rigidez:

El Centro de Rigidez, a diferencia del Centro de Masa, es un punto que representa la resistencia a las deformaciones y movimientos de una estructura ante la aplicación de cargas. Este punto se define como el centroide de las rigideces de los elementos estructurales.

Significado: El Centro de Rigidez es crucial en el análisis de la respuesta sísmica de una estructura. Determina cómo se distribuyen las fuerzas sísmicas y cómo se comportará la estructura frente a un terremoto.

Relación entre Centro de Masa y Centro de Rigidez:

En una estructura ideal, el Centro de Masa y el Centro de Rigidez pueden coincidir. Sin embargo, en estructuras reales, pueden estar desplazados, lo que resulta en diferentes comportamientos ante cargas estáticas y dinámicas.

Relevancia en la Ingeniería Civil:

La comprensión y el análisis del Centro de Masa y el Centro de Rigidez son esenciales en el diseño de estructuras resistentes y estables, especialmente en situaciones de cargas externas y eventos sísmicos.

Los ingenieros civiles emplean modelos matemáticos y herramientas de análisis estructural para determinar y evaluar estos puntos críticos, asegurando así que las estructuras estén diseñadas para resistir las cargas y eventos esperados.

Conclusiones:

El Centro de Masa y el Centro de Rigidez son conceptos fundamentales en la ingeniería civil que influyen significativamente en el diseño, análisis y comportamiento de las estructuras. La comprensión de estos puntos es esencial para garantizar la estabilidad y seguridad de las edificaciones frente a diversas condiciones de carga y eventos sísmicos.

2.2.5 Aspectos importantes en la norma E030

Tabla 4
Cargas vivas mínimas según uso.

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m²)
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)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
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)
Oficinas (*)	
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)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de Proyección	3,0 (300)
Escenario	750
Zonas Públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Tabla 5
Conceptos estructurales

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

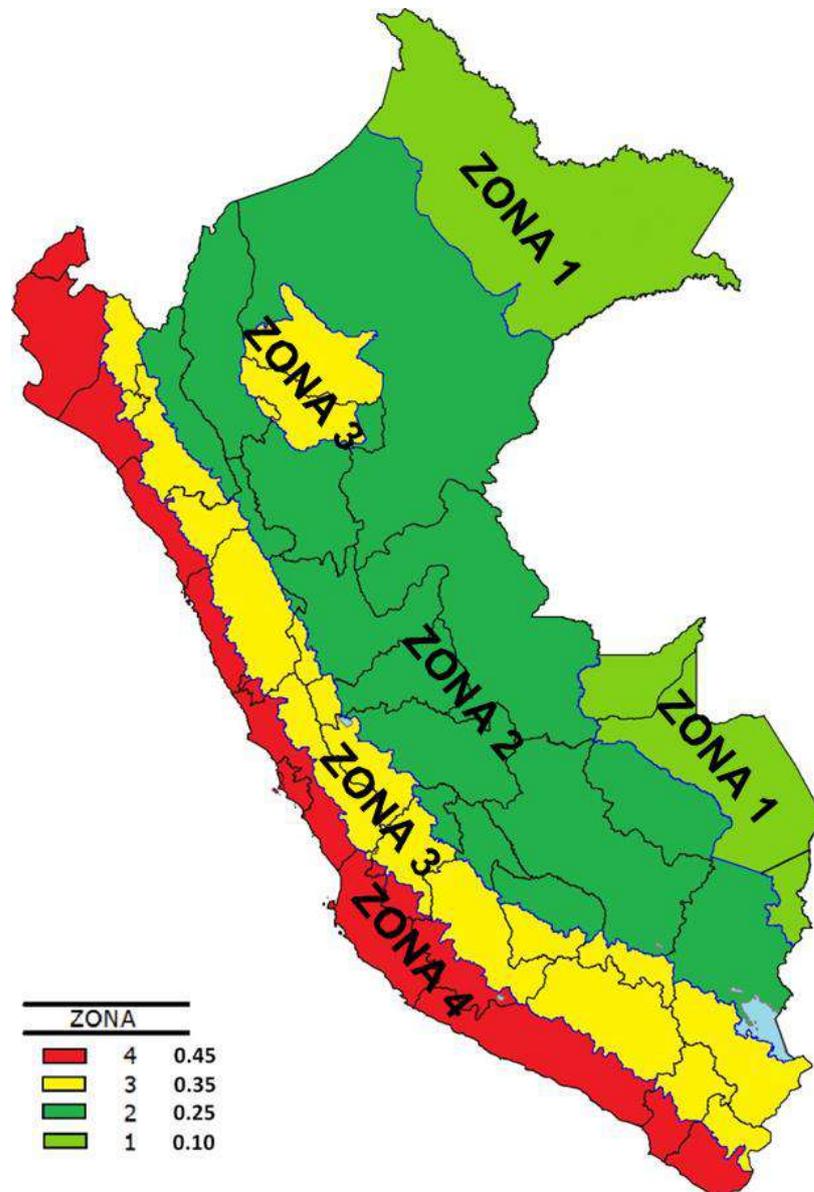
Fuente: adaptado de RNE (2019).

Tabla 6
Planos para presentación de proyecto

Sistema estructural sismorresistente.
Período fundamental de vibración en ambas direcciones principales de la edificación.
Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones de la edificación.
Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Figura 4
Zonificación sísmica



Fuente: adaptado de RNE (2019).

b) Condiciones Geotécnicas

El suelo estructural, en el ámbito de la ingeniería civil, es un término que describe la capacidad de soporte y la estabilidad de los suelos bajo cargas externas, particularmente en relación con la construcción de edificios,

carreteras, puentes y otras infraestructuras. Este concepto involucra el estudio detallado de las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo para comprender su comportamiento y poder realizar diseños seguros y eficientes de estructuras.

Composición del suelo: El suelo estructural se compone de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Está clasificado según la proporción relativa de partículas, como arcilla, limo, arena y grava.

Propiedades físicas del suelo: Estas propiedades incluyen la textura, la densidad, la porosidad, la compresibilidad y la permeabilidad del suelo. La textura describe el tamaño relativo de las partículas, mientras que la porosidad y la permeabilidad se refieren a la capacidad del suelo para retener agua y permitir que pase a través de él, respectivamente.

Propiedades mecánicas del suelo: Incluyen la resistencia al corte, la capacidad de carga, la compresibilidad y la expansividad. Estas propiedades son cruciales al determinar la capacidad del suelo para soportar cargas de las estructuras que se construirán sobre él.

Investigación del suelo: Antes de cualquier construcción, es fundamental realizar estudios geotécnicos para comprender las características del suelo en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto. Estos estudios pueden implicar perforaciones, pruebas de laboratorio y análisis in situ para evaluar la idoneidad del suelo para una determinada estructura.

Diseño de cimentaciones: Las propiedades del suelo estructural influyen directamente en el diseño de cimentaciones. Las cimentaciones transmiten las

cargas de la estructura al suelo subyacente de manera segura y eficiente, por lo que deben diseñarse considerando cuidadosamente las propiedades del suelo.

Consideraciones sísmicas: En áreas sísmicas, es vital entender cómo reaccionará el suelo durante un terremoto. Las características dinámicas del suelo pueden tener un impacto significativo en la respuesta sísmica de las estructuras.

Estabilización del suelo: En algunos casos, puede ser necesario mejorar las propiedades del suelo mediante técnicas como la compactación, el refuerzo con geotextiles o el uso de técnicas químicas para garantizar la estabilidad de la construcción.

Monitoreo y control: Una vez que se ha construido la estructura, es importante monitorear el comportamiento del suelo y la interacción suelo-estructura a lo largo del tiempo para asegurar su estabilidad a largo plazo y realizar ajustes si es necesario.

En resumen, el suelo estructural es un componente fundamental en la ingeniería civil, ya que su comportamiento influye directamente en la seguridad y la estabilidad de las estructuras construidas sobre él. El conocimiento detallado de las propiedades del suelo y su interacción con las estructuras es esencial para el diseño, la construcción y el mantenimiento exitosos de obras civiles.

El Suelo Estructural: Fundamento Crucial en la Ingeniería Civil

En el vasto dominio de la ingeniería civil, el suelo estructural representa un componente esencial en el diseño, la construcción y la estabilidad de una amplia gama de infraestructuras. Este concepto se centra en el análisis

minucioso de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, junto con su capacidad de soportar cargas, con el objetivo de garantizar la seguridad y la eficiencia en la construcción de edificaciones, carreteras, puentes y otras obras civiles.

El suelo, como entidad compleja y dinámica, se compone de una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Su clasificación se establece en función de la proporción relativa de partículas presentes, que incluyen arcilla, limo, arena y grava. Estas distintas composiciones definen las propiedades físicas fundamentales del suelo y son críticas para determinar su comportamiento bajo cargas externas.

Las propiedades físicas del suelo, como la textura, la densidad, la porosidad y la permeabilidad, desempeñan un papel crucial en la evaluación de su capacidad para soportar estructuras. Por ejemplo, la textura define el tamaño de las partículas y, por ende, la capacidad de retención de agua del suelo. Por otro lado, la porosidad y la permeabilidad influyen en la capacidad del suelo para permitir el paso del agua y la circulación del aire.

En el ámbito mecánico, propiedades como la resistencia al corte, la capacidad de carga, la compresibilidad y la expansividad del suelo son determinantes al evaluar su idoneidad para soportar estructuras. Estas propiedades influyen en el diseño de cimentaciones, que son fundamentales para transmitir las cargas de las edificaciones al suelo de manera segura y eficiente.

Los estudios geotécnicos previos a cualquier construcción resultan imprescindibles. Estos análisis pueden involucrar pruebas de laboratorio,

estudios in situ y perforaciones para comprender a fondo las características del suelo en el lugar donde se planea la obra. Tales investigaciones son esenciales para realizar diseños precisos y adecuados a las condiciones específicas del terreno.

En el contexto de áreas sísmicas, entender la respuesta del suelo durante un terremoto es fundamental. Las características dinámicas del suelo tienen un impacto significativo en la forma en que las estructuras se comportarán ante eventos sísmicos, por lo que se debe considerar detenidamente este aspecto en el diseño estructural.

En ocasiones, es necesario mejorar las propiedades del suelo mediante técnicas como la compactación o la estabilización química. Estos métodos buscan fortalecer el suelo, garantizando su estabilidad y capacidad de soporte para la construcción.

Una vez que se ha erigido la estructura, es crucial llevar a cabo un monitoreo continuo del suelo y su interacción con la obra construida. Esto asegura la estabilidad a largo plazo y permite realizar ajustes si se detectan problemas o cambios en las condiciones del terreno.

En resumen, el suelo estructural representa un elemento fundamental en la ingeniería civil. Su comprensión minuciosa y su evaluación precisa son pilares en el diseño, la construcción y el mantenimiento de infraestructuras seguras y eficientes que perduren en el tiempo.

El Diseño de Cimentaciones en Ingeniería Civil

Dentro del ámbito de la ingeniería civil, el diseño de cimentaciones representa una etapa fundamental en la construcción de estructuras seguras y

estables. Estas cimentaciones, elementos subterráneos sobre los que descansan las edificaciones, deben ser cuidadosamente planificadas y diseñadas para distribuir adecuadamente las cargas de las estructuras al suelo subyacente, asegurando así la estabilidad y durabilidad de las construcciones.

El proceso de diseño de cimentaciones comienza con una exhaustiva evaluación de las condiciones del suelo en el lugar donde se erigirá la estructura. Esto implica llevar a cabo estudios geotécnicos para comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como su capacidad de soporte. Los ingenieros civiles utilizan diversos métodos y tecnologías, como sondeos y pruebas de laboratorio, para obtener datos precisos sobre la naturaleza del suelo.

Una vez recopilada la información geotécnica necesaria, se procede al análisis de carga. Este análisis implica determinar las cargas verticales y horizontales que la cimentación deberá soportar, considerando factores como el peso de la estructura, cargas vivas, sísmicas y otras fuerzas externas que puedan actuar sobre ella. Esta evaluación detallada es crucial para calcular las dimensiones y la capacidad de carga requerida para la cimentación.

Existen diversos tipos de cimentaciones, entre ellos las cimentaciones superficiales (como las zapatas y losas), las cimentaciones profundas (tales como pilotes y pozos), y las cimentaciones semiprofundas (como los micropilotes). La elección del tipo de cimentación adecuada depende de factores como las características del suelo, las cargas previstas y la profundidad del estrato resistente.

Durante el diseño, se consideran varios aspectos cruciales, incluyendo la distribución de cargas, la estabilidad global, la capacidad portante del suelo y la posibilidad de asentamientos diferenciales. Es fundamental que la cimentación distribuya de manera uniforme las cargas de la estructura para evitar deformaciones excesivas o fallas estructurales.

Los ingenieros civiles emplean herramientas de análisis estructural y software especializado para modelar y simular el comportamiento de la cimentación bajo diversas condiciones de carga. Estos análisis ayudan a prever posibles problemas y a realizar ajustes en el diseño para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura.

Una vez completado el diseño, se procede a la construcción de la cimentación, siguiendo estrictamente las especificaciones y planos establecidos en el diseño. Es esencial realizar un seguimiento y control durante la ejecución de la obra para asegurar que la cimentación se construya de acuerdo con los estándares y especificaciones previamente definidos.

En resumen, el diseño de cimentaciones es un proceso complejo y crucial en la ingeniería civil, que requiere un conocimiento detallado de las propiedades del suelo, análisis estructural preciso y una planificación cuidadosa para garantizar la estabilidad y seguridad de las construcciones.

Características de los Suelos en Ingeniería Civil: Fundamentos para Diseños Estructurales

En el campo de la ingeniería civil, comprender las características de los suelos es crucial para el diseño, la construcción y la estabilidad de diversas estructuras. Los suelos, constituidos por una mezcla de partículas minerales,

materia orgánica, agua y aire, exhiben propiedades físicas y mecánicas distintas que influyen significativamente en su comportamiento bajo cargas externas.

La textura del suelo, determinada por la proporción relativa de partículas de arena, limo y arcilla, es una de las características fundamentales. La presencia de partículas de diferentes tamaños define la textura y afecta la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, así como su resistencia y plasticidad.

La estructura del suelo se refiere a cómo las partículas individuales se agrupan o se unen entre sí. Una estructura granular suelta proporciona buena permeabilidad, permitiendo el paso del agua y el aire, mientras que una estructura más compacta tiende a retener el agua y puede tener menor capacidad de drenaje.

La porosidad del suelo es otra característica clave que influye en su capacidad para retener y mover el agua. Los espacios porosos entre las partículas determinan la cantidad de agua que el suelo puede retener, así como su capacidad para permitir que el agua fluya a través de él.

La densidad del suelo, relacionada con la cantidad de materia presente en un volumen específico, también es un factor determinante. Suelos más densos tienden a tener menos porosidad y pueden ser más difíciles de trabajar, mientras que suelos menos densos pueden ser más susceptibles a la erosión.

Las propiedades mecánicas del suelo, como la cohesión, la compresibilidad, la resistencia al corte y la capacidad de carga, son cruciales en el diseño de cimentaciones y estructuras. La cohesión se refiere a la fuerza de unión entre

las partículas del suelo, mientras que la capacidad de carga se relaciona con la cantidad de peso que el suelo puede soportar sin fallar.

La plasticidad es una propiedad específica de los suelos arcillosos que describe su capacidad para deformarse sin romperse. Esta característica es importante al considerar el comportamiento del suelo bajo cargas y al diseñar estructuras que descansan sobre él.

Los ingenieros civiles emplean pruebas geotécnicas y análisis detallados para evaluar estas características del suelo. Estos estudios geotécnicos incluyen sondeos, muestreos y pruebas de laboratorio para obtener datos precisos sobre las propiedades del suelo en un sitio específico.

En conclusión, comprender las características de los suelos es esencial en la ingeniería civil para tomar decisiones informadas en el diseño, la construcción y el mantenimiento de estructuras. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo influyen significativamente en su comportamiento bajo cargas y son determinantes en la planificación y ejecución exitosa de proyectos de ingeniería.

Fenómenos Capilares en Ingeniería Civil: Su Impacto en la Hidrología y la Ingeniería de Suelos

En el ámbito de la ingeniería civil, los fenómenos capilares desempeñan un papel crucial en la hidrología del suelo y tienen un impacto significativo en la planificación y el diseño de proyectos de construcción. Estos fenómenos se refieren a la capacidad de los suelos para absorber y transportar agua a través de pequeños espacios capilares presentes entre sus partículas.

La acción capilar es el resultado de la tensión superficial del agua y la atracción entre las moléculas de agua y las superficies sólidas presentes en los suelos. Esta fuerza de atracción causa que el agua se mueva contra la gravedad a través de pequeños canales capilares presentes en el suelo. Este proceso es visible en situaciones cotidianas, como la absorción de agua por una esponja o la ascensión del agua a lo largo de un tubo delgado.

En términos de ingeniería civil, comprender estos fenómenos es esencial para evaluar la distribución del agua en el suelo, la infiltración, la capacidad de drenaje y los efectos en la estabilidad de las estructuras. Por ejemplo, la capacidad capilar puede influir en la capacidad de drenaje de un suelo, afectando la estabilidad de taludes y terraplenes.

El análisis de los fenómenos capilares es especialmente relevante en el diseño de sistemas de drenaje en la construcción de carreteras, edificaciones y otros proyectos de infraestructura. La capacidad de los suelos para absorber y transportar agua a través de la acción capilar puede influir en la durabilidad y la resistencia de las estructuras, así como en la prevención de problemas como la erosión o el colapso del suelo.

Los ingenieros civiles utilizan modelos matemáticos y pruebas de laboratorio para estudiar estos fenómenos y evaluar su impacto en la ingeniería de suelos. Estos análisis permiten predecir el comportamiento del suelo frente a la infiltración y la distribución del agua, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones en el diseño de cimentaciones y sistemas de drenaje.

La comprensión de los fenómenos capilares también es esencial en el control de la humedad del suelo en la agricultura, el diseño de sistemas de riego y la gestión de recursos hídricos en áreas urbanas y rurales.

En conclusión, los fenómenos capilares desempeñan un papel crucial en la ingeniería civil al influir en la hidrología del suelo y en la estabilidad de las estructuras. El conocimiento detallado de estos procesos es fundamental para el diseño eficiente y seguro de proyectos de construcción y para la gestión sostenible de recursos hídricos.

Elasticidad en Ingeniería Civil: Concepto y Aplicaciones Fundamentales

La elasticidad es un concepto central en la ingeniería civil que describe la capacidad de los materiales para recuperar su forma original después de haber sido sometidos a deformaciones bajo cargas externas. Este fenómeno es de gran importancia en el diseño y análisis de estructuras, ya que permite comprender cómo responden los materiales a fuerzas aplicadas y cómo estas fuerzas afectan su comportamiento.

En términos simplificados, la elasticidad se refiere a la capacidad de un material para deformarse temporalmente cuando se le aplica una carga, y luego regresar a su forma original cuando la carga se elimina. Este comportamiento es inherente a muchos materiales utilizados en la construcción, como el acero, el concreto, la madera y otros materiales compuestos.

En ingeniería civil, comprender la elasticidad es esencial para predecir y calcular cómo las estructuras responderán a las fuerzas y cargas a las que están expuestas durante su vida útil. Esta comprensión es fundamental en el diseño

de puentes, edificios, carreteras y otras infraestructuras, ya que permite garantizar su estabilidad, seguridad y durabilidad.

El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young, es una medida fundamental que describe la rigidez de un material y su capacidad para resistir la deformación bajo una carga aplicada. Se define como la relación entre la tensión aplicada a un material y la deformación resultante, y varía según el tipo de material.

En la práctica de la ingeniería civil, el conocimiento del comportamiento elástico de los materiales es crucial para calcular las deflexiones y las tensiones máximas a las que estará expuesta una estructura. Esto se utiliza para determinar las secciones transversales de vigas, columnas, losas y otros elementos estructurales, garantizando que puedan resistir las cargas sin exceder los límites de deformación permisibles.

Es importante mencionar que, aunque muchos materiales son elásticos dentro de ciertos límites, todos ellos tienen un punto de deformación a partir del cual no pueden regresar completamente a su forma original. Este límite se conoce como punto de fluencia o punto de cedencia, más allá del cual el material experimenta deformaciones permanentes o incluso fallas.

Los avances en tecnología y análisis estructural han permitido a los ingenieros civiles modelar y simular el comportamiento elástico de las estructuras con mayor precisión, utilizando software especializado que ayuda en la predicción y evaluación del rendimiento de las construcciones ante diferentes cargas y condiciones.

En resumen, la comprensión de la elasticidad y el comportamiento elástico de los materiales es esencial en la ingeniería civil para el diseño seguro y eficiente de estructuras. El análisis de la elasticidad permite a los ingenieros tomar decisiones fundamentadas en la selección de materiales y en la predicción del comportamiento estructural bajo diversas condiciones de carga.

La Comprensibilidad en Ingeniería Civil: Su Importancia en el Comportamiento de Suelos y Estructuras

En el ámbito de la ingeniería civil, la comprensibilidad se refiere a la capacidad que tienen los suelos de reducir su volumen ante la aplicación de cargas o presiones externas. Este fenómeno es de gran relevancia en el diseño y la construcción de estructuras, ya que puede generar asentamientos en el terreno que afectan directamente la estabilidad y la seguridad de las obras civiles.

Los suelos, al estar compuestos por partículas minerales, agua, aire y materia orgánica, poseen una estructura porosa que les otorga la capacidad de comprimirse o asentarse cuando se les aplica una carga. Esta compresión puede ser instantánea, como en el caso de cargas puntuales, o puede ocurrir gradualmente a lo largo del tiempo, como sucede con el peso de edificios o infraestructuras.

La comprensibilidad varía dependiendo del tipo de suelo. Suelos como arcillas y limos suelen tener mayores tasas de comprensibilidad en comparación con arenas y gravas. La cantidad de humedad presente en el suelo también influye significativamente en su comprensibilidad: suelos saturados tienden a ser más comprensibles que suelos secos.

En la práctica de la ingeniería civil, comprender la compresibilidad del suelo es fundamental para predecir y mitigar los asentamientos que puedan ocurrir en una estructura. Estos asentamientos pueden provocar deformaciones no deseadas en edificaciones, puentes o carreteras, comprometiendo su estabilidad y durabilidad a largo plazo.

Los ingenieros civiles utilizan métodos de análisis geotécnico para evaluar la compresibilidad del suelo en un sitio específico. Estos estudios incluyen pruebas de laboratorio y análisis in situ para determinar la capacidad de compresión del suelo bajo cargas específicas, proporcionando información vital para el diseño de cimentaciones y la prevención de asentamientos excesivos.

En el diseño de cimentaciones, por ejemplo, se tienen en cuenta los niveles de compresibilidad del suelo para calcular y dimensionar adecuadamente las estructuras de soporte. Esto implica considerar no solo las cargas actuales, sino también las cargas futuras que puedan aplicarse a la estructura durante su vida útil.

Además, se implementan técnicas de mejora del suelo, como la compactación o la inyección de materiales estabilizadores, para reducir la compresibilidad y minimizar los asentamientos en áreas críticas. Estas estrategias son esenciales en la prevención de daños estructurales debido a asentamientos diferenciales.

En resumen, la compresibilidad es un aspecto crucial en la ingeniería civil, ya que influye significativamente en la estabilidad y durabilidad de las estructuras. El conocimiento detallado de la compresibilidad del suelo permite

a los ingenieros tomar decisiones informadas en el diseño y la construcción de infraestructuras, asegurando su seguridad y rendimiento a largo plazo.

Tipos de Cimentaciones en Ingeniería Civil: Fundamentos, Características y Aplicaciones

Las cimentaciones son elementos estructurales fundamentales que transfieren las cargas de una edificación al suelo subyacente, asegurando así la estabilidad y durabilidad de la estructura. En ingeniería civil, la elección del tipo de cimentación adecuado depende de diversos factores, como las características del suelo, las cargas esperadas y la naturaleza de la estructura.

Cimentaciones Superficiales:

Zapatas Aisladas: Son elementos planos de concreto ubicados debajo de columnas individuales o puntos específicos de carga. Distribuyen la carga de manera uniforme en el suelo resistente.

Zapatas Corridas: Son similares a las zapatas aisladas, pero se extienden a lo largo de la base de muros o cargas lineales, proporcionando mayor área de apoyo.

Cimentaciones Profundas:

Pilotes: Son elementos largos y delgados que se introducen en el suelo hasta alcanzar capas resistentes. Transmiten las cargas a capas más profundas.

Caissons o Pozos: Son cimentaciones cilíndricas excavadas y rellenas con concreto. Se emplean en suelos de gran resistencia a profundidades considerables.

Cimentaciones Semiprofundas:

Micropilotes: Son elementos delgados de pequeño diámetro que se utilizan para transferir cargas en suelos problemáticos o en espacios reducidos.

Factores Determinantes en la Elección del Tipo de Cimentación:

Características del Suelo: La capacidad portante, la compresibilidad, la estratificación y la presencia de agua influyen en la selección del tipo de cimentación.

Cargas Previstas: Las cargas verticales y horizontales, así como las cargas sísmicas, determinan la elección del tipo de cimentación.

Naturaleza de la Estructura: La distribución de cargas, la rigidez y la disposición de la estructura influyen en la decisión sobre la cimentación más adecuada.

Aplicaciones y Consideraciones Especiales:

Suelos Expansivos o Contráctiles: Requieren cimentaciones especiales para evitar movimientos del suelo que puedan afectar la estructura.

Áreas Sísmicas: Se emplean cimentaciones diseñadas para resistir fuerzas sísmicas, como pilotes hincados a profundidades considerables.

Proceso de Diseño y Ejecución:

El diseño de cimentaciones implica análisis geotécnicos detallados, que incluyen pruebas de suelos, estudios de carga y análisis estructurales. Se utilizan software especializados para modelar el comportamiento de la cimentación bajo diversas condiciones.

La ejecución de cimentaciones requiere métodos precisos de excavación, colocación de elementos estructurales y control de calidad para garantizar su correcta instalación.

Los tipos de cimentación en ingeniería civil se seleccionan considerando factores geotécnicos, de carga y estructurales. Una elección adecuada y un diseño preciso son cruciales para garantizar la estabilidad y durabilidad de las estructuras en diferentes condiciones y terrenos.

Efectos de la Humedad en las Cimentaciones: Desafíos y Problemas en la Ingeniería Civil

La presencia de humedad en las cimentaciones representa un desafío significativo en la ingeniería civil, ya que puede ocasionar una variedad de problemas que afectan la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Los daños relacionados con la humedad pueden manifestarse de diversas formas y son causados por procesos como la infiltración de agua, los cambios de volumen del suelo y la erosión.

Asentamientos Diferenciales:

La presencia de humedad desigual en el suelo puede causar asentamientos diferenciales en la cimentación, lo que resulta en desniveles y deformaciones en la estructura. Esto se debe a que diferentes áreas del suelo se comprimen de manera desigual debido a la variación en la distribución de la humedad.

Erosión y Lavado del Suelo:

La humedad excesiva puede causar la erosión y el lavado de partículas del suelo, debilitando la base de la cimentación. Esto puede conducir a la

formación de cavidades o huecos debajo de la cimentación, disminuyendo su capacidad de soporte y provocando hundimientos o fallas.

Expansión y Contracción del Suelo:

Suelos expansivos, como arcillas, tienen la capacidad de expandirse considerablemente con la absorción de agua y contraerse al secarse. Estos cambios volumétricos pueden ejercer presiones significativas sobre las cimentaciones, lo que resulta en movimientos y deformaciones no deseadas en la estructura.

Corrosión de Armaduras y Elementos Estructurales:

La presencia de humedad puede acelerar la corrosión de las armaduras de acero en cimentaciones y elementos estructurales de concreto. Esto debilita la resistencia estructural y puede comprometer la integridad de la cimentación, causando agrietamientos y pérdida de capacidad de carga.

Prevención y Mitigación:

Impermeabilización adecuada: El uso de materiales impermeables en la construcción y el diseño de sistemas de drenaje adecuados ayuda a prevenir la infiltración de agua en la cimentación.

Control del Drenaje: El manejo adecuado de las aguas pluviales alrededor de la estructura y la implementación de sistemas de drenaje evitan acumulaciones de agua cerca de la cimentación.

Adecuada compactación del suelo: La compactación adecuada del suelo durante la construcción minimiza los efectos de expansión y contracción del suelo.

Uso de materiales resistentes a la corrosión: La selección de materiales que sean menos susceptibles a la corrosión reduce los efectos negativos de la humedad en los elementos estructurales.

Los daños causados por la humedad en las cimentaciones son una preocupación significativa en la ingeniería civil, ya que pueden comprometer la estabilidad y durabilidad de las estructuras. La prevención y mitigación adecuadas, junto con un diseño estructural cuidadoso, son clave para minimizar estos efectos negativos y garantizar la integridad de las cimentaciones a lo largo del tiempo.

El Nivel Freático en Ingeniería Civil: Concepto, Impacto y Consideraciones

El nivel freático es el término que describe el nivel superior del agua subterránea en el suelo. Este nivel representa la profundidad a la que se encuentra el agua en el subsuelo y juega un papel crucial en el diseño y la construcción de estructuras, así como en la estabilidad del suelo.

Concepto y Determinación:

El nivel freático es la superficie donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. Este nivel varía dependiendo de varios factores, como la temporada, la precipitación, la geología local y la topografía del terreno.

Se determina mediante estudios geotécnicos que involucran sondeos y análisis de muestras de suelo para identificar la profundidad y fluctuación del nivel freático en un área determinada.

Impacto en la Ingeniería Civil:

El nivel freático puede tener un impacto significativo en la estabilidad de las estructuras y en el comportamiento del suelo.

En áreas donde el nivel freático es alto, puede provocar la saturación del suelo, lo que disminuye la capacidad de soporte y aumenta la compresibilidad del terreno. Esto puede resultar en asentamientos no deseados, deslizamientos de tierra o problemas de cimentación.

Consideraciones en el Diseño:

Los ingenieros civiles deben tener en cuenta el nivel freático al diseñar cimentaciones y estructuras. Es esencial evaluar cómo la presencia del agua puede afectar la estabilidad y durabilidad de una construcción.

Estrategias de drenaje, como sistemas de bombeo, zanjas de drenaje o impermeabilización adecuada, se implementan para controlar y reducir el impacto del nivel freático en las estructuras.

Efectos en la Construcción:

Durante la construcción, el nivel freático puede ser un desafío significativo, especialmente al excavar zanjas o cimentaciones. La presencia de agua puede dificultar la excavación y aumentar los riesgos de derrumbes o inundaciones.

Monitoreo y Gestión:

Es fundamental realizar un monitoreo continuo del nivel freático en proyectos de ingeniería civil para identificar cualquier cambio significativo que pueda afectar la estabilidad de las estructuras.

La gestión adecuada del nivel freático implica estrategias de control y mitigación para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones a lo largo del tiempo.

Conclusión:

El nivel freático es un factor crucial en la ingeniería civil que puede influir significativamente en la estabilidad y durabilidad de las estructuras. La comprensión precisa de su comportamiento y sus efectos es fundamental para tomar decisiones informadas durante el diseño, la construcción y el mantenimiento de proyectos de ingeniería civil.

Cimentaciones en Ingeniería Civil: Elementos Fundamentales para la Estabilidad Estructural

En la ingeniería civil, las cimentaciones son elementos primordiales que proveen soporte y estabilidad a cualquier estructura construida sobre el suelo. Su función principal es distribuir las cargas de la edificación al suelo subyacente de manera segura y uniforme.

Tipos de Cimentaciones:

Cimentaciones Superficiales: incluyen zapatas aisladas, zapatas corridas y losas. Se utilizan en suelos firmes y poco profundos.

Cimentaciones Profundas: como pilotes y caissons, son necesarias cuando el suelo superficial no tiene la capacidad de soporte suficiente y es necesario alcanzar capas más estables.

Cimentaciones Semiprofundas: como micropilotes, se emplean en áreas con limitaciones de espacio o condiciones especiales del suelo.

Factores Clave en el Diseño de Cimentaciones:

Características del Suelo: Análisis geotécnicos para evaluar la capacidad de carga, compresibilidad, permeabilidad y estratificación del suelo.

Cargas Estructurales: Considerar las cargas previstas, tanto estáticas como dinámicas, que la estructura ejercerá sobre la cimentación.

Naturaleza de la Estructura: Adaptar el diseño de la cimentación a la forma, el tamaño y la disposición de la estructura.

Proceso de Diseño y Construcción:

El diseño de cimentaciones involucra una planificación detallada, incluyendo estudios del suelo, análisis estructural y selección del tipo de cimentación más adecuado. Se utilizan herramientas y software especializados para modelar el comportamiento de las cimentaciones bajo diferentes cargas y condiciones.

La construcción de cimentaciones implica la preparación del terreno, excavación, colocación de armaduras y vertido de concreto. El proceso se lleva a cabo con estrictos estándares de calidad y supervisión para asegurar la integridad de la cimentación.

Importancia de Cimentaciones en la Ingeniería Civil:

La estabilidad y durabilidad de cualquier estructura dependen en gran medida de una cimentación adecuadamente diseñada y construida. Las cimentaciones bien ejecutadas garantizan la seguridad de las edificaciones y previenen problemas como asentamientos diferenciales, daños estructurales o colapsos.

Conclusiones:

Las cimentaciones son elementos cruciales en la ingeniería civil, ya que proporcionan la base sobre la cual se erigen las estructuras. Su diseño y construcción precisan un conocimiento profundo del suelo, cargas esperadas y técnicas constructivas adecuadas para garantizar la seguridad y estabilidad de las construcciones a lo largo del tiempo.

El Límite Líquido en Ingeniería Civil: Definición, Determinación y Relevancia

El límite líquido es una propiedad importante de los suelos y desempeña un papel fundamental en la ingeniería civil, especialmente en el diseño de cimentaciones y en la evaluación de la plasticidad de los suelos. Este límite es una medida de la consistencia y la plasticidad de un suelo, representando el punto en el que el suelo pasa de un estado semilíquido a uno plástico durante un ensayo de laboratorio.

Definición del Límite Líquido:

El límite líquido se define como el contenido de humedad en el suelo en el cual este comienza a comportarse como un líquido. Se determina mediante la prueba de límite líquido, que implica realizar ensayos en muestras de suelo con un aparato llamado "copa de Casagrande". Durante este ensayo, se aplica una serie de golpes al suelo, y el límite líquido se alcanza cuando el suelo deja de fluir como un líquido y comienza a deformarse como un material plástico.

Relevancia en Ingeniería Civil:

El límite líquido proporciona información crucial sobre la plasticidad del suelo, lo que influye en su comportamiento frente a cargas y deformaciones. En la ingeniería civil, comprender este límite es esencial para determinar la capacidad de un suelo para soportar cargas, predecir su estabilidad y tomar decisiones adecuadas en el diseño de cimentaciones y terraplenes.

Determinación del Límite Líquido:

La determinación precisa del límite líquido implica el uso de pruebas estandarizadas de laboratorio, como la prueba de Casagrande. Durante esta

prueba, se va añadiendo agua gradualmente a una muestra de suelo, mezclándola hasta que el suelo adquiere una consistencia específica. La humedad correspondiente a este punto se registra como el límite líquido.

Interpretación de Resultados:

Los resultados de la prueba de límite líquido se expresan en términos de porcentaje de humedad. Este valor proporciona una indicación de la plasticidad del suelo: cuanto mayor sea el límite líquido, mayor será la plasticidad y la capacidad del suelo para deformarse bajo cargas.

Aplicaciones Prácticas:

En ingeniería civil, el límite líquido se utiliza para clasificar los suelos en diferentes grupos según su comportamiento. Suelos con límites líquidos altos, como arcillas, tienden a ser más plásticos y requieren consideraciones especiales en el diseño de cimentaciones para evitar asentamientos excesivos.

Conclusiones:

El límite líquido es una propiedad fundamental en la ingeniería civil, proporcionando información valiosa sobre la plasticidad y el comportamiento de los suelos. Comprender y calcular este límite es esencial para el diseño y la construcción de estructuras seguras y estables, ayudando a los ingenieros a tomar decisiones informadas en la selección de cimentaciones y en la prevención de problemas geotécnicos.

El Límite Líquido: Un Parámetro Clave en la Caracterización de Suelos

Dentro del vasto campo de la ingeniería civil, el concepto de límite líquido se erige como un factor fundamental en la evaluación y comprensión de las propiedades de los suelos. Este parámetro, esencial en la mecánica de suelos,

se refiere a la humedad mínima a la que un suelo pasa de un estado plástico a uno líquido bajo condiciones de carga y presión específicas.

En términos más técnicos, el límite líquido se define como el contenido de humedad en el suelo en el cual el mismo tiene la suficiente plasticidad para que, al ser moldeado en un surco de ciertas dimensiones, dicho surco cerrará una longitud de 12.7 mm ($\frac{1}{2}$ pulgada) mediante 25 golpes estándar de una copa de Casagrande.

Esta propiedad del suelo se determina a través de pruebas de laboratorio, específicamente la Prueba de Límite Líquido de Casagrande, que implica la aplicación de procedimientos estandarizados para medir la plasticidad de los suelos. Durante esta prueba, se agrega agua gradualmente a una muestra de suelo seco, mezclando y amasando hasta obtener una consistencia específica. Se moldea en la forma de un surco y se golpea, observando a partir de qué punto el surco cierra bajo la cantidad estándar de golpes.

El límite líquido es un indicador crucial en la clasificación de suelos, ya que define la transición entre estados de comportamiento plástico y líquido. Esta caracterización es de suma importancia en la ingeniería civil, ya que proporciona información valiosa sobre la compresibilidad, la resistencia y el comportamiento de flujo de los suelos bajo cargas y presiones aplicadas.

Es vital en el diseño de cimentaciones y en la predicción del asentamiento de estructuras, ya que suelos con límites líquidos más altos tienden a tener una mayor compresibilidad y, por lo tanto, pueden experimentar mayores asentamientos bajo cargas similares. Asimismo, el límite líquido influye en la

estabilidad de taludes y terraplenes, así como en la planificación de obras civiles.

El conocimiento del límite líquido permite a los ingenieros civiles tomar decisiones fundamentadas en cuanto a la elección de técnicas de construcción, la selección de materiales y la mitigación de riesgos en proyectos de ingeniería. Además, ayuda a comprender mejor el comportamiento del suelo ante variaciones de humedad, facilitando la toma de medidas preventivas o correctivas para garantizar la estabilidad y la seguridad de las estructuras.

En resumen, el límite líquido es un parámetro determinante en la evaluación de suelos, proporcionando información valiosa sobre su comportamiento plástico-líquido y siendo un elemento crucial en el diseño y la planificación de proyectos de ingeniería civil.

Diseño y Construcción de Piscinas: Consideraciones Importantes desde la Ingeniería Civil

Las piscinas son estructuras populares que proporcionan recreación y entretenimiento, y su construcción requiere un enfoque meticuloso desde el campo de la ingeniería civil para garantizar su funcionalidad, durabilidad y seguridad.

Diseño de Piscinas:

El diseño de una piscina implica considerar una serie de factores esenciales:

Topografía del Terreno: La ubicación y la topografía del terreno influyen en el diseño y la construcción de la piscina.

Cargas y Estrés: Es crucial evaluar las cargas que la estructura de la piscina soportará, como la presión del agua y la carga dinámica durante su uso.

Materiales de Construcción: La selección de materiales resistentes y duraderos, como el concreto armado o acero inoxidable, es clave para la longevidad de la piscina.

Proceso de Construcción:

Excavación y Preparación del Terreno: Se realiza la excavación según el diseño establecido y se prepara la base para la piscina.

Construcción de la Estructura: Se construye la estructura de la piscina utilizando los materiales seleccionados, asegurando su resistencia y estanqueidad.

Sistemas de Fontanería y Filtración: Se instalan los sistemas de fontanería, filtración y desagüe para garantizar el funcionamiento adecuado de la piscina.

Consideraciones Geotécnicas:

Drenaje del Terreno: Se debe tener en cuenta el drenaje adecuado para evitar problemas de estabilidad del terreno y daños a la estructura.

Impacto del Agua Subterránea: Evaluar el nivel freático para prevenir problemas de filtraciones o levantamiento del suelo.

Seguridad y Normativas:

Las piscinas deben cumplir con normativas de seguridad, incluyendo cercas, sistemas de filtración y profundidades seguras.

El diseño también debe contemplar la resistencia estructural para prevenir accidentes y mantener la integridad de la piscina.

Mantenimiento y Conservación:

Un plan de mantenimiento regular es esencial para prolongar la vida útil de la piscina, incluyendo limpieza, tratamientos químicos y revisión de sistemas.

La inspección periódica de la estructura ayuda a identificar y reparar cualquier daño o deterioro.

Conclusiones:

La construcción de piscinas requiere una combinación de conocimientos técnicos en ingeniería civil, geotecnia y normativas de seguridad. Un enfoque integral en el diseño, construcción y mantenimiento garantiza la funcionalidad, seguridad y durabilidad de estas estructuras, proporcionando un espacio de recreación seguro y atractivo.

Piscinas en Azoteas: Diseño, Construcción y Consideraciones de Ingeniería Civil

Las piscinas en azoteas son una opción moderna y atractiva en la arquitectura contemporánea, que ofrece un espacio recreativo y de relajación único. Desde el punto de vista de la ingeniería civil, su diseño y construcción plantean desafíos específicos que requieren un enfoque especializado para garantizar su seguridad y durabilidad.

Factores a Considerar en el Diseño:

Carga Estructural: El peso adicional del agua de la piscina y los materiales de construcción debe ser considerado al evaluar la capacidad de carga de la azotea.

Impermeabilización: Un sellado adecuado es esencial para prevenir filtraciones de agua y proteger la estructura del edificio.

Drenaje y Sistemas de Filtración: La instalación de sistemas de drenaje eficientes y sistemas de filtración adecuados es crucial para mantener la calidad del agua y prevenir problemas de estancamiento o filtraciones.

Aspectos Geotécnicos y Estructurales:

Evaluación de la Azotea: Es esencial realizar estudios geotécnicos para evaluar la capacidad de carga y la estabilidad del suelo de la azotea.

Impacto del Agua en la Estructura: Evaluar el efecto del agua acumulada en la azotea sobre la estructura del edificio para prevenir daños.

Normativas y Seguridad:

Las piscinas en azoteas deben cumplir con las regulaciones locales y estándares de seguridad para garantizar la protección de los usuarios y la integridad estructural.

Se deben considerar elementos de seguridad como barandas, sistemas de drenaje seguros y señalización adecuada.

Construcción y Mantenimiento:

La construcción requiere un enfoque meticuloso, asegurando la correcta impermeabilización y colocación de los sistemas de drenaje.

El mantenimiento periódico es esencial para prevenir filtraciones, garantizar la calidad del agua y asegurar la durabilidad de la estructura.

Ventajas y Desafíos:

Las piscinas en azoteas ofrecen una vista panorámica y un espacio de ocio exclusivo.

Sin embargo, presentan desafíos técnicos y estructurales que requieren un diseño y construcción especializados.

Conclusiones:

Las piscinas en azoteas, si se diseñan y construyen adecuadamente, pueden ser un elemento distintivo y atractivo en la arquitectura moderna. La

consideración cuidadosa de aspectos de ingeniería civil, como la carga estructural, impermeabilización y drenaje, es esencial para garantizar su seguridad, durabilidad y funcionalidad, proporcionando un espacio de recreación único y seguro.

Losas Macizas en Azoteas: Diseño, Construcción y Consideraciones de Ingeniería Civil

Las losas macizas en azoteas son elementos estructurales clave que ofrecen soporte y estabilidad a las cubiertas superiores de los edificios. Desde la perspectiva de la ingeniería civil, el diseño y la construcción de estas losas requieren una planificación meticulosa para garantizar su resistencia, durabilidad y capacidad para soportar cargas.

Diseño de Losas Macizas:

Análisis Estructural: Se lleva a cabo un análisis exhaustivo para determinar las cargas previstas, teniendo en cuenta elementos como el clima, la ubicación y el uso previsto de la azotea.

Selección de Materiales: La elección de materiales duraderos y resistentes es crucial para asegurar la capacidad de la losa para soportar cargas y resistir la exposición a los elementos.

Consideraciones Técnicas:

Espesor y Refuerzo: El espesor de la losa y la disposición del refuerzo estructural se determinan en base al análisis de cargas y a las especificaciones de diseño.

Condiciones Geotécnicas: Se realizan evaluaciones del suelo para comprender la capacidad de carga del terreno y adaptar el diseño de la losa en consecuencia.

Métodos de Construcción:

Colocación y Vertido del Concreto: Se sigue un proceso controlado para verter y nivelar el concreto, asegurando una distribución uniforme y resistencia estructural óptima.

Curado y Protección: El curado adecuado del concreto y medidas de protección contra daños durante y después de la construcción son esenciales para mantener la integridad de la losa.

Impermeabilización y Aislamiento:

Sistemas de Impermeabilización: Se instalan sistemas impermeabilizantes para proteger la losa y prevenir filtraciones de agua hacia el interior del edificio.

Aislamiento Térmico y Acústico: Se pueden integrar materiales de aislamiento para mejorar las propiedades térmicas y acústicas de la losa.

Normativas y Seguridad:

Se deben seguir las normativas y estándares de construcción para garantizar la seguridad estructural y la conformidad con las regulaciones locales.

Elementos de seguridad, como barandas y señalización, pueden ser necesarios dependiendo del uso y la accesibilidad de la azotea.

Mantenimiento y Durabilidad:

Un programa de mantenimiento regular es vital para preservar la integridad de la losa, incluyendo inspecciones periódicas y reparaciones necesarias.

La durabilidad de la losa maciza está vinculada a la calidad de los materiales y la ejecución durante la construcción.

Conclusiones:

Las losas macizas en azoteas son elementos esenciales en la ingeniería civil, proporcionando soporte y protección a las áreas superiores de los edificios. Un diseño y construcción cuidadosos, considerando aspectos técnicos, materiales adecuados y normativas, son fundamentales para garantizar la resistencia, durabilidad y seguridad de estas estructuras.

Fuerzas Sísmicas: Consideraciones y Diseño en Ingeniería Civil

Las fuerzas sísmicas representan uno de los desafíos más significativos en el diseño de estructuras para ingenieros civiles, ya que buscan comprender y mitigar los efectos de los movimientos telúricos en edificaciones y estructuras.

¿Qué son las Fuerzas Sísmicas?

Las fuerzas sísmicas son las vibraciones o movimientos del suelo causados por terremotos o sismos. Estos eventos generan cargas horizontales y verticales que afectan las estructuras, ejerciendo presiones y desplazamientos sobre ellas.

Comportamiento Sísmico de las Estructuras:

Las estructuras deben ser capaces de resistir y disipar la energía generada por un terremoto para reducir el riesgo de colapso.

La resistencia sísmica implica la capacidad de las estructuras para deformarse sin fallar bajo las fuerzas provocadas por el sismo.

Factores que Influyen en las Fuerzas Sísmicas:

Localización Geográfica: La ubicación de una estructura en una zona sísmica determinará la intensidad y frecuencia de los sismos que puedan afectarla.

Características del Suelo: La composición del suelo influye en la manera en que las ondas sísmicas se propagan y afectan a las estructuras.

Tipo de Edificación: La resistencia de una estructura ante fuerzas sísmicas varía según su diseño y materiales de construcción.

Diseño Sísmico:

Los códigos de construcción incluyen disposiciones para el diseño sísmico que establecen criterios y estándares para la construcción de edificios en zonas sísmicas.

Se emplean técnicas como el aislamiento sísmico, amortiguadores y estructuras de disipación de energía para reducir los efectos de las fuerzas sísmicas.

Métodos de Análisis Sísmico:

Los ingenieros realizan análisis dinámicos y estáticos para evaluar el comportamiento de las estructuras frente a fuerzas sísmicas.

Modelos matemáticos y herramientas de software especializadas permiten simular y predecir cómo una estructura responderá a los movimientos sísmicos.

Importancia en la Ingeniería Civil:

El diseño adecuado para resistir fuerzas sísmicas es esencial para la seguridad pública y la reducción de daños en caso de terremotos.

Los ingenieros civiles desempeñan un papel fundamental en la planificación y construcción de estructuras resilientes frente a sismos.

Conclusiones:

Las fuerzas sísmicas representan un desafío crítico en la ingeniería civil. El diseño y la construcción de estructuras capaces de resistir y disipar estas fuerzas son fundamentales para mitigar los riesgos y proteger la vida humana y las propiedades ante eventos sísmicos.

Las fuerzas hidrodinámicas

Las fuerzas hidrodinámicas son un componente esencial en el análisis y diseño de estructuras marinas, costeras y fluviales en la ingeniería civil. Estas fuerzas se refieren a las presiones y movimientos generados por el agua en movimiento, como corrientes, olas y mareas, y son de gran relevancia al evaluar la estabilidad y resistencia de estructuras expuestas al entorno acuático.

Tipos de Fuerzas Hidrodinámicas:

Fuerzas de Oleaje: Resultan de la acción de las olas sobre estructuras costeras o marinas, generando presiones y cargas variables.

Corrientes y Mareas: Las corrientes fluviales o marítimas generan fuerzas que ejercen presión lateral sobre estructuras expuestas.

Arrastre y Empuje: Se producen debido al movimiento del agua contra superficies sumergidas, lo que puede causar tensiones y cargas adicionales.

Importancia en la Ingeniería Civil:

Las fuerzas hidrodinámicas son fundamentales en el diseño de muelles, diques, puentes, estructuras costeras y otros proyectos ubicados en áreas expuestas al agua.

Comprender y anticipar estas fuerzas es crucial para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de las estructuras.

Análisis y Modelado:

Ingenieros civiles emplean modelos matemáticos y herramientas de simulación para predecir y evaluar las fuerzas hidrodinámicas que actúan sobre las estructuras.

Estudios hidrodinámicos permiten determinar la resistencia de las estructuras a las fuerzas del agua y ajustar su diseño en consecuencia.

Diseño y Estrategias de Mitigación:

Se implementan estrategias de diseño como rompeolas, amortiguadores, estructuras de disipación de energía y sistemas de anclaje para reducir los efectos adversos de las fuerzas hidrodinámicas.

El diseño de estructuras marinas y costeras toma en cuenta factores como la altura de las olas, la velocidad de las corrientes y las mareas para lograr una construcción segura y resistente.

Retos y Consideraciones Adicionales:

Las fuerzas hidrodinámicas pueden variar significativamente en función de la ubicación geográfica, la temporada y la intensidad de los fenómenos naturales.

La prevención de daños estructurales y la protección del entorno circundante son aspectos críticos en el diseño de proyectos expuestos a fuerzas hidrodinámicas.

Conclusiones:

Las fuerzas hidrodinámicas son un componente fundamental en la ingeniería civil, especialmente en proyectos costeros y marinos. Comprender su impacto, realizar análisis precisos y aplicar estrategias de diseño adecuadas

son esenciales para asegurar la estabilidad y resistencia de las estructuras frente al entorno acuático cambiante y dinámico.

Impacto Ambiental en la Ingeniería Civil: Consideraciones y Responsabilidades

La ingeniería civil desempeña un papel crucial en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras que satisfacen las necesidades humanas, pero este desarrollo humano puede tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los ingenieros civiles, conscientes de su responsabilidad ambiental, se esfuerzan por minimizar este impacto y promover prácticas sostenibles.

Tipos de Impacto Ambiental:

Alteración del Paisaje: La construcción de infraestructuras puede modificar el entorno natural, afectando la biodiversidad y la estética del lugar.

Contaminación: La actividad constructiva puede generar contaminantes como polvo, ruido, emisiones de vehículos y residuos que afectan la calidad del aire, agua y suelos.

Uso de Recursos Naturales: La extracción de materiales y recursos para la construcción puede agotar o modificar los ecosistemas locales.

Prácticas para Mitigar el Impacto Ambiental:

Diseño Sostenible: Los ingenieros civiles incorporan prácticas de diseño que minimizan el impacto en el medio ambiente, como el uso de materiales reciclados, reducción del consumo de energía y agua, y la implementación de tecnologías verdes.

Gestión de Residuos: Se promueve el reciclaje y la reutilización de materiales para reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos.

Evaluación de Impacto Ambiental: Antes de iniciar un proyecto, se llevan a cabo estudios para identificar y mitigar posibles impactos ambientales adversos.

Tecnología y Avances Sostenibles:

Infraestructuras Verdes: Se fomenta la construcción de edificaciones y carreteras con sistemas que reducen el consumo de recursos y minimizan la huella ambiental.

Innovación en Materiales: Se investigan y desarrollan materiales más ecológicos y resistentes para reducir el impacto ambiental de la construcción.

Legislación y Normativas:

Los gobiernos y organismos reguladores establecen normativas ambientales que los proyectos de ingeniería civil deben cumplir para proteger el entorno natural.

Los ingenieros civiles deben trabajar dentro de los marcos legales y adoptar estándares ambientales en todas las etapas de sus proyectos.

Educación y Concientización:

Se promueve la formación de profesionales con conciencia ambiental, enfocados en desarrollar soluciones sostenibles y respetuosas con el entorno.

La sensibilización de la comunidad sobre la importancia de la ingeniería civil sostenible es fundamental para impulsar un cambio positivo.

Conclusión:

La ingeniería civil desempeña un papel esencial en la sociedad, pero también conlleva una gran responsabilidad ambiental. Los ingenieros civiles trabajan constantemente para minimizar el impacto ambiental de sus proyectos, adoptando prácticas sostenibles e innovadoras que buscan preservar el entorno natural para las generaciones futuras.

Conceptos Fundamentales en la Estructuración: Bases para la Ingeniería Civil

La estructuración en ingeniería civil implica la creación de diseños robustos y seguros para soportar cargas, resistir fuerzas externas y mantener la integridad de las construcciones. Antes de adentrarse en el diseño estructural, es vital comprender conceptos clave que son fundamentales para garantizar la estabilidad y la seguridad de las edificaciones.

Cargas Estructurales:

Las cargas estructurales incluyen las cargas gravitacionales (peso propio de la estructura y cargas aplicadas) y las cargas laterales (viento, sismo, presión del suelo).

Es crucial calcular y considerar estas cargas para diseñar estructuras capaces de resistirlas sin comprometer su integridad.

Esfuerzos y Deformaciones:

Los esfuerzos, como la compresión, tensión y cortante, son fuerzas internas que actúan sobre los materiales estructurales.

Las deformaciones, como la elongación, compresión o flexión, son respuestas físicas de los materiales ante los esfuerzos aplicados.

Propiedades de los Materiales:

Conocer las propiedades mecánicas de los materiales, como la resistencia, elasticidad, ductilidad y fragilidad, es esencial para elegir los materiales adecuados en el diseño estructural.

Estabilidad y Equilibrio:

La estabilidad de una estructura se relaciona con su capacidad para mantenerse en equilibrio bajo cargas externas y garantizar la seguridad.

El equilibrio estructural, donde las fuerzas y momentos se contrarrestan, es fundamental para evitar desplomes o colapsos.

Sistemas Estructurales:

Diversos sistemas estructurales, como vigas, columnas, losas y sistemas de arriostramiento, se utilizan para distribuir cargas y resistir fuerzas.

La elección del sistema estructural adecuado depende del tipo de estructura y las condiciones del entorno.

Normativas y Estándares:

Las normativas de diseño y construcción proporcionan directrices y criterios técnicos para asegurar la seguridad y calidad de las estructuras.

Los ingenieros deben seguir estas normativas y estándares para garantizar la conformidad legal y la seguridad de sus diseños.

Avances Tecnológicos:

La incorporación de software de modelado estructural y tecnologías innovadoras permite análisis más precisos y diseños más eficientes y seguros.

Educación Continua:

Los ingenieros civiles deben mantenerse actualizados con los avances en el campo de la ingeniería estructural mediante educación continua y desarrollo profesional.

Conclusión:

Los conceptos previos en la estructuración son los cimientos sobre los cuales se construyen diseños seguros y estables en ingeniería civil. Comprender y aplicar estos conceptos es esencial para la creación exitosa de estructuras resistentes y duraderas que cumplan con las necesidades de la sociedad moderna.

Las cargas estructurales son elementos fundamentales en el diseño y la ingeniería de estructuras, representando las fuerzas que actúan sobre una construcción y que deben ser consideradas meticulosamente para garantizar la estabilidad y seguridad de una edificación. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, comprender y evaluar estas cargas es esencial en todo proyecto de construcción.

Tipos de Cargas Estructurales:

Cargas Gravitacionales: Estas incluyen el peso propio de la estructura, como las losas, columnas, vigas y cualquier elemento de construcción, junto con cargas aplicadas, como muebles, equipos y la carga viva, que consiste en personas o actividades dinámicas.

Cargas Laterales: Son fuerzas horizontales que actúan sobre la estructura, como el viento, sismos, empuje del suelo y fuerzas de impacto. Estas cargas pueden influir significativamente en la estabilidad y el diseño de la estructura.

Consideraciones en la Evaluación de Cargas:

Estimación Precisa: La evaluación exacta de las cargas es crucial. Se utilizan normativas y códigos de construcción para determinar y calcular las cargas máximas esperadas en una estructura, considerando diferentes escenarios y condiciones.

Distribución de Cargas: Las cargas deben distribuirse adecuadamente a través de los elementos estructurales para evitar puntos de concentración de esfuerzos que puedan debilitar la estructura.

Factores de Seguridad: Se aplican factores de seguridad en los cálculos para asegurar que la estructura pueda resistir cargas que excedan las estimaciones, garantizando un margen de seguridad adecuado.

Impacto en el Diseño Estructural:

Las cargas estructurales influyen en la selección de materiales, dimensiones de los elementos estructurales y en la distribución de refuerzos para asegurar que la estructura pueda resistir las cargas previstas durante su vida útil.

Tecnologías y Herramientas de Análisis:

Se emplean software de modelado y análisis estructural para simular y evaluar el comportamiento de la estructura bajo diferentes cargas, permitiendo realizar diseños más precisos y eficientes.

Normativas y Estándares:

Los ingenieros civiles deben adherirse a normativas y estándares de construcción que establecen los requisitos mínimos de diseño y seguridad estructural para garantizar la integridad de las edificaciones.

Conclusiones:

Las cargas estructurales son elementos vitales en el diseño y construcción de cualquier estructura. La comprensión precisa de estas cargas, su correcta evaluación y aplicación en el diseño son fundamentales para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de las edificaciones.

Las vigas y columnas son elementos fundamentales en el diseño estructural, desempeñando roles específicos en la resistencia y estabilidad de las edificaciones. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, entender sus características, funciones y métodos de diseño es esencial para crear estructuras seguras y duraderas.

Vigas:

Las vigas son elementos estructurales horizontales que transfieren cargas principalmente en dirección perpendicular a su eje longitudinal. Sus funciones principales son:

Soporte de Cargas: Las vigas distribuyen las cargas verticales de la estructura y el peso propio hacia los pilares o columnas, transmitiéndolas al suelo de manera uniforme.

Resistencia a Flexión: Están diseñadas para resistir momentos de flexión causados por cargas y fuerzas aplicadas a la estructura.

Tipos de Vigas:

Vigas de Carga: Se utilizan para soportar cargas gravitacionales, como losas de techo, pisos o techos.

Vigas de Soporte: Se emplean para proporcionar apoyo a otros elementos estructurales, como vigas de borde o vigas de cimentación.

Columnas:

Las columnas son elementos verticales que transfieren cargas verticales hacia los cimientos, proporcionando soporte vertical a la estructura. Sus funciones clave son:

Resistencia a Compresión: Están diseñadas para soportar cargas verticales y resistir fuerzas compresivas.

Estabilidad Estructural: Proporcionan estabilidad lateral a la estructura y evitan movimientos indeseados.

Tipos de Columnas:

Columnas Interiores: Se encuentran dentro del perímetro de la estructura y soportan cargas internas, como las de losas y vigas.

Columnas Exteriores: Ubicadas en los bordes o esquinas de la construcción, proporcionan soporte adicional y resistencia a fuerzas laterales.

Diseño y Dimensionamiento:

El diseño de vigas y columnas implica cálculos estructurales para determinar las dimensiones adecuadas, el tipo de material y el refuerzo necesario para resistir las cargas aplicadas.

Materiales y Refuerzos:

Se utilizan materiales como el concreto, acero y madera, seleccionados según las necesidades estructurales y las cargas a soportar.

Se aplican refuerzos, como barras de refuerzo de acero, para mejorar la resistencia y capacidad de carga de vigas y columnas.

Avances en el Diseño:

Tecnologías modernas y software de análisis estructural permiten optimizar el diseño de vigas y columnas, garantizando su eficiencia y seguridad.

Conclusiones:

Las vigas y columnas son elementos esenciales en la ingeniería civil, desempeñando roles cruciales en la resistencia y estabilidad de las estructuras. Su diseño y dimensionamiento adecuados, combinados con materiales apropiados, son fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de cualquier construcción.

La separación sísmica es una técnica fundamental en la ingeniería civil para reducir los efectos de los movimientos sísmicos en estructuras y edificaciones. Esta estrategia, vista desde la perspectiva de un ingeniero civil, se centra en minimizar la transferencia de energía sísmica a través de sistemas de aislamiento o dispositivos especializados. A continuación, se analizan sus aspectos principales:

Objetivo de la Separación Sísmica:

La separación sísmica tiene como objetivo principal reducir la transmisión de fuerzas y movimientos provenientes de un terremoto hacia la estructura de un edificio o infraestructura.

Principios de Funcionamiento:

Los sistemas de aislamiento sísmico emplean materiales flexibles o dispositivos, como aisladores de base, rodamientos, o dispositivos de deslizamiento, para disipar o absorber la energía generada por un terremoto.

Estos dispositivos permiten que la estructura se mueva independientemente del suelo, disminuyendo las fuerzas sísmicas transmitidas y minimizando daños.

Tipos de Sistemas de Aislamiento Sísmico:

Aisladores de Base: Utilizan elementos flexibles, como cojines de neopreno o dispositivos de elastómeros, colocados entre el cimiento y la estructura para amortiguar las vibraciones sísmicas.

Rodamientos Sísmicos: Emplean dispositivos de deslizamiento o rodamientos para permitir el movimiento relativo entre la base y la estructura.

Muelles de Aislamiento Sísmico: Son dispositivos que utilizan resortes metálicos o de goma para absorber y disipar la energía sísmica.

Ventajas de la Separación Sísmica:

Reduce significativamente el daño estructural y minimiza el riesgo de colapso durante terremotos.

Protege la integridad de la estructura y su contenido, proporcionando una mayor seguridad a los ocupantes.

Consideraciones Importantes:

El diseño de sistemas de separación sísmica debe ser cuidadoso y considerar aspectos como el peso y la geometría de la estructura, las características del suelo y las cargas sísmicas esperadas.

Se deben seguir las normativas y estándares de construcción específicos para garantizar la efectividad y seguridad de los sistemas de aislamiento sísmico.

Aplicaciones Prácticas:

Los sistemas de separación sísmica se utilizan en una amplia gama de estructuras, desde edificios altos y puentes hasta infraestructuras críticas como hospitales y centros de emergencia.

Conclusiones:

La separación sísmica es una técnica esencial en la ingeniería civil para proteger las estructuras y reducir el riesgo de daños durante eventos sísmicos. La implementación adecuada de sistemas de aislamiento sísmico contribuye significativamente a la seguridad y resiliencia de las edificaciones en áreas propensas a terremotos.

La zonificación sísmica

Es un proceso fundamental en la ingeniería civil que implica la división de áreas geográficas en distintas zonas según el riesgo y la probabilidad de ocurrencia de terremotos. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, la zonificación sísmica es crucial para el diseño y la construcción de estructuras seguras y resilientes. A continuación, se abordan sus aspectos principales:

Objetivos de la Zonificación Sísmica:

Identificar y delimitar áreas geográficas con niveles variables de riesgo sísmico.

Establecer criterios para el diseño sísmico de estructuras en función de la amenaza sísmica esperada en cada zona.

Factores Considerados en la Zonificación Sísmica:

Historial de actividad sísmica: Se evalúan datos históricos de terremotos para comprender la frecuencia y magnitud de los eventos sísmicos en una región.

Características geológicas: La geología local, como la composición del suelo y la presencia de fallas tectónicas, influye en la propagación y el impacto de los terremotos.

Modelos probabilísticos: Se utilizan modelos estadísticos para estimar la probabilidad de ocurrencia de terremotos en diferentes áreas.

Clasificación de Zonas Sísmicas:

Las zonas sísmicas se clasifican en función del riesgo sísmico, generalmente designadas como zonas sísmicas de baja, media, alta y muy alta peligrosidad.

Estas zonas se identifican con base en la intensidad sísmica esperada y el periodo de retorno de los terremotos.

Importancia en el Diseño Sísmico:

La zonificación sísmica proporciona información crucial para el diseño de estructuras, permitiendo a los ingenieros adaptar las especificaciones de construcción a las condiciones sísmicas locales.

Las normativas de construcción incluyen disposiciones específicas para cada zona, estableciendo los requisitos mínimos para el diseño sísmico de edificaciones.

Evaluación y Actualización Periódica:

La zonificación sísmica se revisa y actualiza periódicamente para reflejar nuevos datos, avances científicos y cambios en la actividad sísmica de una región.

Esta revisión constante permite ajustar y mejorar las regulaciones de construcción en función de la evolución de la comprensión del riesgo sísmico.

Aplicaciones Prácticas:

La zonificación sísmica se utiliza como base para el diseño y la planificación urbana, la evaluación de riesgos, la toma de decisiones de políticas públicas y la preparación para desastres.

Conclusiones:

La zonificación sísmica es un componente esencial en la ingeniería civil, ya que proporciona información fundamental para el diseño de estructuras resilientes en áreas propensas a terremotos. La comprensión de las diferentes zonas sísmicas y la adaptación de las construcciones a sus características específicas son clave para reducir el riesgo y mitigar los daños en caso de eventos sísmicos.

El concepto de Centro de Masa y Centro de Rigidez es fundamental en la ingeniería civil, especialmente en el diseño y análisis de estructuras. Desde la perspectiva de un ingeniero civil, estos conceptos se refieren a puntos clave que influyen en el comportamiento y la estabilidad de una estructura. A continuación, se describen estos conceptos y su relevancia en el campo de la ingeniería estructural:

Centro de Masa:

El Centro de Masa, también conocido como centro de gravedad, es el punto teórico en el cual se concentra toda la masa de un cuerpo o sistema. En una estructura, este punto es crucial para entender su comportamiento bajo la acción de la gravedad y las cargas aplicadas.

Importancia: El conocimiento del Centro de Masa es esencial para entender cómo las cargas se distribuyen y actúan sobre la estructura. Permite calcular la posición teórica de la masa total de la estructura y es relevante en el diseño de cimentaciones, distribución de cargas y análisis de estabilidad.

Centro de Rigidez:

El Centro de Rigidez, a diferencia del Centro de Masa, es un punto que representa la resistencia a las deformaciones y movimientos de una estructura ante la aplicación de cargas. Este punto se define como el centroide de las rigideces de los elementos estructurales.

Significado: El Centro de Rigidez es crucial en el análisis de la respuesta sísmica de una estructura. Determina cómo se distribuyen las fuerzas sísmicas y cómo se comportará la estructura frente a un terremoto.

Relación entre Centro de Masa y Centro de Rigidez:

En una estructura ideal, el Centro de Masa y el Centro de Rigidez pueden coincidir. Sin embargo, en estructuras reales, pueden estar desplazados, lo que resulta en diferentes comportamientos ante cargas estáticas y dinámicas.

Relevancia en la Ingeniería Civil:

La comprensión y el análisis del Centro de Masa y el Centro de Rigidez son esenciales en el diseño de estructuras resistentes y estables, especialmente en situaciones de cargas externas y eventos sísmicos.

Los ingenieros civiles emplean modelos matemáticos y herramientas de análisis estructural para determinar y evaluar estos puntos críticos, asegurando así que las estructuras estén diseñadas para resistir las cargas y eventos esperados.

Conclusiones:

El Centro de Masa y el Centro de Rigidez son conceptos fundamentales en la ingeniería civil que influyen significativamente en el diseño, análisis y comportamiento de las estructuras. La comprensión de estos puntos es esencial para garantizar la estabilidad y seguridad de las edificaciones frente a diversas condiciones de carga y eventos sísmicos.

Tabla 7
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: adaptado de RNE (2019).

Tabla 8
Periodo TP y TL

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: adaptado de RNE (2019).

Tabla 9
Factor de uso

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios o que guardan patrimonios valiosos como museos bibliotecas.	1.3

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Tabla 10
Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro).

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

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Tabla 11
Factor de Irregularidad estructural en altura.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad la
<p style="text-align: center;">Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</p> <p>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 style="text-align: center;">Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</p> <p>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 style="text-align: center;">Irregularidad Extrema de Rigidez</p> <p>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 style="text-align: center;">Irregularidad Extrema de Resistencia</p> <p>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 style="text-align: center;">Irregularidad de Masa o Peso</p> <p>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 style="text-align: center;">Irregularidad Geométrica Vertical</p> <p>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: adaptado de RNE (2019).

Tabla 12
Factor de Irregularidad estructural en planta.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p style="text-align: center;">Irregularidad Torsional</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 (Δm_{\max}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (ΔCM). 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;">Irregularidad Torsional Extrema</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 (Δm_{\max}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (ΔCM). 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;">Esquinas Entrantes</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;">Discontinuidad del Diafragma</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;">Sistemas no Paralelos</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: adaptado de RNE (2019).

Tabla 13
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: adaptado de RNE (2019).

Tabla 14
Estimación del peso

En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Tabla 15
Valores máximos de la distorsión del entrepiso.

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

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Diagramas de Fuerzas

Los diagramas de fuerza son el resultado de estudios estáticos de cargas gravitatorias y sísmicas. Con estos valores se puede iniciar la fase de diseño proporcionando la armadura básica y la distribución relativa de cada elemento de hormigón armado. El método de refuerzo estructural específico más comúnmente utilizado en la actualidad es el método de resistencia última. Este método utiliza componentes de refuerzo de carga para combinarlos en un diagrama envolvente, en una región inelástica donde el usuario puede soportar estas cargas sin colapsar. (NORMA E.030, 2019)

2.2.6 Losas de entrepiso

Según (Morales , 2016).Es la superficie plana de una edificación, preferentemente sobre entresijos y sobre cubierta, que se dice armada porque está formada por hormigón y una especie de rejilla o malla denominada rejilla, que está formada por barras unidas entre sí por hilo calefactor , Las varillas se colocan en ambos sentidos que van desde barras de 3/8" hasta barras de mayor diámetro, dependiendo de las especificaciones de peso y, por supuesto, lo que se quiera ahorrar, también se pueden doblar 45° para lograr una mayor resistencia y el espacio entre listones es entre 5 o 10. cm, mientras que el ancho de la hoja o mejor conocido como espesor suele ser de 10 cm a 15 cm, nuevamente dependiendo de la distancia que se quiera recorrer todos estos en el perímetro o intermedios reforzados con vigas horizontales de hormigón armado o cadena estilo castillo y también pueden ir equipados con barras y ménsulas y sus dimensiones dependerán del cálculo previo de las características del espacio que necesita , es un elemento estructural de dos

dimensiones, donde la tercera dimensión es pequeña en comparación con las otras dos dimensiones fundamentales. Son esencialmente perpendiculares al plano principal de las placas, por lo que su comportamiento está dominado por la curvatura. Según (Morales, 2016).

Según (Morales, 2016). Una losa es un recurso de tipo estructural y el tamaño de la planta es especialmente grande en comparación con el peralte. El principal impacto en las losas son las cargas convencionales en el plano que se aplican para soportar áreas de servicio horizontales, como pisos de edificios y tableros de puentes. Las cargas en el plano pueden actuar además de las cargas de gravedad, como la situación de una losa inclinada con elementos paralelos a la losa donde se aplica la carga normal. Según (Ing. Serrano,2014).

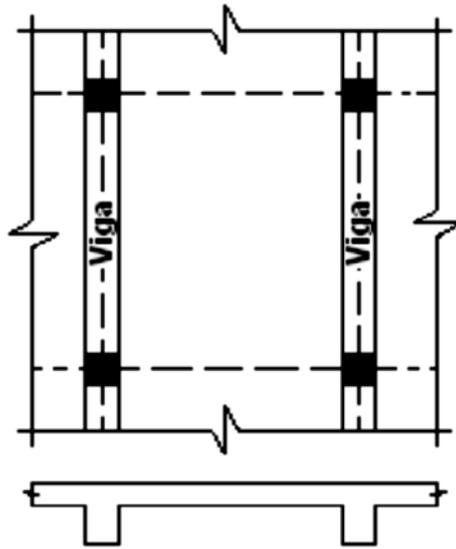
2.2.7 Tipos de losas de entrepiso

Las placas tienen la posibilidad de auxiliar en lados opuestos, como se muestra en la Figura 5, en cuyo caso la acción estructural de la losa es en esencia unidireccional, que transmite la carga en una dirección perpendicular a las vigas de apoyo. Además, es viable tener vigas en los 4 lados, como se muestra en la Figura 6, para poder hacer el impacto de losa en 2 direcciones. Además, tienen la posibilidad de proveer vigas intermedias, como se muestra en la Figura 7, si la interacción entre el extenso y el ancho de la losa es más grande que 2, la mayoría de la carga se transmite en la dirección corta a las vigas de soporte y, por cierto, se recibe el impacto. en una dirección, inclusive si se otorga apoyo en todos los lados.

Cuando las losas de hormigón descansan directamente sobre columnas, como se muestra en la Figura 8, se denominan losas planas y generalmente se utilizan cuando las luces no son demasiado largas y las cargas no son particularmente altas. La estructura de piso plano que se muestra en la Figura 9 no incluye vigas, sino que está soportada por pilares o columnas en forma de lágrima. La vigueta o lámina reticular que se muestra en la Figura 10 está unida a la placa plana. Para reducir la carga muerta de las estructuras de piso sólidas, se forman vacíos en un patrón alineado aligerando elementos hechos de metal o fibra de vidrio. Se obtiene así una estructura nervada en dos direcciones.

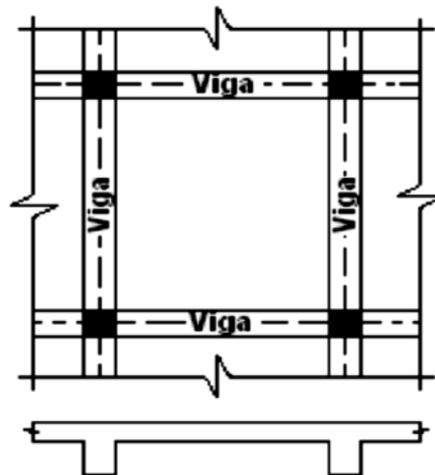
Las losas de concreto reforzado expuestas de todas las formas casi siempre están diseñadas para tener cargas distribuidas uniformemente a través de la losa y están restringidas por un eje entre las losas en el centro de la viga o columna de soporte. Las cargas puntuales pequeñas pueden ser absorbidas por la acción bidireccional de los rigidizadores (acero para flexión en dos direcciones para sistemas de placas en dos direcciones, o acero para flexión en una dirección y acero de distribución lateral para sistemas en una dirección). Las cargas puntuales grandes a menudo requieren vigas de soporte.

Figura 5
Losa en una dirección



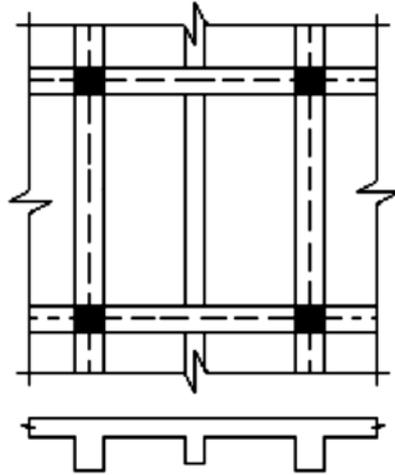
Fuente: Ovidio, 2015

Figura 6
Losa en dos direcciones



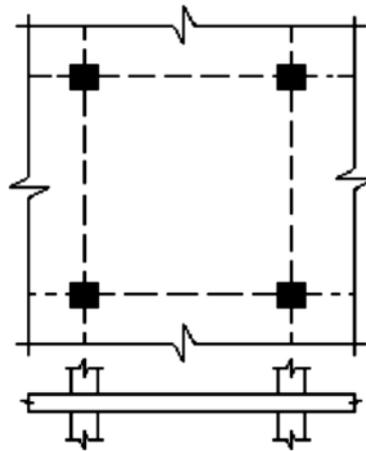
Fuente: Ovidio, 2015

Figura 7
Losa en una dirección



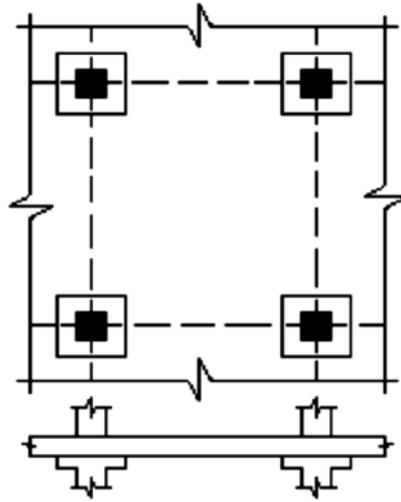
Fuente: Ovidio, 2015

Figura 8
Losa de placa plana



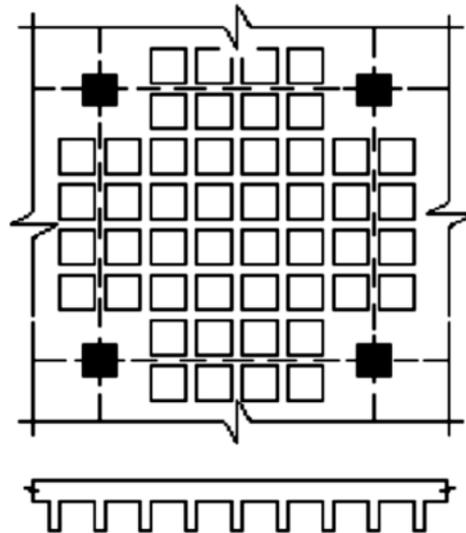
Fuente: Ovidio, 2015

Figura 9
Losa plana



Fuente: Ovidio, 2015

Figura 10
Losa nervada



Fuente: Ovidio, 2015

2.2.8 Diseño de losas

Cuando nos referimos a losas de entrepiso nos referimos aun elementos muy importantes ya que es comportamiento de este elemento afecta directamente a los demás elementos como las vigas y columnas, por tal motivo el modelamiento y diseño son parte de suma importancia en base a estos se empleará diferentes métodos para poder analizar las losas bidireccionales como los que se mencionan a continuación:

- El método directo
- El método del pórtico equivalente
- Tablas de Bares
- Tablas de Kalmanok
- Métodos de los coeficientes de nuestra normativa E.060
- Método de los elementos finitos

2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

Columna: Un miembro estructural con la menor relación de dimensión de altura a lado superior a tres, utilizado principalmente para resistir cargas de compresión axial. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Resistencia del concreto a la compresión: La resistencia a la compresión (f_c) se define como la resistencia promedio de al menos dos piezas de prueba tomadas de la misma muestra probada durante 28 días. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Resistencia del concreto al esfuerzo cortante: Los esfuerzos cortantes son esfuerzos que ocurren individualmente bajo circunstancias muy especiales. En laboratorio se han obtenido resistencias desde $0.2f'_c$ hasta $0.85f'_c$; Este amplio rango se explica por la dificultad de aislar este estrés de otros en las pruebas utilizadas para identificarlo. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Resistencia de diseño: Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia correspondiente (RNE, NORMA E.060, 2019)

Acero de refuerzo: el acero es el encargado de superar esta limitación, tiene una resistencia a la compresión unas 10 veces mayor que el hormigón y una relación de resistencia a la tracción 100 veces mayor. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Análisis por falla balanceada: En la falla de equilibrio, para una cantidad particular de acero, alcanza el límite elástico f_y y al mismo tiempo el concreto alcanza la deformación última por compresión de fibra de 0.003. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Comportamiento de losa aligerada: Una losa aligerada está formada por travesaños de 10 cm, separados entre ejes a 40 cm y tiene una placa superior de 5 cm. En Perú, los espesores comunes son de 17 cm, 20cm, 25 cm y 30 cm. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Refuerzo por contracción y temperatura: En estructuras con dilataciones importantes, como las losas, están sometidas a esfuerzos elevados generados por retracción de forjado y variaciones de temperatura, que tienden a provocar fisuras pronunciadas. Para evitar este fenómeno, es necesario elevar una determinada temperatura, lo que comúnmente se conoce como aumento de temperatura. (RNE, NORMA E.060, 2019)

Carga muerta: es la carga referente a los pesos muertos que se encuentren los inmuebles como muros de albañilería, acabados, el peso propio entre otros. (RNE, NORMA E.020, 2019)

Carga viva: es la carga referente a los materiales o equipos que se encuentran en el inmueble a esto también se le puede sumar los habitantes y otras cargas variables. (RNE, NORMA E.020, 2019)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Población y selección de la muestra

3.1.1 Población

En la presente tesis se tomó como población las edificaciones de 5 niveles de concreto armado de la ciudad de Amarilis, Amarilis - Huánuco -2023.

3.1.2 Muestra

En la presente tesis se tomó como muestra una edificación de 5 niveles de concreto armado de la ciudad de Amarilis, Amarilis - Huánuco -2023.

La presente investigación tendrá como muestra no probabilística ya que solamente se realizará el diseño de una edificación de 5 niveles ya que esta cantidad es la recurrente en la ciudad de Amarilis.

3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación

3.2.1 Enfoque

En el presente proyecto presentará un nivel de enfoque **cuantitativo** ya que se partió de la recolección de datos para posteriormente analizarlos según el reglamento nacional de edificaciones vigente.

3.2.2 Alcance o nivel

En el presente proyecto presentara un alcance de nivel **explicativo** ya que se analizó parámetros establecidos en la norma E030 las cuales tienen relación entre otros parámetros para el diseño sismorresistente, de igual forma se comparará variables para realizar la comparación entre los sistemas de

entrepiso de la losa maciza y la losa aligerada bidireccional esto según las normas E030 y E060.

3.2.3 Diseño

En el presente proyecto presentara un diseño a nivel **no experimental** ya que no se manipula la formulas y/o parámetros establecidos en la norma E030 y E060 la cual emplearemos para para realizar la comparación entre los sistemas de entrepiso de la losa maciza y la losa aligerada bidireccional.

3.3 Métodos, técnicas e instrumentos

3.3.1 Para la recolección de datos

Técnicas: La técnica que emplearemos para la elaboración del presente proyecto de investigación será la observación y las bases de ingeniería civil establecidas por el investigador del presente proyecto de investigación. Se realizará un reconocimiento y levantamiento topográfico del terreno donde se está planteando los datos, seguidamente se realizará el estudio de suelos con el fin de conocer las propiedades físicas del suelo y finalmente para el análisis de la estructura se hizo uso de las normas de edificación peruanas en especial la norma E030 y E060.

Tabla 16
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: Reglamento Nacional de Edificaciones

Instrumentos: los instrumentos empleados para la recolección de datos en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Fichas comparativas:

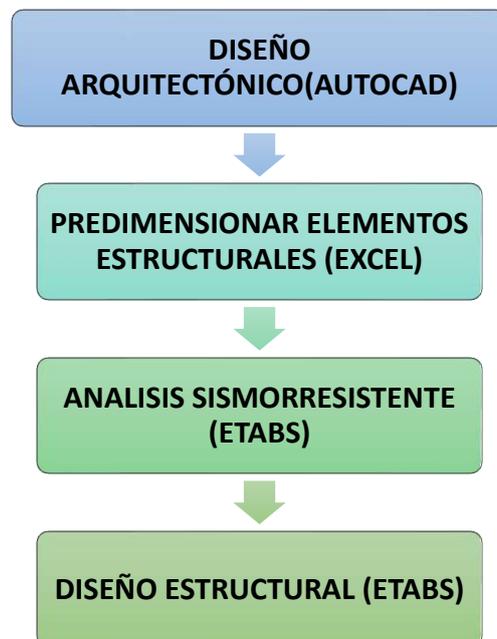
Se elaborará fichas para poder realizar la investigación con mayor orden de los datos obtenidos y de esa manera sintetizar y presentar la información de manera precisa y entendible de los resultados que se obtendrán en el diseño estructural.

3.3.2 Para la presentación de datos

Se reconoció la ubicación del presente proyecto, la cual se encuentra ubicada en la Av. Los sauces de Los Portales, en el distrito de Amarilis, región Huánuco.

Para iniciar con el proyecto de investigación primero de deberá tener en cuenta las características mecánicas del suelo y posteriormente para análisis y diseño estructural se tendrá que llevar a cabo un pre-dimensionamiento estructural ya que para realizar a la comparación por ambos sistemas de entrepiso es necesario este procedimiento. Añadido a ello el software ETABS donde se realizará el análisis necesita que se ingresen datos anteriores y secciones preliminares para después proceder con la comprobación de las secciones logradas como consecuencia para que estas logren ser optimizadas con el estudio estructural. En el modelamiento estructural insertaremos las magnitudes de los recursos estructurales hallados en el pre-dimensionamiento para después optimizar estos recursos usando la normativa peruana vigente, este modelamiento efectuó en el programa ETABS.

Figura 11
Para la presentación de datos



Fuente: Elaboración propia.

3.4 Procedimiento

Para la recolección de información del área en análisis procederemos a hacer la georreferenciación utilizando un GPS de mano y el programa Google Earth para representar esa georreferenciación que se empleará en el lote del plan.

Los resultados Análisis de Mecánica de Suelos fueron obtenido mediante un estudio de suelos realizado en el terreno mediante una calicata la cual posteriormente se llevará a un laboratorio para poder obtener la capacidad portante del terreno y el ángulo de cohesión interna. Se hizo el diseño arquitectónico a usando el programa AutoCAD2018, usando las reglas A.010 y A.020 del RNE. Se realizará el análisis estático y dinámico por medio del modelado estructural de los dos sistemas de entrepiso tanto del aligerado bidireccional y de la losa maciza en el programa ETABS considerando la normativa vigente del Reglamento Nacional de edificaciones (RNE). En donde resaltara el uso de las normas E.020, E.030, E.050 y E.060.

Y finalmente se realizará la comparación entre ambos métodos empleando tablas Excel tanto en el comportamiento estructural como en el costo que representa cada sistema de entrepiso

3.5 Consideraciones éticas

Esta investigación es netamente de autoridad de los tesistas, en esta investigación se revisó diversas fuentes de donde se obtuvo la información necesaria para desarrollar este trabajo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Arquitectura y estructuración

Primeramente, para iniciar con el proyecto de realizo un levantamiento topográfico de todo el terreno donde se tomó en cuenta las distancias y el ángulo interno del terreno , teniendo en cuenta esto se partió a iniciar diseño arquitectónico para de esa manera poder distribuir los ambientes y también las columnas y poder predimensionarlas correctamente, para este proyecto se tuvo un inconveniente ya que el terreno en si contaba con un pequeño área construido el cual por decisión del propietario no se podía remoler , entonces se tomó en cuenta esto y se distribuyó los niveles de la siguientes manera , un semisótano para para habitaciones de un hostel , el primer y segundo nivel serán pequeños stand de venta y los pisos del 3ero al 5to serán también habitaciones de hostel. La arquitectura es importante para este proyecto ya que posee un espacio muy reducido y esto ayudara a distribuir de manera óptima todos los ambientes y también tener una iluminación y ventilación a adecuada

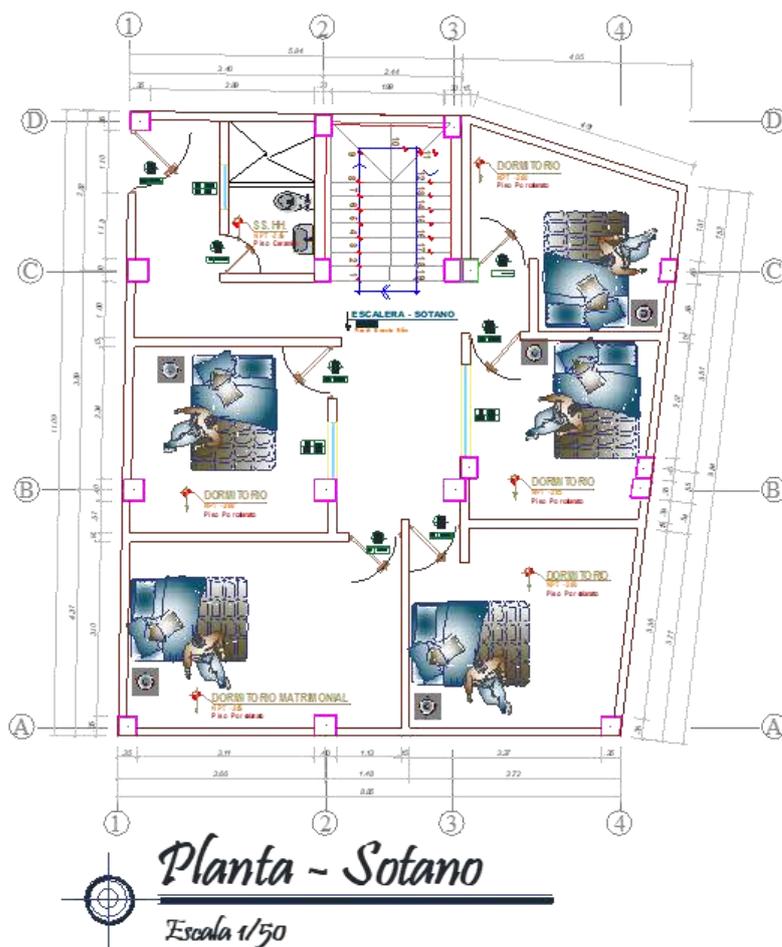
Para realizar una correcta distribución arquitectónica se empleará la norma NTE A010 “Condiciones generales de diseño”. Para el diseño arquitectónico se debería considerar lo próximo:

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

a) Diseño Arquitectónica del Proyecto.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos por la norma A010 “Condiciones generales de diseño” y por áreas establecidas en esta norma, se realizó el diseño arquitectónico de los 5 niveles y un semisótano.

Figura 12
Diseño Arquitectónica del Primer nivel.



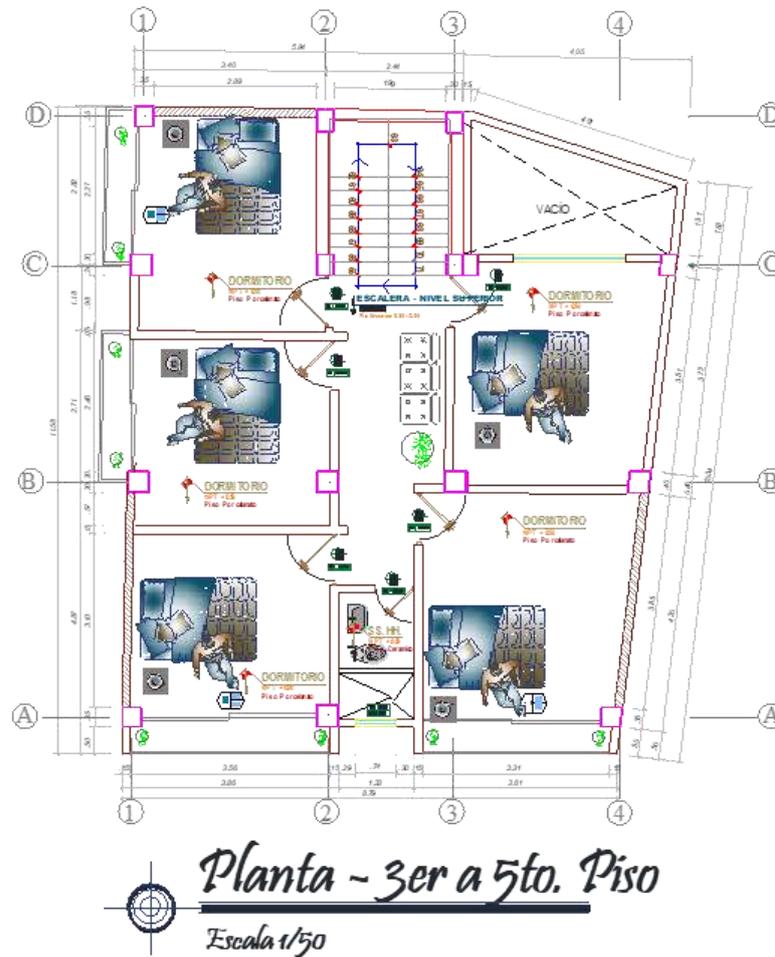
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14
 Diseño Arquitectónica del segundo nivel.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15
Diseño Arquitectónica del tercer cuarto y quinto nivel.



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Estructuración y predimensionamiento

Como ya se realizó el diseño arquitectónico, ahora procedemos a realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales para realizar el modelamiento y el posterior análisis y diseño.

Vigas Y-Y:

Para pre-dimensionar las vigas se utilizó la siguiente fórmula:

$$Peralte = \frac{Longitud}{12}$$

La vivienda posee una luz máxima de 4.5 metros en el eje Y, por ello se tomará vigas de 450 centímetros de longitud y el factor 12 se empleará debido a las cargas estructurales presentes.

$$Peralte = 37.5cm = \frac{450}{12}$$

Para poder trabajar con dimensiones múltiplos de 5 se tomará como peralte 40 cm y para calcular la base de la viga, una opción es dividir el peralte entre 2, pero se tomará un criterio de optar por una base de 25cm.

Vigas X-X:

Para pre-dimensionar las vigas se utilizó la siguiente fórmula:

$$Peralte = \frac{Longitud}{12}$$

La vivienda posee una luz máxima de 4.9 metros en el eje X, por ello se tomará vigas de 500 centímetros de longitud y el factor 12 se empleará debido a las cargas estructurales presentes.

$$Peralte = 41.67cm = \frac{500}{12}$$

Para poder trabajar con dimensiones múltiplos de 5 se tomará como peralte 45 cm y para calcular la base de la viga, una opción es dividir el peralte entre 2, pero se tomará un criterio de optar por una base de 30cm.

Losas Aligeradas:

Para el predimensionamiento de la losa aligera se tomará en cuenta la luz libre del paño de mayor dimensión de la estructura, lo cual es 4.5 metros en Y-Y y en X-X 5 metros, además se tuvo en cuenta el siguiente criterio.

$(L1 / L2) \geq 2$ Losas Macizas en 1 Dirección

$(L1 / L2) < 2$ Losas Macizas en 2 Direcciones

Donde nos resulta una losa aligerada en ambas direcciones. Y para calcular el peralte de la losa aligerada se tendrá en cuenta la siguiente tabla para el predimensionamiento:

Tabla 17
Peralte para Losas Aligeradas

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

Fuente: Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado – Autor: Antonio Blanco Blasco.

Según la anterior tabla de tomar un peralte de 20 cm para la losa aligerada de 2 dirección.

Losas macizas:

Para el predimensionamiento de la losa maciza se tomará en cuenta el espesor obtenido en la losa aligerada bidireccional y a este espesor se le restara 5 cm, además se tuvo en cuenta el siguiente criterio.

$(L1 / L2) \geq 2$ Losas Macizas en 1 Dirección

$(L1 / L2) < 2$ Losas Macizas en 2 Direcciones

Donde nos resulta una losa maciza bidireccional de espesor de 15 cm.

Columnas:

Para calcular las dimensiones de la columna se hizo uso de una hoja Excel elaborado por mi persona, la cual tiene como criterio principal el área tributaria para poder calcular las secciones.

Se colocará el área tributaria de las columnas ubicadas en el plano arquitectónico.

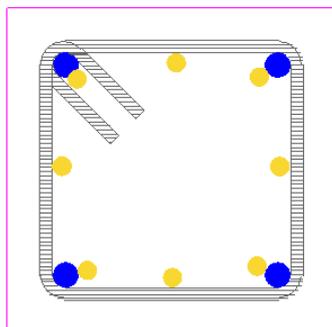
Figura 16
Predimensionamiento de las columnas

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS DE CONCRETO ARMADO DISEÑO POR SISMO											
1.- DATOS ASUMIDOS POR SISMO (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES) :											
DATOS ASUMIDOS				CALCULOS				CORTANTE POR SISMO			
CATEGORIA DE LA EDIFICACION = B				U = 1.30				Vs = ZUCS x Pe			
ZONA SISMICA = 2				Z = 0.25				T = 0.43			
TIPO DE SUELO = S1				Tp (s) = 0.40				C = 2.33			
PERIODO FUNDAMENTAL = 1				S = 1.00				ZUCS = 0.76			
ALTURA DE LA EDIFICACION (m) = 15.00				CT = 35							
2.- DATOS ASUMIDOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS COLUMNAS DE LA ESTRUCTURA:											
F _c = 280 ; F _y = 4200 ; # Pisos = 05 ; S/c = 300 ; e losa A = 0.200											
A _{cb} = 120 ; P.P.Col = 100 ; P.P.Vig = 100 ; S/c = 100 ; P.P. Alig = 350 kg/m ²											
Tabiquería EP : Tipo = HUECO ; E. Muro = 14 cm ; H. Muro = 2.20 mts → P.P.Tab = 210 kg/m ²											
→ 431.2 kg/m → 600 kg/ml											
Tabiquería PAT : Tipo = HUECO ; E. Muro = 14 cm ; H. Muro = 1.00 mts → P.P.Tab = 60 kg/m ²											
→ 196 kg/m → 250 kg/ml											
3.- METRADO DE CARGAS : CARGA MUERTA : WD = 880 ; WL1 = 300 ; WL2 = 100											
3.1 - CARGA TOTAL (PU) : Combinación Asignada = 1.4 (WD) + 1.7 (WL)											
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna cada piso = 1742.00 Kg/m²											
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna, del: 1ºer Piso al Piso 4 = 6968.00 Kg/m²											
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna, del ultimo Nivel y/o Azotea: Piso 5 = 1192.00 Kg/m²											
Peso total de cargas de gravedad en todos los Niveles: 05 Pisos = 8160.00 Kg/m²											
4.- DATOS ADICIONALES : Altura del Primer Nivel = 3.000 mts											
Numero de Columnas = 10 colum											
Distorsion Permisible = 0.007 mts Modulo de Elasticidad del Concreto = 252671.33											
Modulo de Corte del Concreto = 105363.94											
CORTANTE POR SISMO											
Vs = ZUCS x Pe											
Vs = 6188.00 Kg/m²											
Pe = PU x Area T											
DIMENSIONAMIENTO			ANALISIS GENERAL (ESTRUCTURACION SIMETRICA)							Check	USAR
Tipo de Columna	Area Tributaria	Vs (Kg)	b x D	-	Si b = D (cm)	b (cm) (mínimo)	D (cm) (Calc)	b x D			
C-1	E	5.800 m ²	35,890.40	1,046.37	-	32.35 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	OK	35x35
C-2	L	7.100 m ²	43,934.80	1,157.71	-	34.03 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	OK	35x35
C-3	E	6.100 m ²	37,746.80	1,073.09	-	32.76 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	OK	35x35
C-4	L	7.200 m ²	44,553.60	1,165.84	-	34.14 cm	35 cm	35 cm	1,225.00	OK	35x35
C-5	C	12.720 m ²	78,711.36	1,549.58	-	39.36 cm	40 cm	40 cm	1,600.00	OK	40x40
C-6	C	13.200 m ²	81,681.60	1,578.55	-	39.73 cm	40 cm	40 cm	1,600.00	OK	40x40

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior imagen tomaremos 2 tipos de columnas para facilitar el proceso constructivo de la vivienda. Se tomará columnas de 40 X 40 cm² en toda la parte central de la estructura, y en las esquinas y en los laterales se tomará una columna de 35x35 cm².

Figura 17
Predimensionamiento de columna de 40X40 y 35X35



Fuente: Elaboración propia.

Placas:

Para calcular el espesor de las placas se tomará un espesor de 20 cm, ya que según distintos autores e ingenieros estructurales para zonas sísmicas se debe tomar en cuenta un espesor mínimo de 20 cm, y si en caso la placa necesite de miembros de borde se empleará miembros de borde 30x40 cm².

Estructuración y parámetros sísmicos:

Una vez definido las dimensiones preliminares de los elementos estructurales, ahora asignaremos las características de los materiales, los parámetros de diseño sísmico, características mecánicas del suelo, y las cargas estructurales presentes en la edificación.

Tabla 18
Parámetros de estructuración

Parámetros de diseño sismorresistente		
Concreto Armado	F'c: 280 kg/cm ²	Peso Específico: 2,400 kg/m ³
Acero de Refuerzo	F'y: 4,200 kg/cm ²	Peso Específico: 7,800 kg/m ³
Sistema Estructural "X"	Concreto Armado, Pórtico	
Sistema Estructural "Y"	Concreto Armado, Pórtico	
Categoría del Edificio	Edificaciones Esenciales "B" - U: 1.30	
Zona Sísmica del Proyecto	2 - Z: 0.25g	

Parámetros de diseño estructural de la cimentación	
Parámetros del Suelo	Suelos tipo "S1" – T(p): 0.40seg – S: 1.00
Capacidad Portante del Suelo	Qadm: 5.20 kg/cm ²
Módulo de Reacción del Suelo	Coefficiente de Balasto: 9.00 kg/cm ³
Dimensiones preliminares de los elementos estructurales	
Columnas centrales	40x40 cm ²
Columnas laterales y esquineras	35x35 cm ²
Viga X-X	45x30 cm ²
Viga Y-Y	35x25 cm ²
Viga de Borde	20x20 cm ²
Losa maciza	15 cm
Losa bidireccional	20 cm
Escalera	17.5 cm
Placas	20 cm
Cargas estructurales	
Cargas vivas en Losas	400 kg/cm ²
Cargas vivas en Escalera	400 kg/cm ²
Carga muerta en Losas	200 kg/cm ²
Cargas muertas en escalera	120 kg/cm ²
Carga viva en techo	50 kg/cm ²
Carga muerta en techo	50 kg/cm ²
Carga muerta en Vigas	250 kg/cm

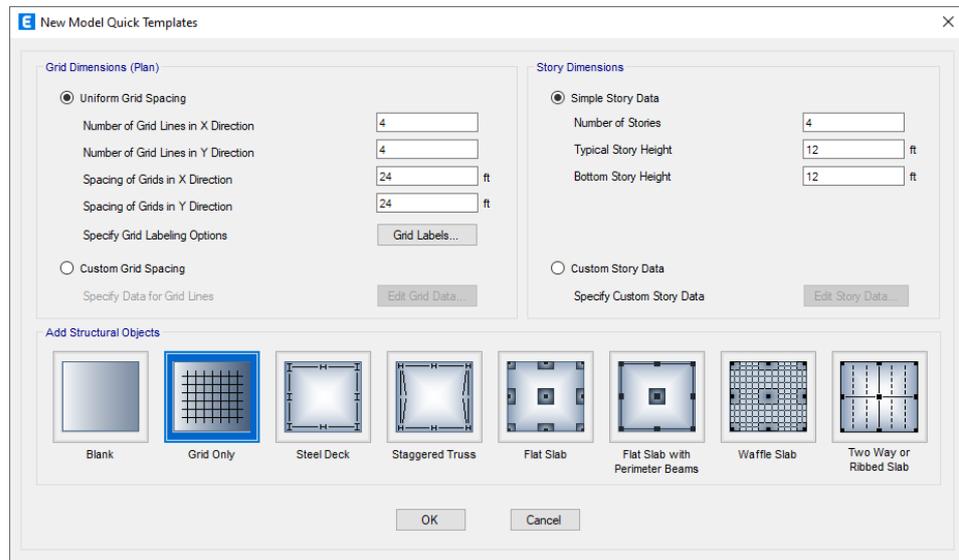
Fuente: Elaboración propia

4.3 Modelamiento y análisis sismorresistente

Una vez ya realizado la estructuración del proyecto y también definidos las dimensiones preliminares, realizaremos el modelamiento en el software ETABS, se deberá tener en cuenta que primeramente se realizara un análisis con los elementos predimensionados, posteriormente se optimizará estas dimensiones con el fin de no sobredimensionar los elementos estructurales y que estos cumplan con la norma E030 y la norma E060.

Abriremos el programa y procedemos a configurar las unidades en las cuales trabajaremos y las grillas.

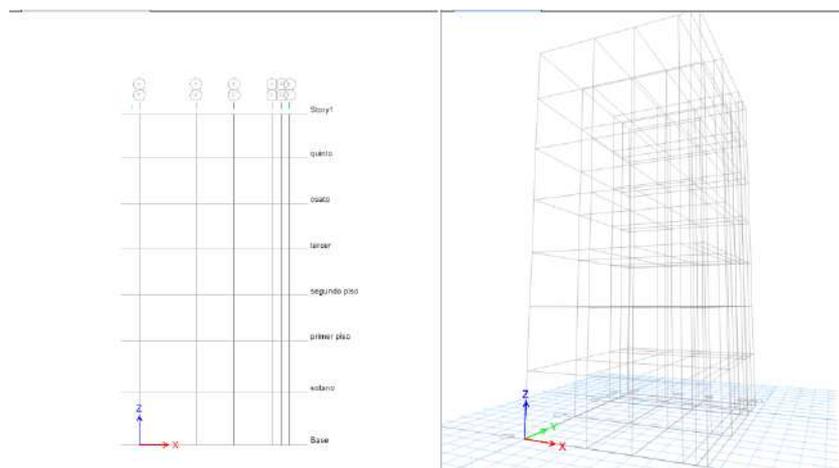
Figura 18
Grillas para el modelamiento



Fuente: Elaboración propia.

Configuraremos las grillas según nuestro plano arquitectónico tanto en los ejes X-X, Y-Y y Z-Z

Figura 19
Vista 3D de las grillas



Fuente: Elaboración propia.

Definiremos y configuraremos los materiales que se emplearan en el análisis de la estructura.

Figura 20
Propiedades del concreto-ETABS

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

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	FC 280	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	[Grey swatch]	
	Material Notes	Modify/Show Notes...	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm ³
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	252671.33	kgf/cm ²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	105279.72	kgf/cm ²
	Mass per Unit Volume	0.000002	kgf-s ² /cm ⁴

Fuente: Elaboración propia.

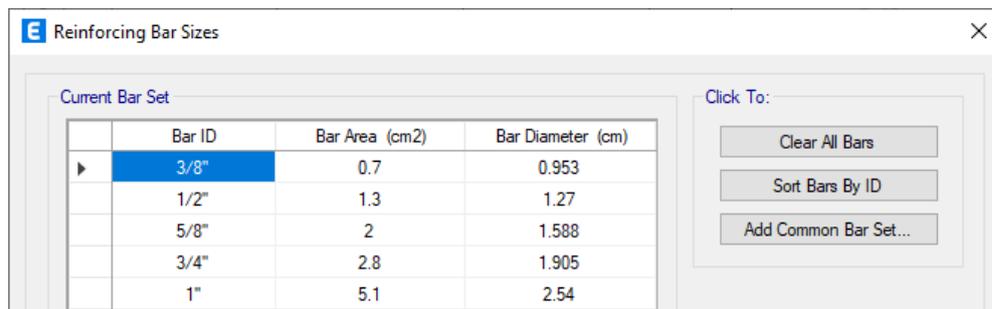
Figura 21
Propiedades del acero-ETABS

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

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

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22
Barras de reforzamiento-ETABS



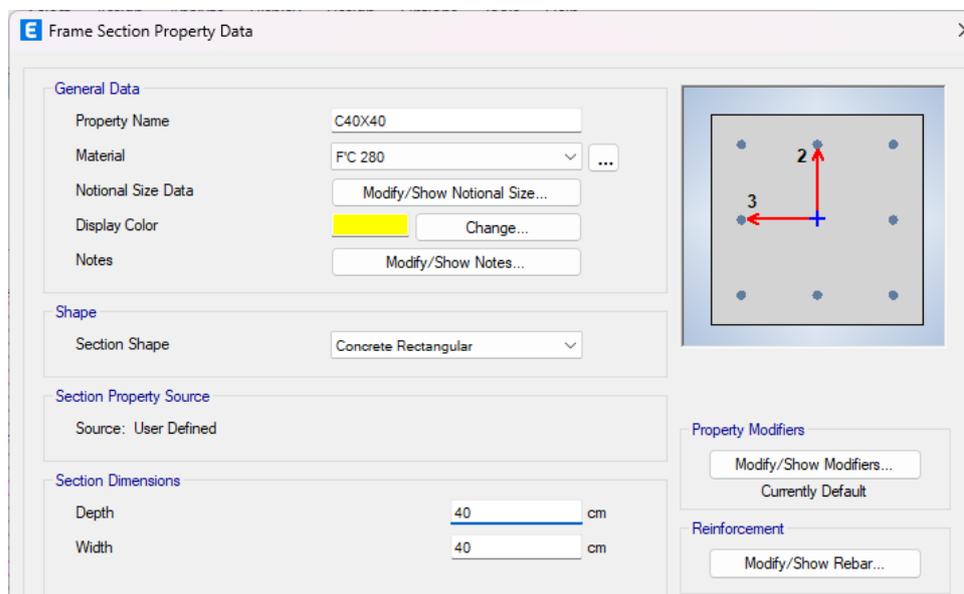
Bar ID	Bar Area (cm ²)	Bar Diameter (cm)
3/8"	0.7	0.953
1/2"	1.3	1.27
5/8"	2	1.588
3/4"	2.8	1.905
1"	5.1	2.54

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

Fuente: Elaboración propia.

Definiremos los elementos estructurales que participaran en la edificación; losas bidireccionales, losas macizas, vigas, columnas y placas. Según el predimensionamiento, estas medidas no serán las definitivas ya que al momento de realizar el análisis pueden variar sus medidas.

Figura 23
Propiedades de columna de 40X40-ETABS



General Data

Property Name: C40X40

Material: F'c 280

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 40 cm

Width: 40 cm

Property Modifiers

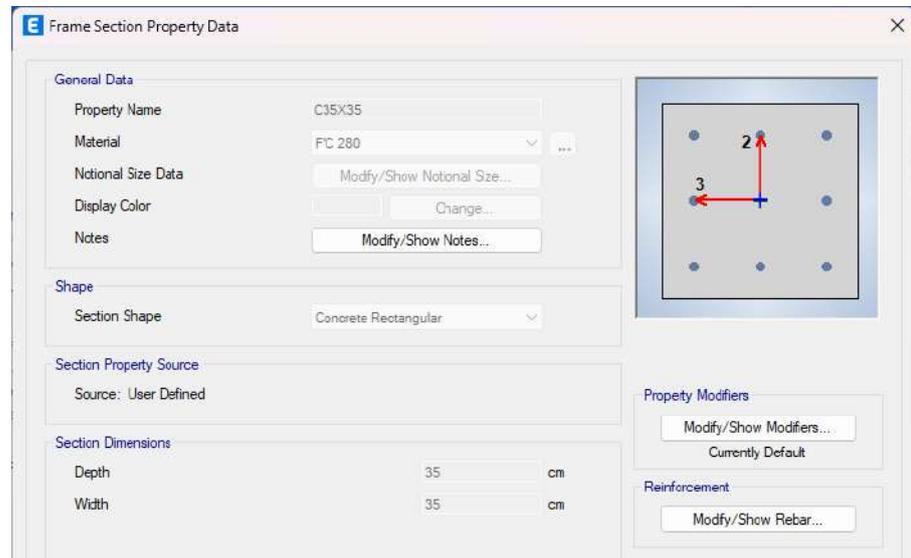
Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

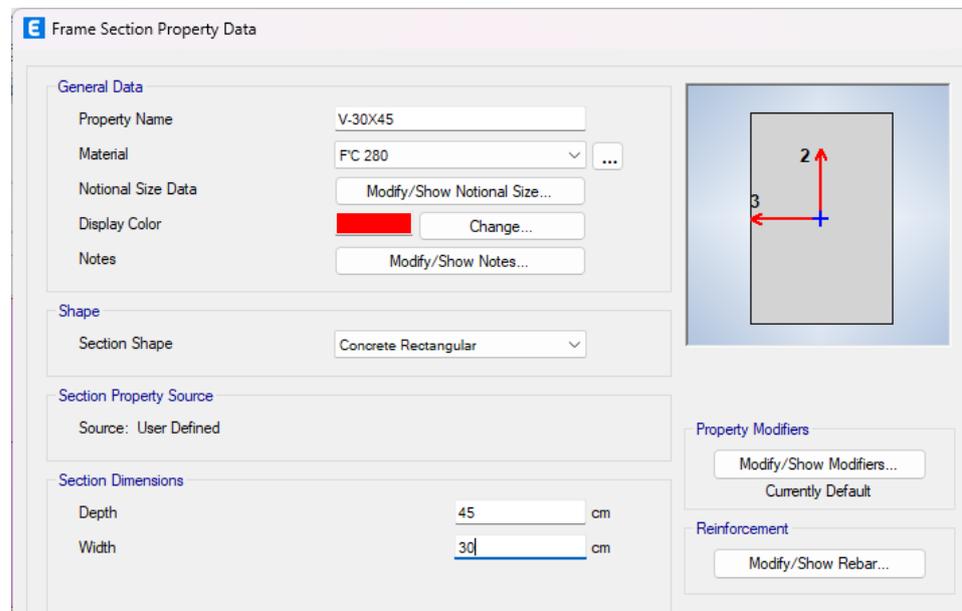
Fuente: Elaboración propia.

Figura 24
Propiedades de columna de 35x35-ETABS



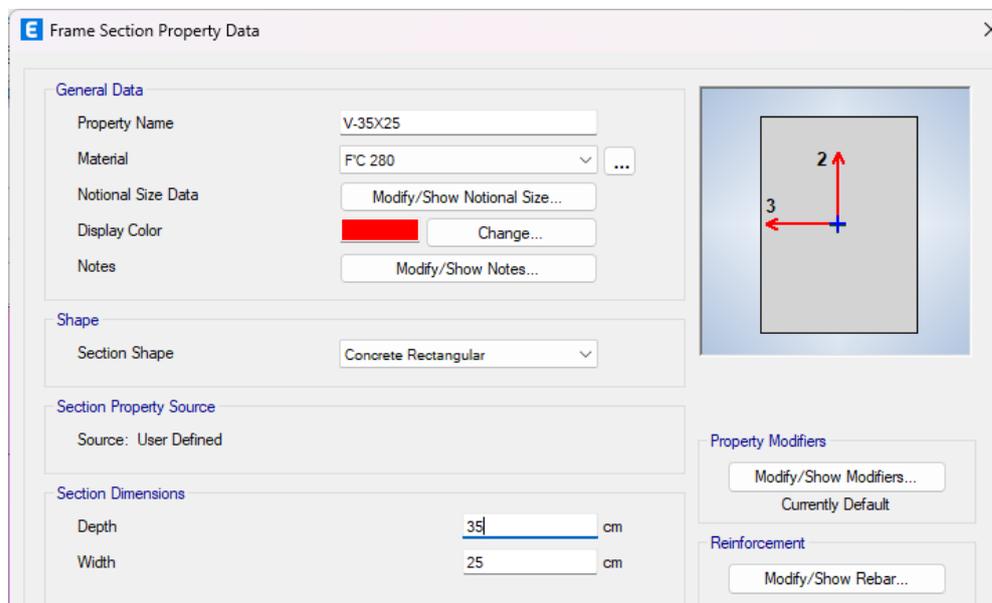
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25
Propiedades de viga de 45x30-ETABS



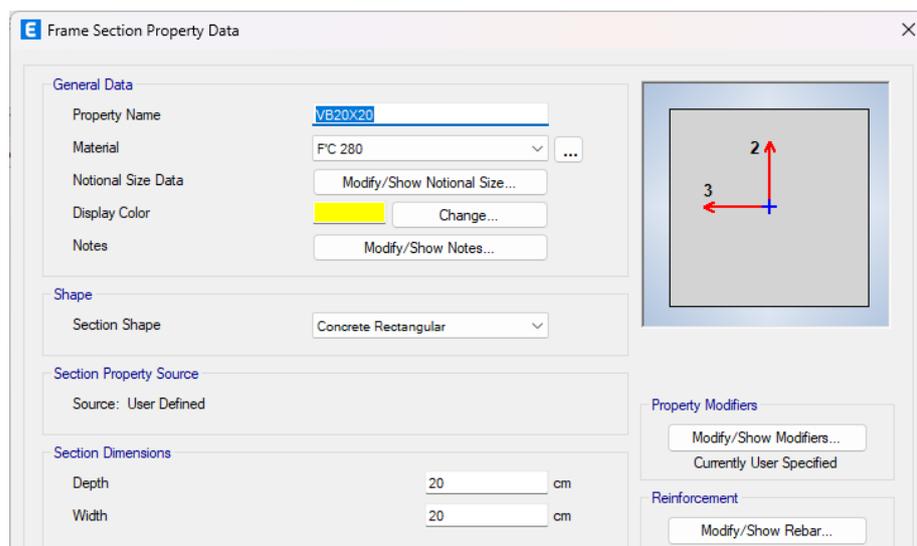
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26
Propiedades de viga de 35x25-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27
Propiedades de viga borde 20x20



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28
Propiedades de placa de 20 cm

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29
Propiedades de losa aligerada bidireccional de 20cm-ETABS

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30
Propiedades de losa maciza de 15cm-ETABS

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. It is divided into two sections: 'General Data' and 'Property Data'.
In the 'General Data' section:
- 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: A cyan color swatch with a 'Change...' button.
- Property Notes: Modify/Show...
In the 'Property Data' section:
- Type: Slab
- Thickness: 15 cm

Fuente: Elaboración propia.

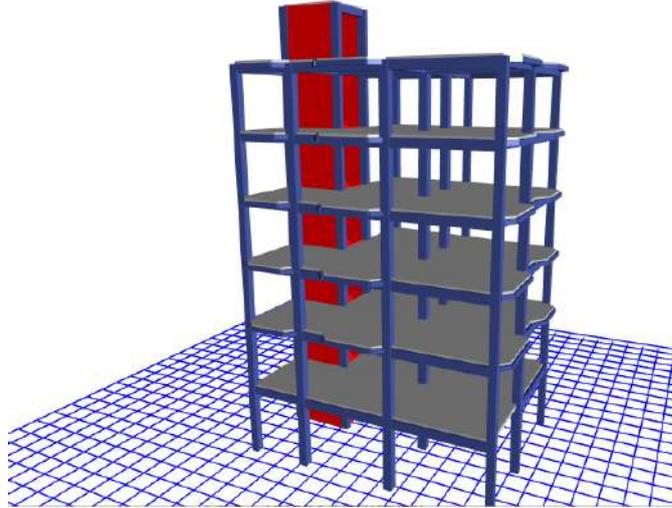
Figura 31
Propiedades de escalera de 17.5 cm

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. It is divided into two sections: 'General Data' and 'Property Data'.
In the 'General Data' section:
- Property Name: ESC
- Slab Material: F'C 280
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thin
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: A blue color swatch with a 'Change...' button.
- Property Notes: Modify/Show...
In the 'Property Data' section:
- Type: Slab
- Thickness: 17.5 cm

Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya definido los elementos estructurales que participaran en el proyecto, se hará dos modelos, el primero donde participe las losas aligeradas bidireccionales y la segunda las losas macizas, posteriormente cada modelo será analizado según la norma E030.

Figura 32
Vista 3D del modelamiento-losa aligerada bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

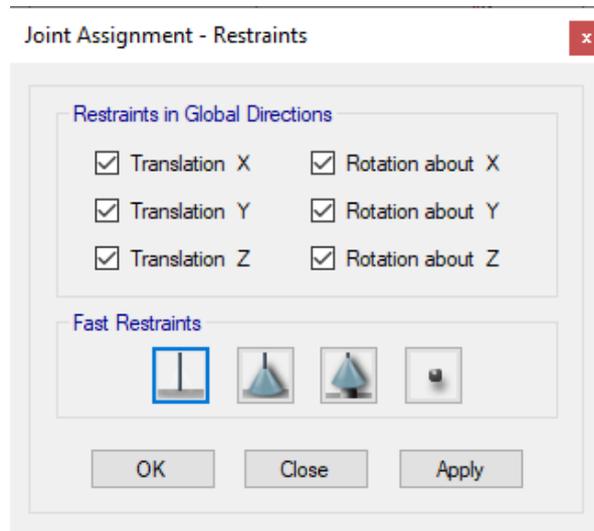
Figura 33
Vista 3D del modelamiento-losa maciza



Fuente: Elaboración propia.

Se asignará los apoyos empotrados en el nivel del suelo.

Figura 34
Restricciones de la edificación



Fuente: Elaboración propia.

Análisis sismorresistente

Para no hacer este proceso muy repetitivo se analizó previamente con los valores predimensionados de la estructura para ambos casos y se llegó a la conclusión de que se puede optimizar las vigas, para ambos casos se optimizo las vigas en ambos sentidos.

Tabla 19
Variación de dimensiones Predimensionadas y optimizadas

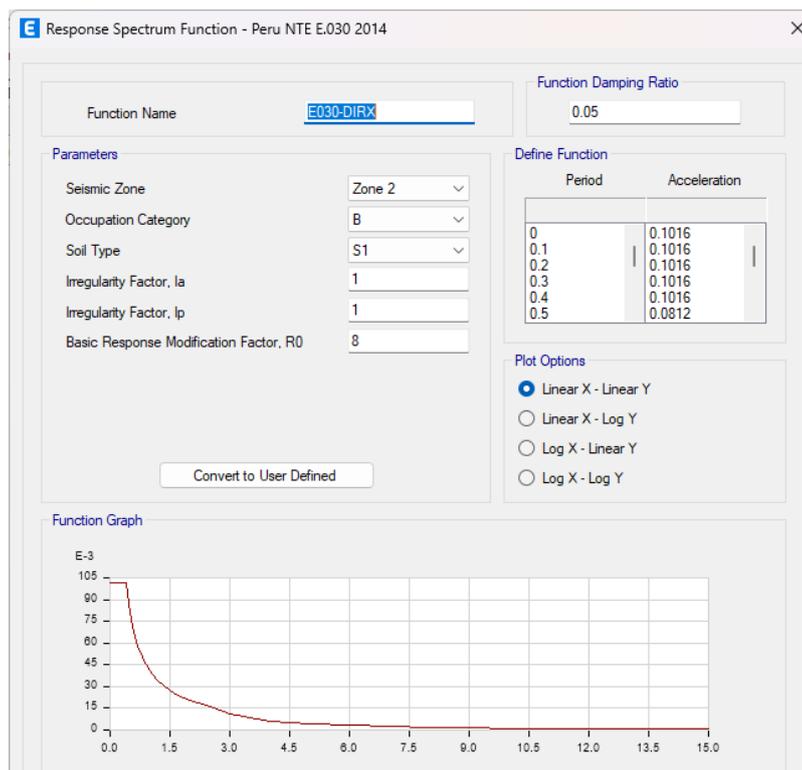
ELEMENTO	PREDIMENSIONAMIENTO	SECCIÓN OPTIMIZADA
VIGA X-X	30X45 cm ²	30X40 cm ²
VIGA Y-Y	25X40 cm ²	25X35cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Las demás secciones cumplen con las dimensiones dadas en el predimensionamiento, habiendo aclarado este punto se procede a realizar el análisis sismorresistente según la norma E030.

Primero definiremos el espectro de respuesta en ETABS teniendo en cuenta que se analizara 2 modelos diferentes, pero estos no afectan al espectro de respuesta, por lo que se tendrá un sistema de pórticos en ambos casos.

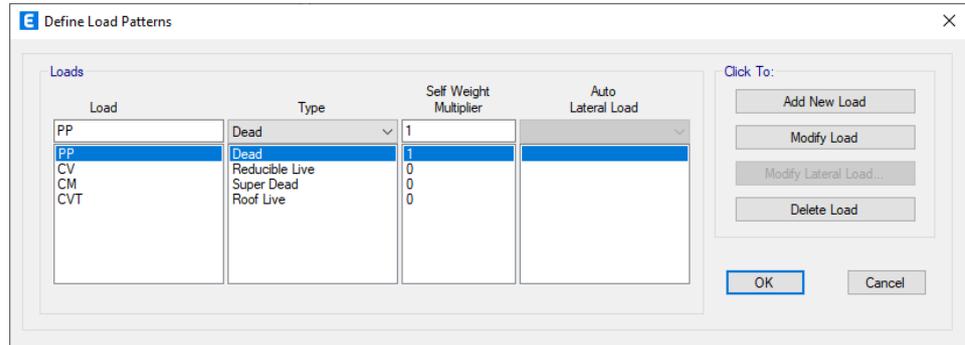
Figura 35
Espectro de respuesta en XX y YY



Fuente: Elaboración propia.

Definiremos las cargas las cuales participaran en la estructura para posteriormente poder realizar las combinaciones correspondientes que nos indica la norma E030.

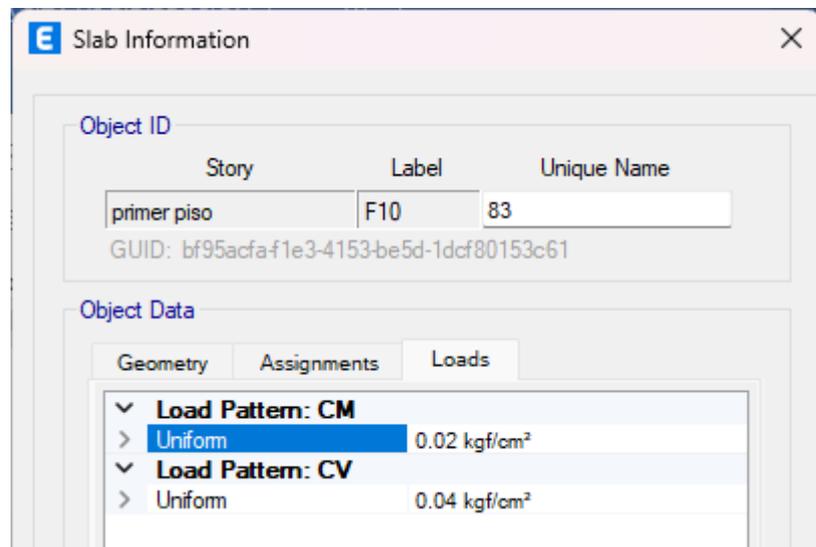
Figura 36
Cargas para la estructura



Fuente: Elaboración propia.

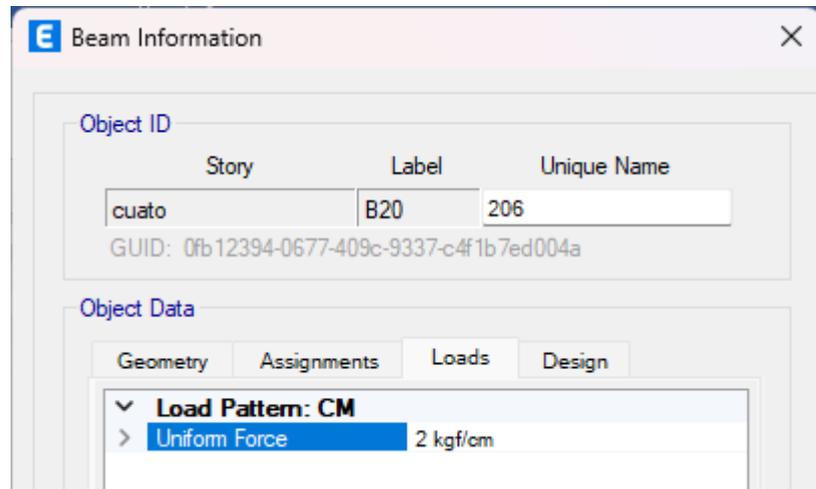
Asignamos las cargas correspondientes en cada área respectivamente y vigas según nos indica el plano de distribuciones y en los parámetros de diseño.

Figura 37
Cargas viva y muerta en los entresijos



Fuente: Elaboración propia.

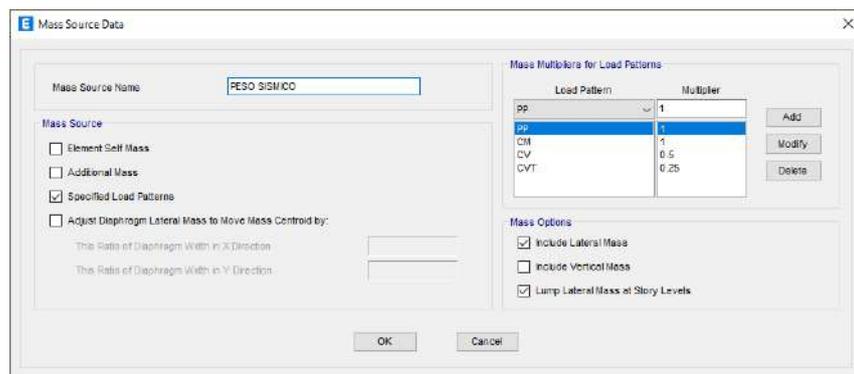
Figura 38
Carga aplicada a las vigas



Fuente: Elaboración propia.

Definiremos una carga la cual denominemos peso sísmico esto estará en función de las cargas vivas y muertas multiplicada cada una con un factor de reducción según la norma E030, para asignar en la estructura emplearemos la opción MASS SOURCE.

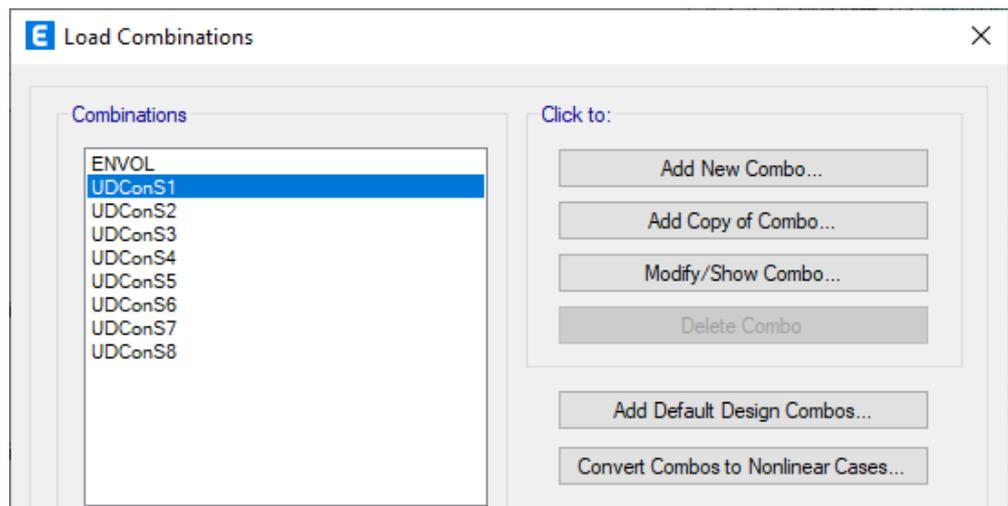
Figura 39
Carga sísmica



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis crearemos un conjunto de combinaciones de carga según la norma E020, añadido a eso crearemos una envolvente la cual usaremos principalmente para el análisis y diseño de la estructura.

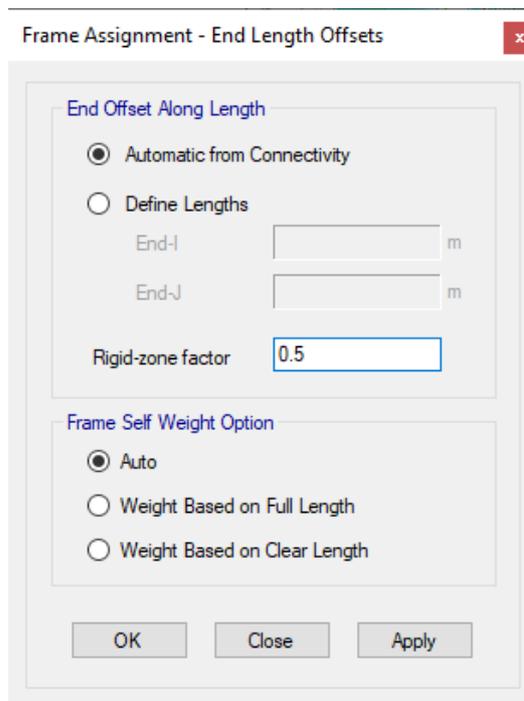
Figura 40
Combinaciones de carga



Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos a toda la estructura unos brazos rígidos igual a 0.5.

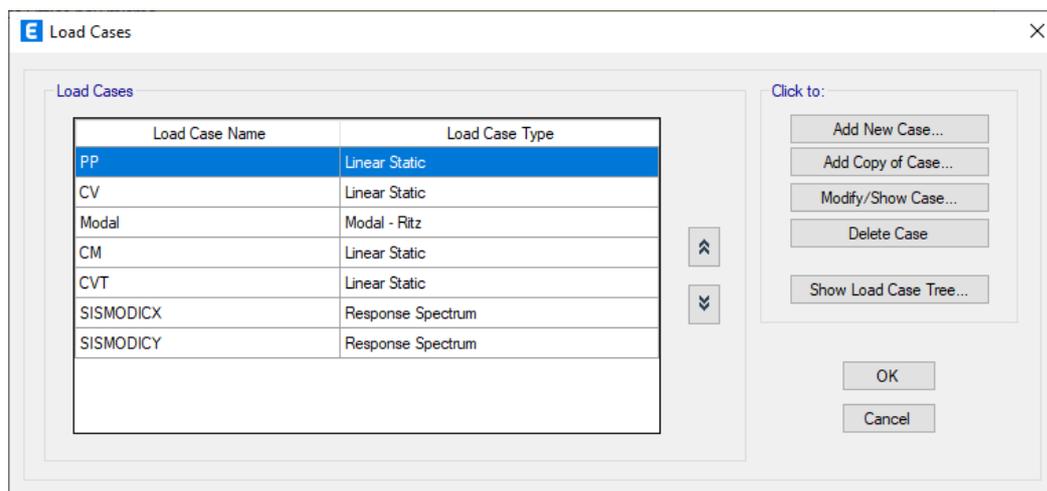
Figura 41
Brazos rígidos-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Se asigno los patrones de cargas y las distintas fuerzas que actúan sobre la estructura tales como el sismo en dirección X-X y Y-Y.

Figura 42
Sismo en X-X y Y-Y



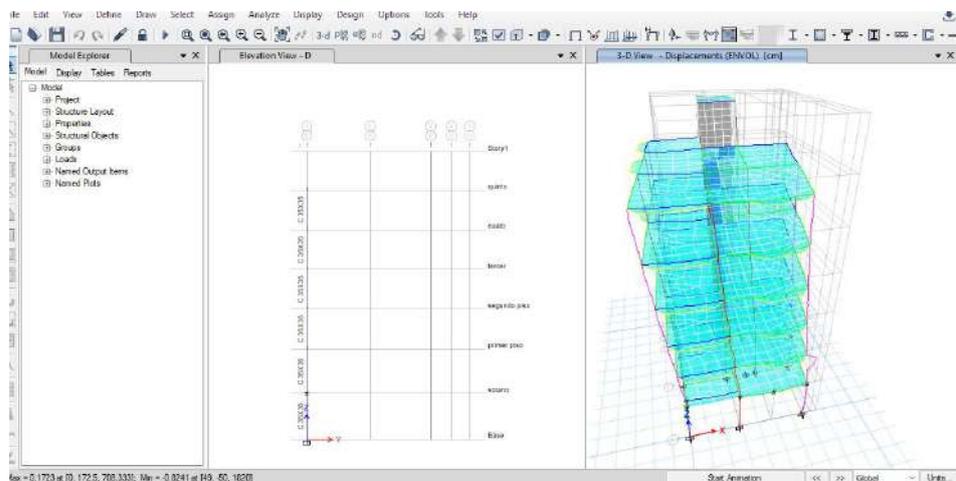
Fuente: Elaboración propia.

Ahora procedemos a realizar el análisis sismorresistente para ambos sistemas de entrepiso y al final del análisis se hará una comparación de cual tipo de losa posee un mejor compartimiento estructural según la norma E030.

Modelo 1: Sistema de entrepiso de losa maciza bidireccional

Para analizar este primer caso se debe tener en cuenta que estaremos empleando losas macizas en todos los niveles, una vez definido el sistema de entrepiso se analizara la estructura por el análisis dinámico.

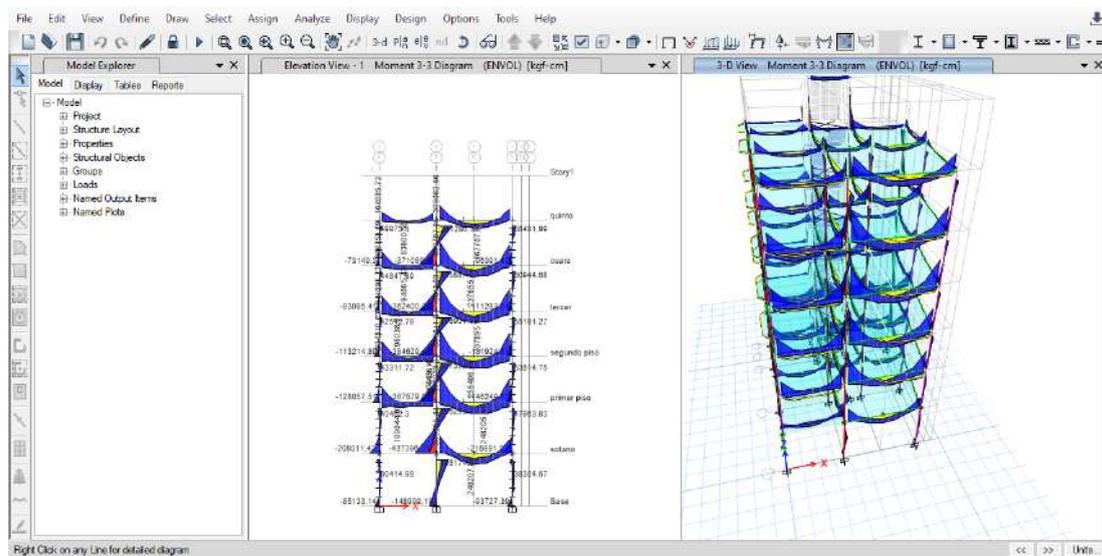
Figura 43
Resultados del análisis estructural del modelo 1 de losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

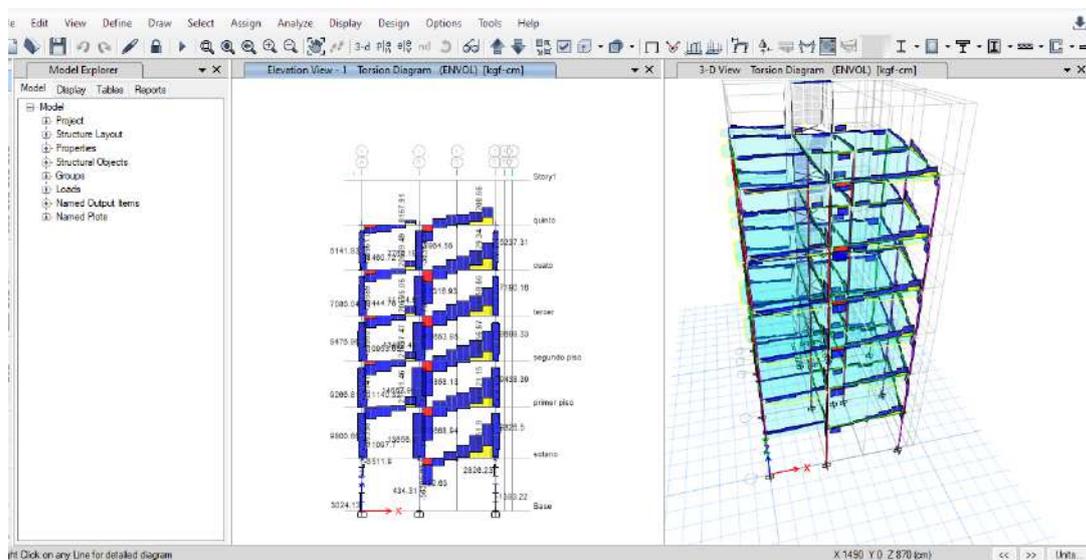
También podemos pedir al programa ETABS distintos resultados como los momentos flectores, fuerzas cortantes, axiales o torsionales.

Figura 44
Resultados de los momentos del modelo 1 de losa maciza bidireccional



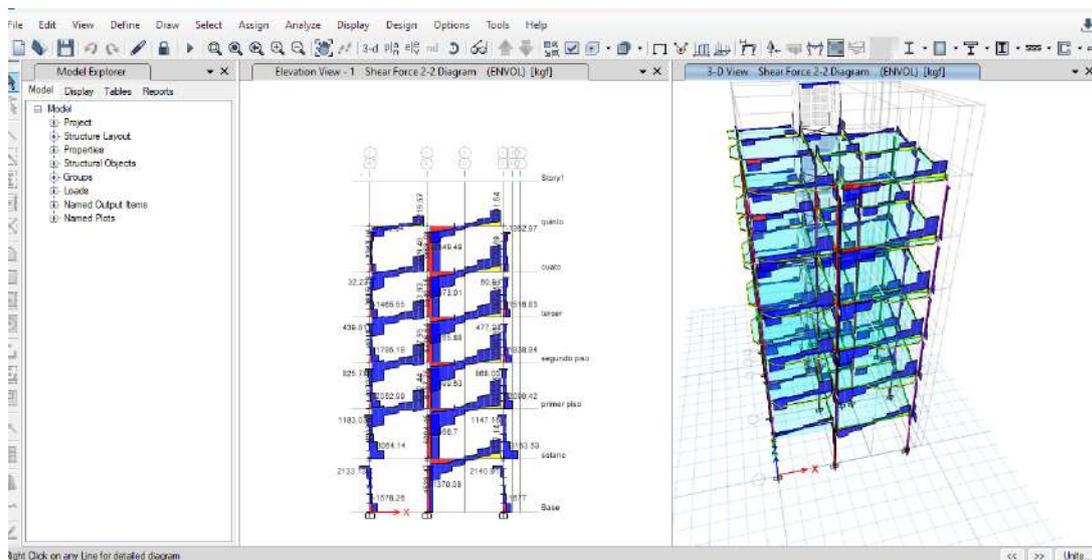
Fuente: Elaboración propia.

Figura 45
Resultados del momento torsional del modelo 1 de losa maciza bidireccional



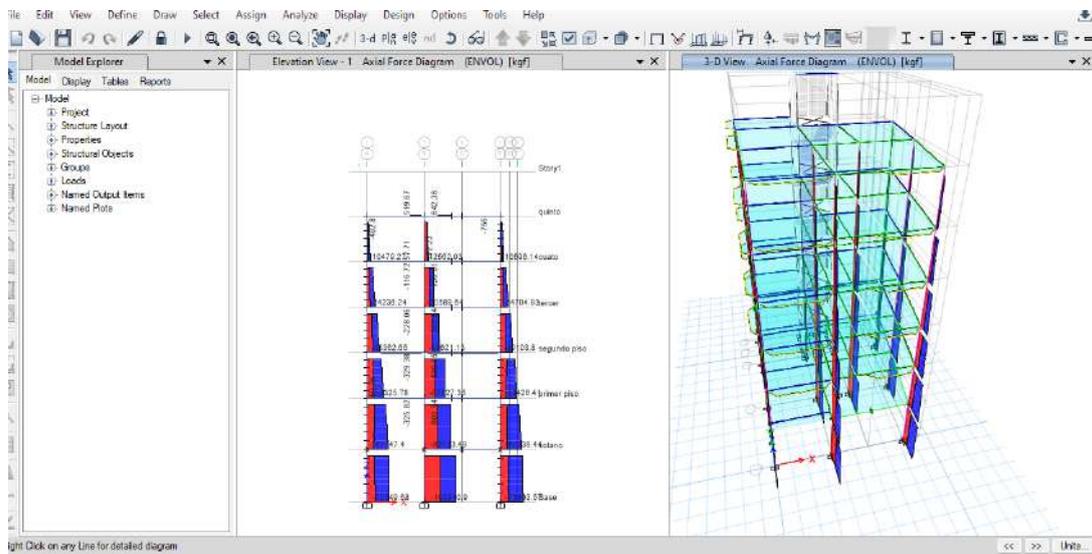
Fuente: Elaboración propia.

Figura 46
Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 1 de losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

Figura 47
Resultados de las fuerzas axiales del modelo 1 de losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizado el modelo, podemos pedir al programa automáticamente nos calcula los periodos de vibración que actúa en cada nodo para ello debemos extraer estos datos por medio de tablas como se muestra en la siguiente tabla, siendo un total de 15 nodos ya que se considera 3 nodos por cada nivel.

Tabla 20
Periodos según cada nodo de la estructura modelo 1

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

Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla se observa que el mayor periodo se registra en el eje X-X y el segundo periodo se registra en el eje Y-Y, los cuales actúan en los nodos 1 y 2 respectivamente, notamos que los periodos resultantes son cortos y no superan los 0.5 seg.

Tabla 21
Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 1

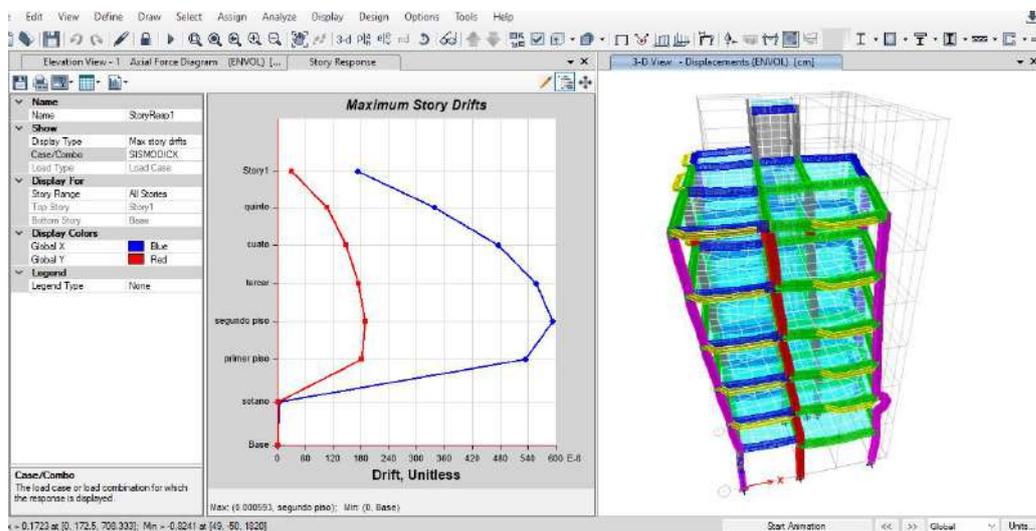
T _x	T _y
----------------	----------------

periodo fundamental	0.493	0.312
----------------------------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia.

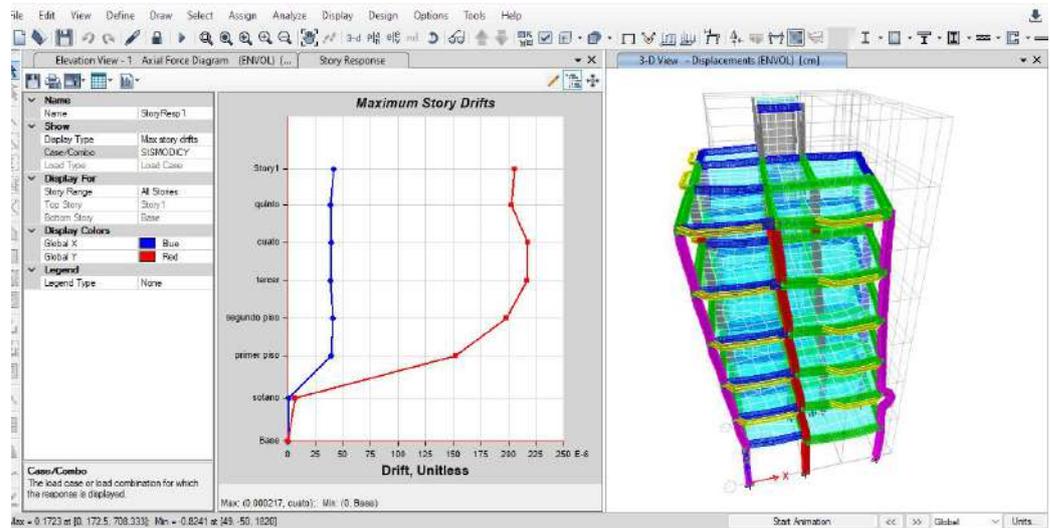
Finalmente comprobaremos las distorsiones presentes en la estructura debido a este sistema estructural, para ello se estimará un movimiento sísmico de gran magnitud; de modo que el desplazamiento de nuestra estructura no debe sobrepasar el valor de 0.007 que es para el caso de pórticos de concreto armado.

Figura 48
Deriva máximo elástica de entrepiso X-X modelo 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 49
Deriva máxima elástica de entepiso Y-Y modelo 1



Fuente: Elaboración propia.

Según las anteriores imágenes podemos ver que el programa nos brinda las derivas elásticas respectivas de cada dirección, de modo que para poder hallar el desplazamiento o deriva inelástica de la estructura debemos multiplicar coeficiente de desplazamiento lateral, la máxima deriva por piso y el coeficiente de reducción sísmica.

Tabla 22
Deriva máxima inelástica de piso modelo 1

Deriva X-X	0.0036
Deriva Y-Y	0.0015

Fuente: Elaboración propia.

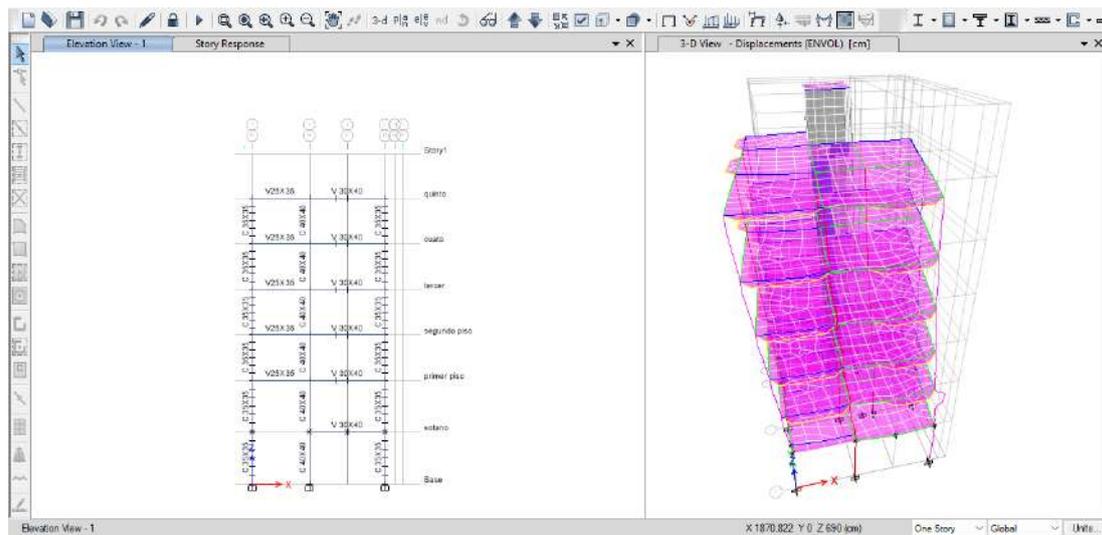
Vemos que las derivas en cada dirección cumplen con las normas E030 para el sistema estructural de pórticos, así que el análisis dinámico es correcto.

Modelo 2: Sistema de entepiso de losa aligerada bidireccional

Para analizar este primer caso se debe tener en cuenta que estaremos empleando losas macizas en todos los niveles, una vez definido el sistema de entepiso se analizara la estructura por el análisis dinámico.

Figura 50

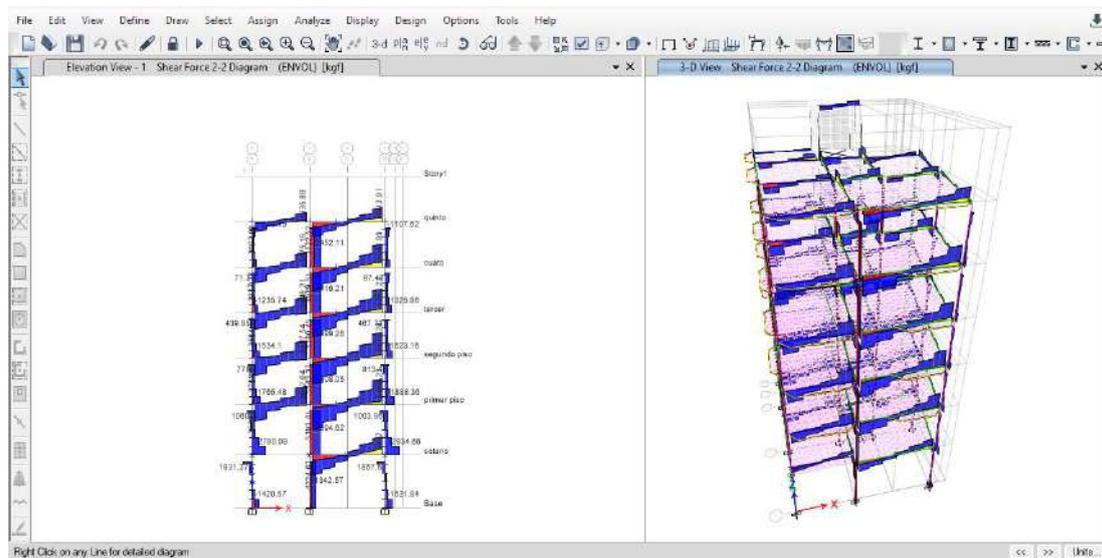
Resultados del análisis estructural del modelo 2 de losa aligerada bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

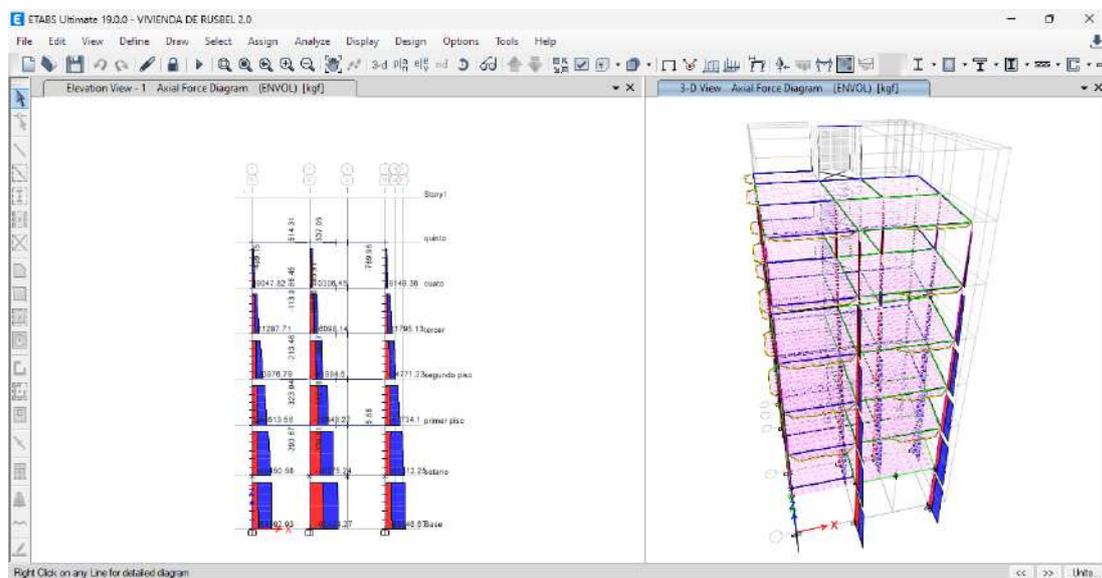
También podemos pedir al programa ETABS distintos resultados como los momentos flectores, fuerzas cortantes, axiales o torsionales.

Figura 53
Resultados de las fuerzas cortantes del modelo 2 de losa aligerada bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

Figura 54
Resultados de las fuerzas axiales del modelo 2 de losa aligerada bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizado el modelo, podemos pedir al programa automáticamente nos calcula los periodos de vibración que actúa en cada nodo para ello debemos extraer estos datos por medio de tablas como se muestra en la siguiente tabla, siendo un total de 15 nodos ya que se considera 3 nodos por cada nivel.

Tabla 23
Periodos según cada nodo de la estructura modelo 2

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

Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla se observa que el mayor periodo se registra en el eje X-X y el segundo periodo se registra en el eje Y-Y, los cuales actúan en los nodos 1 y 2 respectivamente, notamos que los periodos resultantes son cortos y no superan los 0.5 seg.

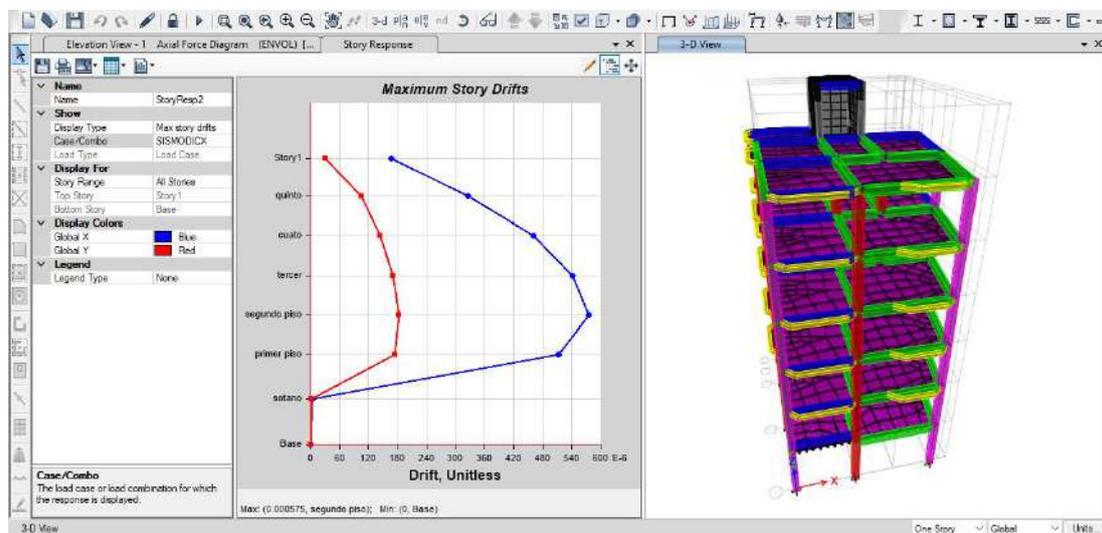
Tabla 24
Periodo fundamental de vibración de la estructura modelo 2

periodo fundamental	Tx	Ty
	0.471	0.299

Fuente: Elaboración propia.

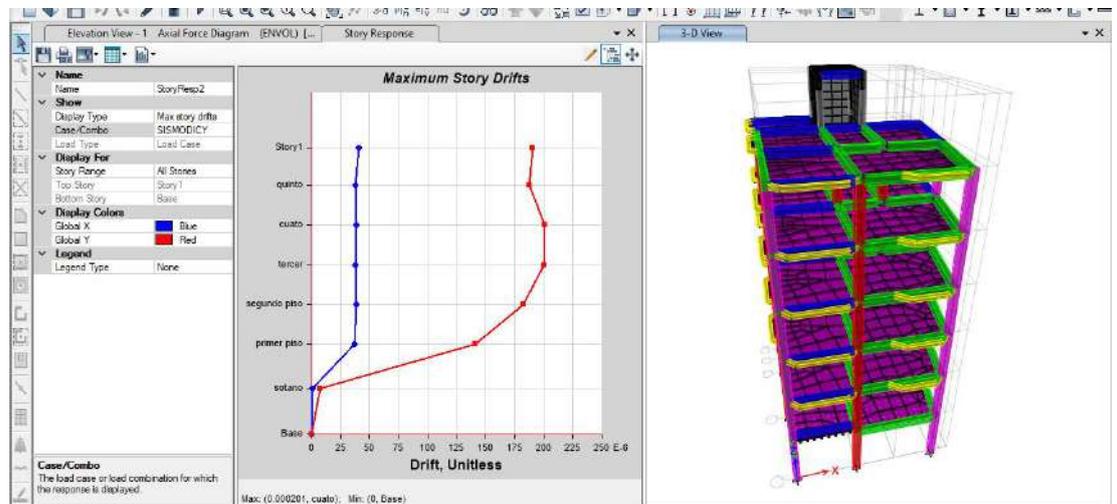
Finalmente comprobaremos las distorsiones presentes en la estructura debido a este sistema estructural, para ello se estimará un movimiento sísmico de gran magnitud; de modo que el desplazamiento de nuestra estructura no debe sobrepasar el valor de 0.007 que es para el caso de pórticos de concreto armado.

Figura 55
Deriva máxima elástica de entrepiso X-X modelo 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56
Deriva máxima elástica de entrepiso Y-Y modelo 2



Fuente: Elaboración propia.

Según las anteriores imágenes podemos ver que el programa nos brinda las derivas elásticas respectivas de cada dirección, de modo que para poder hallar el desplazamiento o deriva inelástica de la estructura debemos multiplicar coeficiente de desplazamiento lateral, la máxima deriva por piso y el coeficiente de reducción sísmica.

Tabla 25
Deriva máxima inelástica de piso modelo 2

Deriva X-X	0.0039
Deriva Y-Y	0.0016

Fuente: Elaboración propia.

Vemos que las derivas en cada dirección cumplen con las normas E030 para el sistema estructural de pórticos, así que el análisis dinámico es correcto.

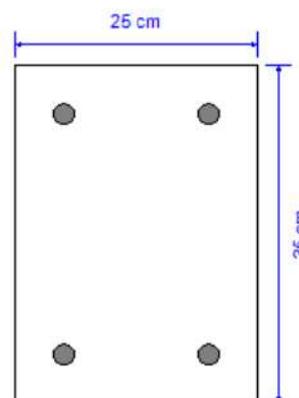
4.4 Diseño estructural

Para realizar el diseño de los elementos estructurales emplearemos la norma ACI 318-14 que tiene el software ETABS incluido en sus funciones de diseño, para ello debemos introducir correctamente todos los parámetros de diseño para evitar errores o sobredimensionamiento en el momento de diseñar.

Teniendo en cuenta el análisis realizado en el anterior punto y optimizado los elementos de manera que cumplan con el reglamento nacional de edificaciones E030 diseño sismorresistente, procederemos a realizar el diseño de cada una de los elementos estructurales cuando se tiene un sistema de entrepiso de losa aligerada bidireccional y losa maciza bidireccional.

Viga 25X35

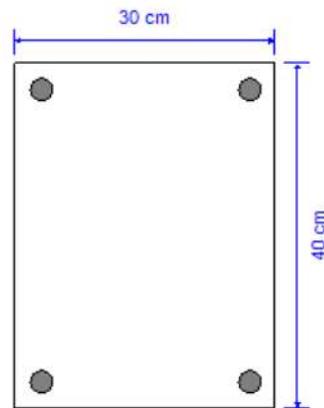
Figura 57
Viga 25X35-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Viga 30X40

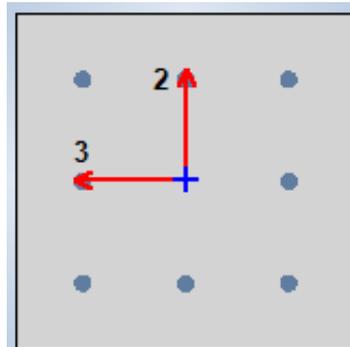
Figura 58
Viga 30X40-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Columna 35X35 cm²

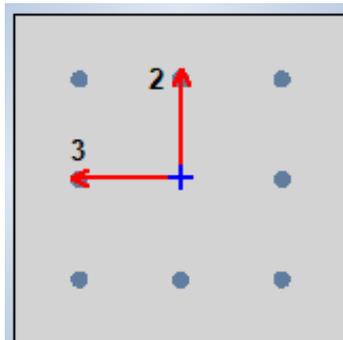
Figura 59
Columna 35X35-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Columna 40X40 cm²

Figura 60
Columna 40X40-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Ya definido los elementos que serán analizados para el diseño, indicaremos al programa la norma la cual emplee para el diseño como se mencionó anteriormente emplearemos el código de diseño ACI 318-14 como se indica en la figura.

Figura 61
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

The selected design code. Subsequent design is based on this selected code.

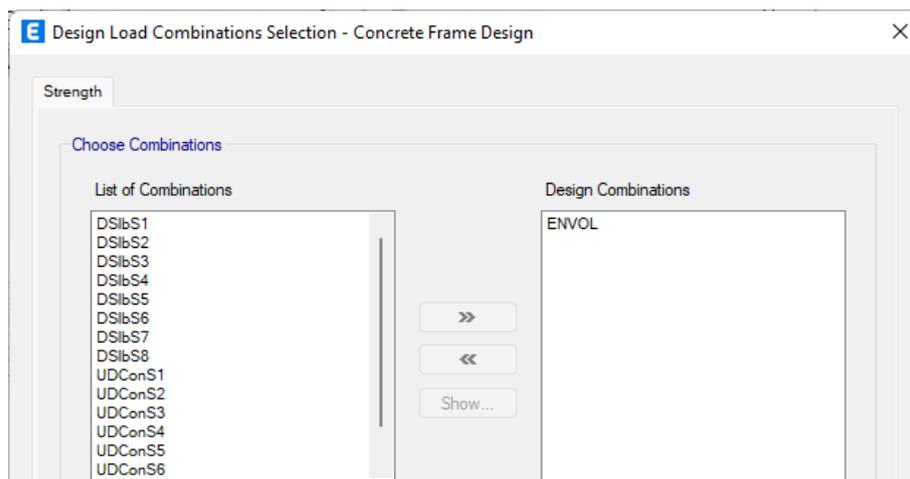
Explanation of Color Coding for Values
Blue: Default Value

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura podemos definir otras propiedades tales como Phi para el diseño de compresión y tensión, pero dejaremos estos valores ya que estos toman valores ya definidos por la norma.

Definiremos la combinación de carga con la cual queremos que el programa nos brinde los resultados del área de acero, para nuestro caso emplearemos la combinación de la envolvente.

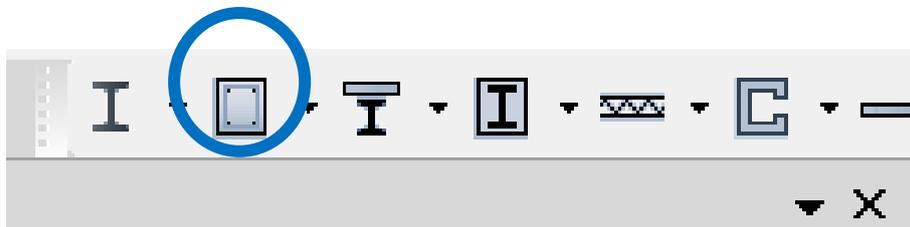
Figura 62
Combinaciones de diseño ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, ya configurado los parámetros para el diseño procedemos a indicar al programa que nos brinde los datos de la cuantía de cada elemento.

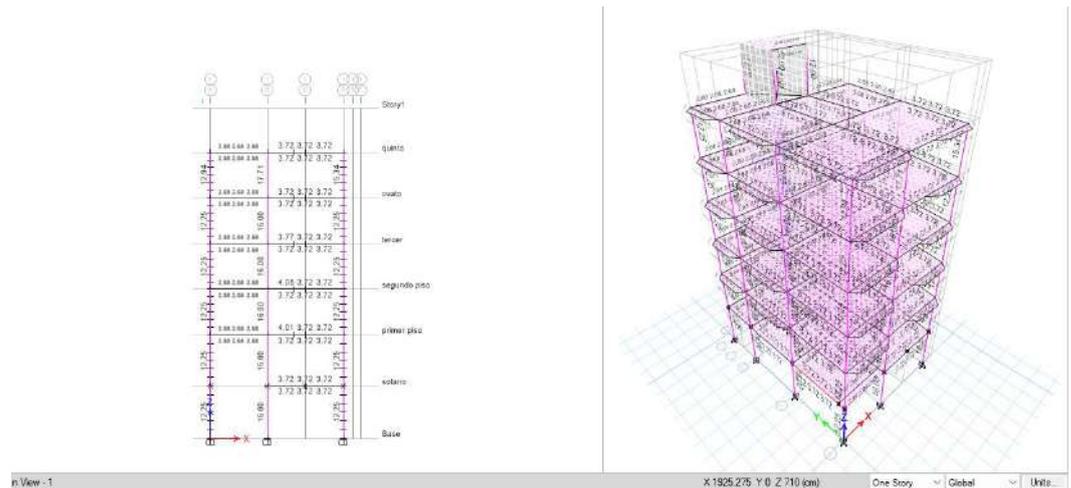
Figura 63
Opción de diseño-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Damos click a cada una de las opciones para poder conocer el acero mínimo para cada sección.

Figura 64
Resultados del acero para vigas-columnas

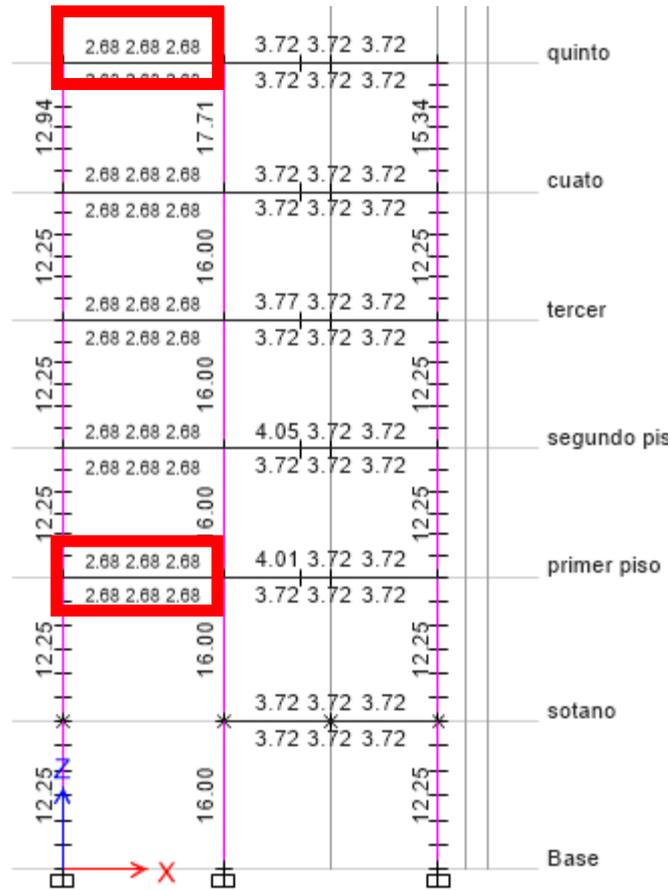


Fuente: Elaboración propia.

Acero para la Viga de 25X35 cm²

Observando los resultados obtenidos por el software, vemos que todos cumplen con las normas ACI 318-14, también se obtuvo resultados similares referente a la cuantía de acero en los distintos ejes de la estructura, los cuales para hacer muy repetitivo el procedimiento se optará por calcular el número de varillas de acero longitudinal de la sección más crítica.

Figura 65
Acero para la Viga de 25X35 cm²



Fuente: Elaboración propia.

Como apreciamos en la imagen observamos una misma cuantía de acero por ello escogeremos el caso más desfavorable y calcularemos el número de varillas para ese tramo.

En todo el tramo de los otros ejes también se observa este resultado de la cuantía de acero. Calcularemos el número de varillas para la Viga de 25X35 cm², necesitaremos 5.36 cm² de acero para el refuerzo negativo y positivo. Con estos datos procedemos a calcular la cantidad y tamaño de las varillas de acero corrugado:

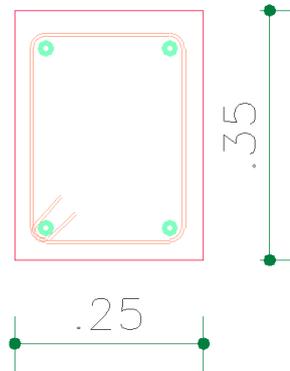
$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

Trabajaremos con un acero de 5/8" que tiene un área igual a 1.98 cm²

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

Vemos que en toda la sección de la Viga principal de 25X35 cm² tiene una cuantía de 5.36 cm². Entonces necesitara 4 varillas de acero de 5/8" como se detalla en la siguiente figura.

Figura 66
Detalles de viga de 25X35 cm²

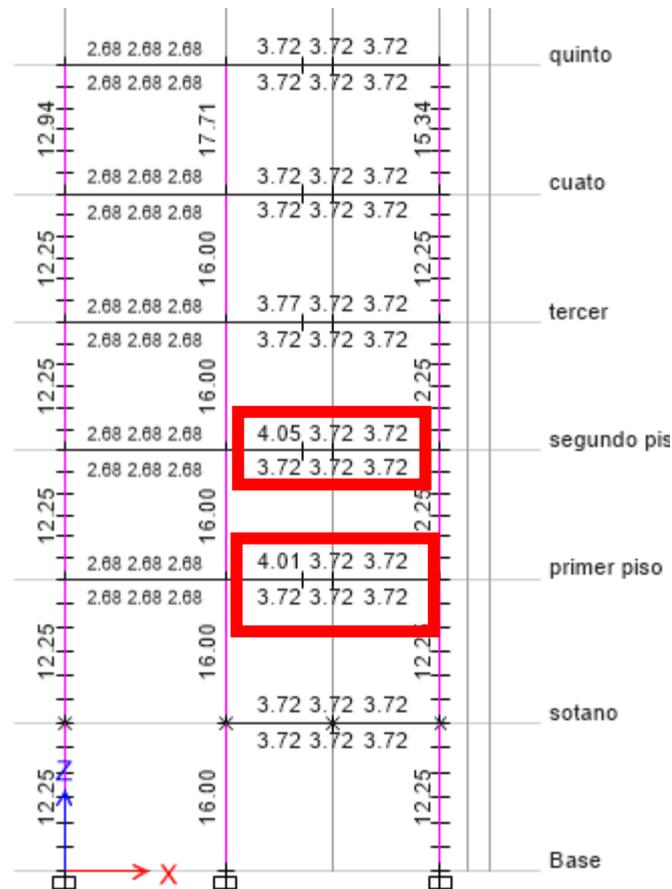


Fuente: Elaboración propia.

Acero para la Viga principal de 30X40 cm²

Observando los resultados obtenidos por el software, vemos que todos cumplen con las normas ACI 318-14, también se obtuvo resultados similares referente cuantía de acero en los distintos ejes de la estructura, los cuales para hacer muy repetitivo el procedimiento se optara por calcular el número de varillas de acero longitudinal de la sección más crítica.

Figura 67
Acero para la Viga 30X40 cm²



Fuente: Elaboración propia.

Como apreciamos en la imagen observamos una cuantía de acero similar por ello escogeremos el caso más desfavorable y calcularemos el número de varillas para ese tramo.

En todo el tramo de los otros ejes también se observa este resultado de la cuantía de acero. Calcularemos el número de varillas para la Viga principal de 30X40 cm², necesitaremos 7.97 cm² de acero para el refuerzo negativo y positivo. Con estos datos procedemos a calcular la cantidad y tamaño de las varillas de acero corrugado:

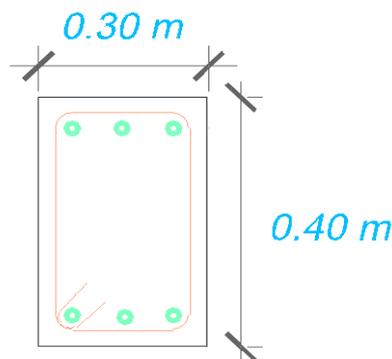
$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

Trabajaremos con un acero de 5/8" que tiene un área igual a 1.98 cm²

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

Vemos que en toda la sección de la Viga 30X40 cm² tiene una cuantía de 7.97 cm². Entonces necesitara 6 varillas de acero de 5/8" como se detalla en la siguiente figura.

Figura 68
Detalles de Viga 30X40 cm²



Fuente: Elaboración propia.

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

Calcularemos el número de varillas para la Viga chata o viga de borde de 20X20 cm², necesitaremos 2.42 cm² de acero para el refuerzo negativo y positivo. Con estos datos procedemos a calcular la cantidad y tamaño de las varillas de acero corrugado:

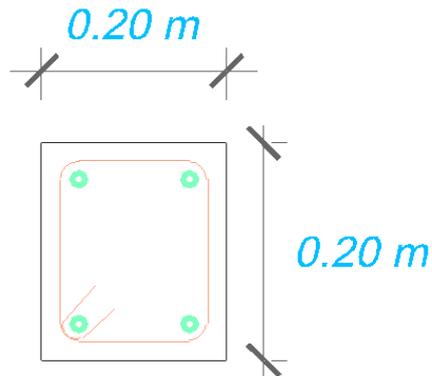
$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

Trabajaremos con un acero de 1/2" que tiene un área igual a 1.27 cm²

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

Vemos que en toda la sección de la Viga chata o viga de borde de 20X20 cm² tiene una cuantía de 2.42 cm². Entonces necesitara 4 varillas de acero de 1/2" como se detalla en la siguiente figura.

Figura 69
Viga chata de 20X20 cm²



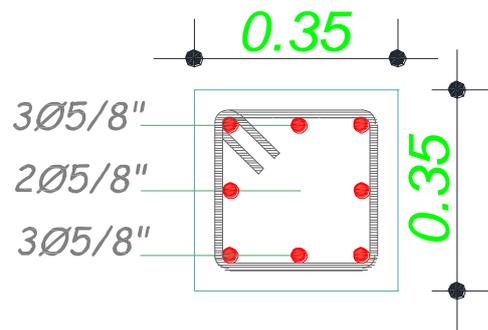
Fuente: Elaboración propia.

Acero para Columna 35x35 cm²

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

Entonces necesitaremos 8 varillas de 5/8" para la columna de 35 X 35 cm²,
la distribución de acero es la siguiente:

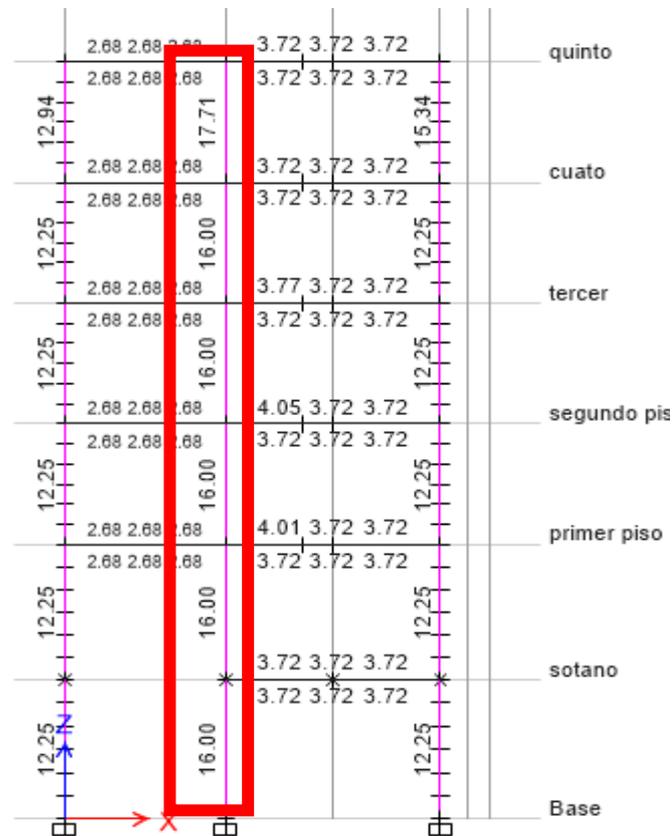
Figura 71
Detalles de la Columna 35X35 cm²



Fuente: Elaboración propia.

Acero para Columna 40x40 cm²

Figura 72
Acero para Columna 40X40 cm²



Fuente: Elaboración propia.

De igual forma que se calculó el número de varillas para la viga, en este caso calcularemos el número de varillas para la columna de 35X35 cm², se buscara la sección más crítica en este caso se encuentra en el eje B-B como se muestra en la imagen, necesitaremos 17.71 cm² de acero longitudinal. Con estos datos procedemos a calcular la cantidad y tamaño de las varillas de acero corrugado.

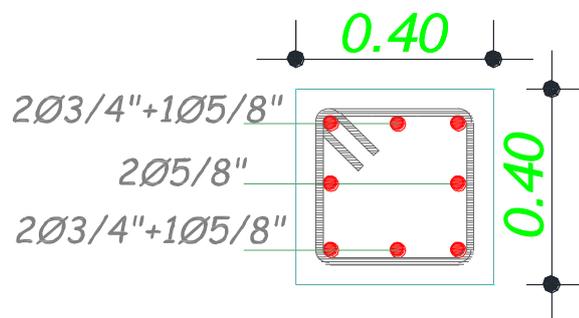
$$\#VARILLAS = \frac{CUANTIA DE ACERO}{AREA DE LA VARILLA}$$

Trabajaremos con un acero de 5/8" que tiene un área igual a 1.98 cm² y con acero de 3/4" que tiene un área igual a 2.84 cm².

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

Entonces necesitaremos 4 varillas de 5/8" y 4 varillas de 3/4" para la columna de 40 X 40 cm², la distribución de acero es la siguiente:

Figura 73
Detalles de la Columna 40X40 cm²



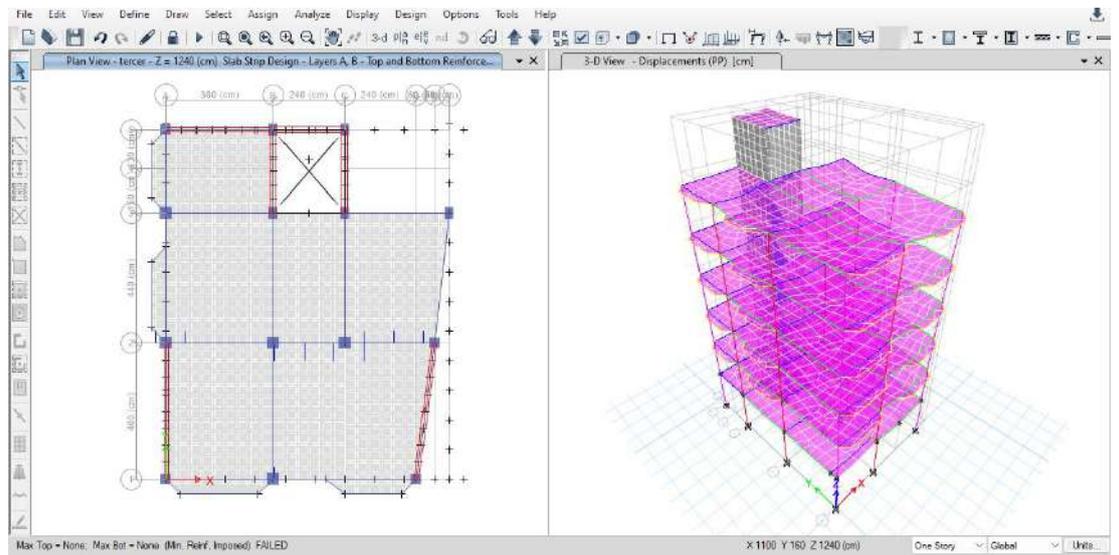
Fuente: Elaboración propia.

Losa aligerada bidireccional:

Para realizar el diseño de la losa aligerada tenemos dos opciones , podemos exportar las cargas aplicadas en cada uno de los niveles al software SAFE y a este modelo le asignamos unas mallas para que software pueda calcular el acero necesario por cada vigueta, o también podemos realizarlos en el mismo Software ETABS ya que las últimas versiones viene incluida esta opción que nos facilita esta parte del diseño de igual forma que se realiza en el software SAFE se diseñara por medio de mallas o algunos autores también recomiendan poner viguetas internas al programa , pero debido a que este proceso es más

tedioso y requiere de un dispositivo más avanzado se optara por el diseño mediante franjas.

Figura 74
Diseño de la losa bidireccional



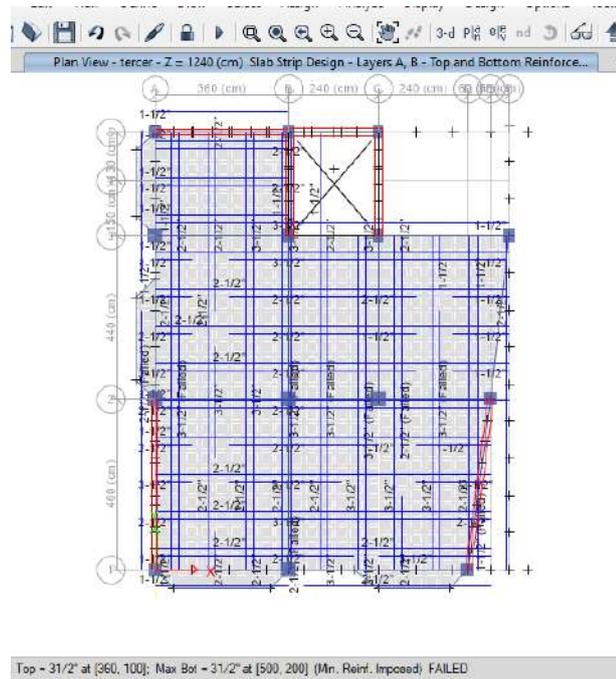
Fuente: Elaboración propia.

Figura 75
Distribución de acero para losa bidireccional

Fuente: Elaboración propia.

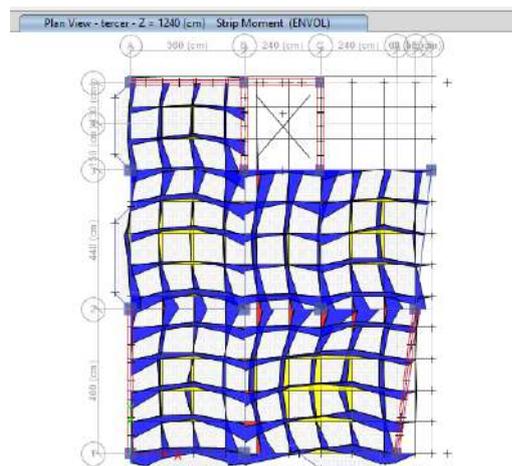
Indicamos al programa que nos realice un análisis con aceros de $\frac{1}{2}$ ” cada 40cm y vemos que estas cumplen con el parámetro que le dimos.

Figura 76
Acero necesario para losa aligerada bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

Figura 77
Momento flector de la losa aligerada bidireccional

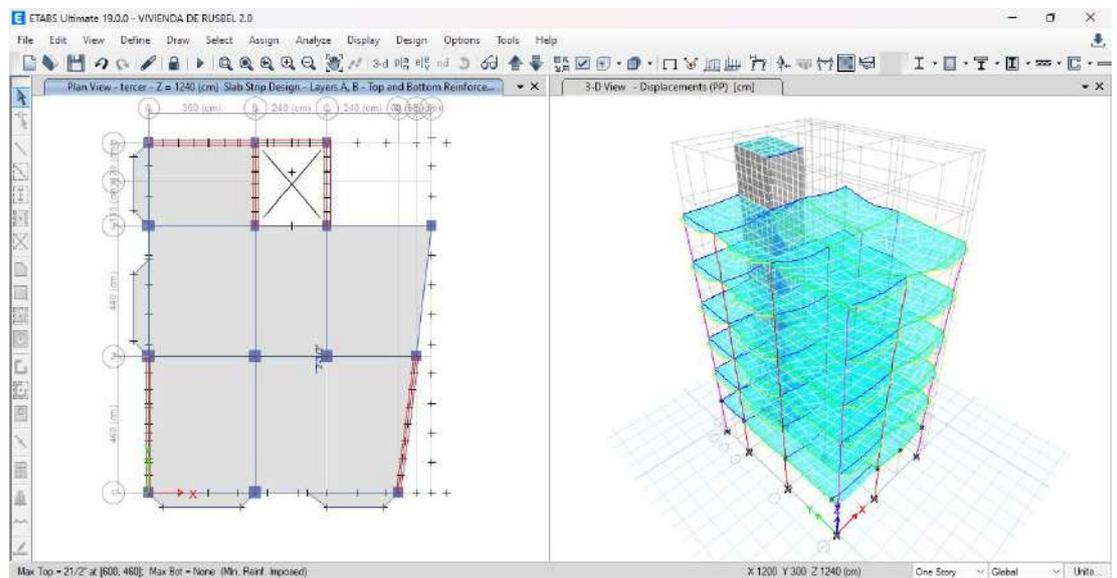


Fuente: Elaboración propia.

Losa maciza bidireccional:

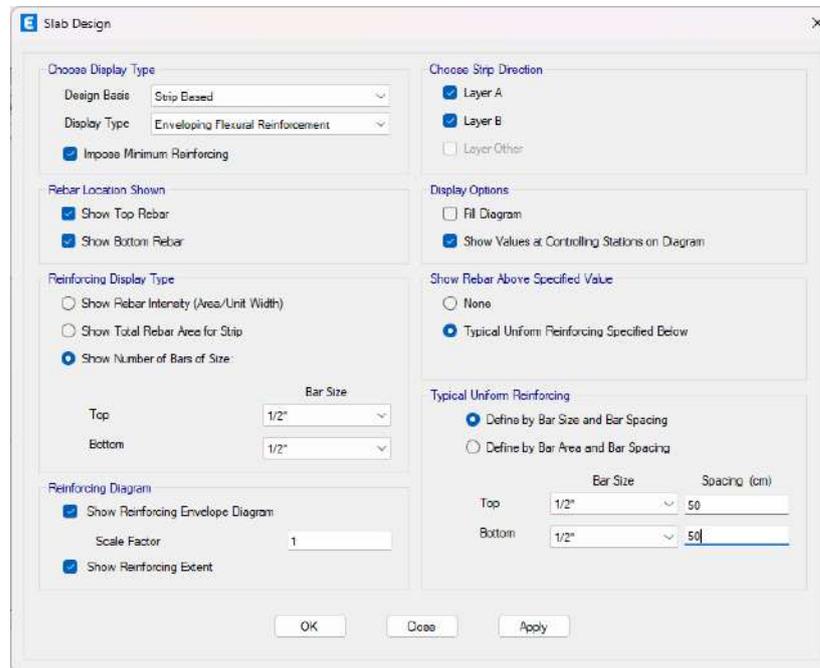
Para realizar el diseño de la losa aligerada tenemos dos opciones, podemos exportar las cargas aplicadas en cada uno de los niveles al software SAFE y a este modelo le asignamos unas mallas para que software pueda calcular el acero necesario por cada vigueta, o también podemos realizarlos en el mismo Software ETABS ya que las últimas versiones viene incluida esta opción que nos facilita esta parte del diseño de igual forma que se realiza en el software SAFE se diseñara por medio de mallas o algunos autores también recomiendan poner viguetas internas al programa, pero debido a que este proceso es más tedioso y requiere de un dispositivo más avanzado se optara por el diseño mediante franjas.

Figura 78
Diseño de la losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

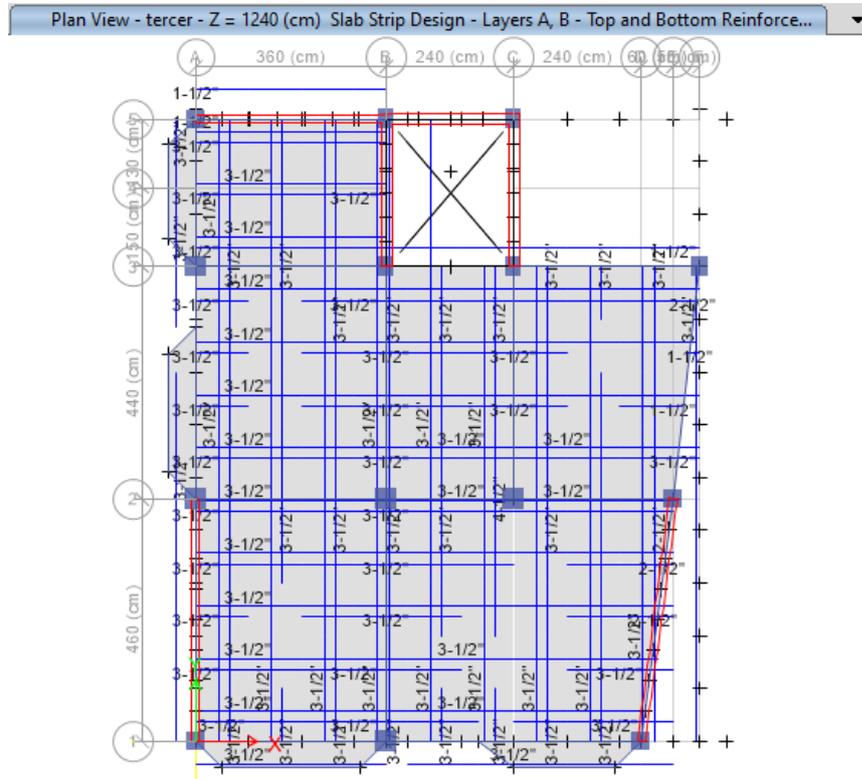
Figura 79
Distribución de acero para losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

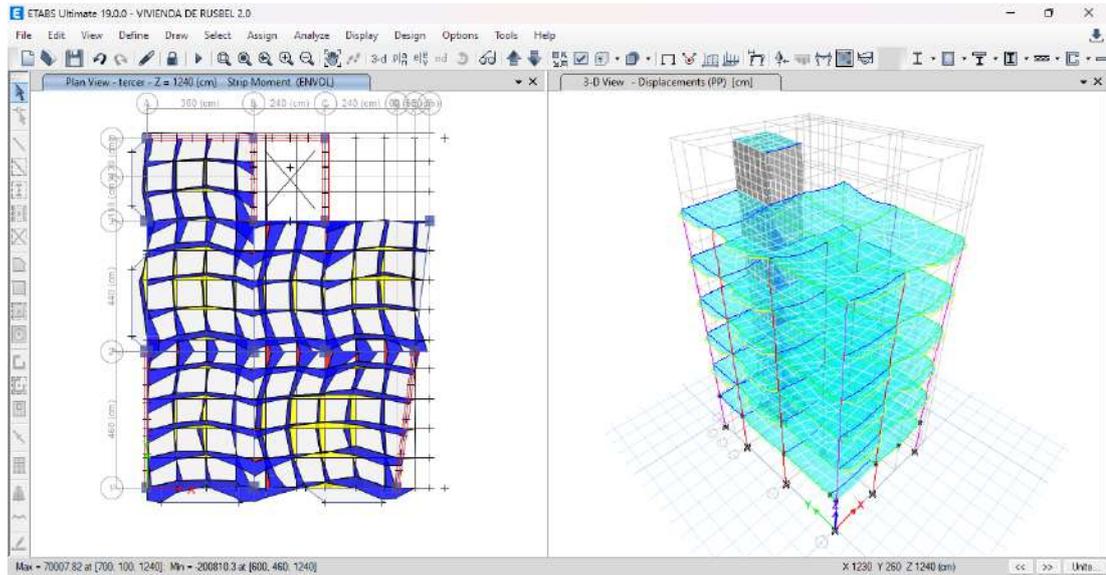
Indicamos al programa que nos realice un análisis con aceros de 1/2" cada 50cm y vemos que estas cumplen con el parámetro que le dimos.

Figura 80
Acero necesario para losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

Figura 81
Momento flector de la losa maciza bidireccional



Fuente: Elaboración propia.

4.5 Análisis económico de ambos sistemas de entrepiso

Para este punto se realizará comparaciones entre ambos sistemas de entrepiso, tanto de la losa maciza y la losa aligerada bidireccional, se evaluará las partidas por cada sistema de entrepiso y también se realizará el cálculo de los insumos y materiales por m². El cálculo de los materiales se tomará con los valores calculados en 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 m²:

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 m² 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 m² de losa aligerada bidireccional:

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

$$Vls = \text{Área} \times \text{Espesor}: 1\text{m}^2 \times 0.05\text{m} = 0.05 \text{ m}^3$$

$$Vv = \text{Área} \times \text{Espesor}: 0.327\text{m}^2 \times 0.15\text{m} = 0.05 \text{ m}^3$$

$$Vt = 0.05 \text{ m}^3 + 0.05 \text{ m}^3 = 0.10 \text{ m}^3 / \text{m}^2$$

c) Cantidad de encofrado por m² de losa aligerada bidireccional:

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

$$1\text{m} \times 1\text{m} = 1\text{m}^2$$

d) Cantidad de acero corrugado por m² de losa aligerada bidireccional:

De los cálculos anteriores se observa que se necesita 2Ø1/2" por vigueta en cada sentido, por lo que en un m²

se necesitará:

- $As = 2.5(2\text{Ø}1/2") = 5\text{Ø}1/2" \text{ por } 1 \text{ m de longitud.}$

$$As = 2.5(2\emptyset 1/2") = 5\emptyset 1/2" \text{ por } 1 \text{ m de longitud.}$$

- $L = 1m$
- $\text{Longitud total} = 1m \times 5 + 1m \times 5 = 10m$
- $\text{Peso de } \emptyset 1/2" = 0.994 \text{ Kg/m}$
- $\text{Cantidad total de acero} = 10m \times 0.994 \text{ Kg/m} = 9.94 \text{ Kg}$
- $\text{Precio de una varilla de } \emptyset 1/2" \text{ por } 9m \text{ de longitud} = S/ .49.02$
- $\text{Peso de una varilla de } \emptyset 1/2" = 9m \times 0.994 \text{ Kg/m} = 8.946 \text{ Kg}$
- $\text{Precio por Kg de una varilla de } \emptyset 1/2" = S/.5.48$

Análisis de costos unitarios por m2

Se realizará el análisis de costos unitarios para la losa aligerada bidireccional

Tabla 26
Análisis de costos unitarios para losa aligerada

Partida: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EN DOS DIRECCIONES				
			COSTO UNITARIO TOTAL	S/ 236.88
Especificaciones	Madera Tornillo			
Cuadrilla	rendimiento			
Habilitación: 1 oficial + 2 peones	75	m2/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 67.02
Encofrado: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial	12	m2/día		
Desencofrado: 1 oficial + 2 peones	36	m2/día		
Descripción/Recursos	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/
MANO DE OBRA				44.95
Capataz	hh	0.08	29.4	2.35
Operario	hh	0.77	23.77	18.30
Oficial	hh	0.99	17.54	17.36
Peón	hh	0.44	15.75	6.93
MATERIALES				21.29
Madera tornillo	pie2	5.15	3.8	19.57
Clavos de 2 1/2"	Kg	0.11	6.1	0.67
Alambre negro N° 16	Kg	0.1	10.5	1.05

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				0.78
Herramientas manuales	%MO	0.03	25.92	0.78
Partida: COLOCACIÓN DE ACERO FY=4200 KG/CM2 - GRADO 60				
Especificaciones		Acero corrugado grado 60 - 4200 Kg/cm2		
Cuadrilla		rendimiento		
Habilitación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial	240	kg/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 59.85
Colocación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial	240	kg/día		
MANO DE OBRA				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
MATERIALES				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
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				0.10
Herramientas manuales	%MO	0.03	1.5	0.05
Cizalla	hm	0.032	1.67	0.05
Partida: COLOCACIÓN DE LADRILLO 30 x 30 x 15 cm				
Especificaciones		Ladrillo para techo 30 x 30 x 15		
Cuadrilla		rendimiento		
Colocación: 1 operario + 2 peones		25	m2/día	Costo Unitario (C.U.) S/ 42.88
Descripción/Recursos				Unidad
MANO DE OBRA				Cantidad
				Precio
				Parcial S/
MANO DE OBRA				17.69
Operario	hh	0.32	23.77	7.61
Peón	hh	0.64	15.75	10.08
MATERIALES				24.89
Ladrillo para techo 30x30x15 cm	und	7.11	3.5	24.89
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				0.30
Herramientas manuales	%MO	0.03	10.14	0.30
Partida: CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 Kg/cm2 PARA LOSAS				
Especificaciones		Camión concretero, bomba y vibradores		
Cuadrilla		rendimiento		
Vaciado: 1 capataz + 4 operarios + 8 peones	100	m3/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 67.14
Curado: 0.10 capataz + 1 peón	100	m3/día		
Descripción/Recursos				Unidad
MANO DE OBRA				Cantidad
				Precio
				Parcial S/
MANO DE OBRA				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
MATERIALES				42.00
Concreto premezclado f'c=210 Kg/cm2	m3	0.1	420	42.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				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

Fuente: Elaboración propia.

- El precio de los materiales se obtuvo del supermercado SODIMAC
- El costo total en soles por m2 de la losa aligerada bidireccional es de 236.88 soles
- El costo total de mano de obra fue de 87.14 soles
- El costo total de materiales fue de 144.96 soles
- El costo total de equipo y herramientas fue de 4.78 soles

LOSA MACIZA BIDIRECCIONAL

Metrado

Realizamos el metrado para la losa maciza bidireccional:

a) Cantidad de concreto por m2 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 m2 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 m2 de losa maciza bidireccional:

De los cálculos anteriores se observa que se necesita $\emptyset 1/2''$ cada 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.
- $L = 1m$
- $Longitud\ total = 1m \times 4 + 1m \times 4 = 8\ m$
- $Peso\ de\ \emptyset 1/2'' = 0.994\ Kg/m$
- $Cantidad\ total\ de\ acero = 8m \times 0.994Kg/m = 7.952\ Kg$
- $Precio\ de\ una\ varilla\ de\ \emptyset 1/2''\ por\ 9\ m\ de\ longitud = S/.49.02$
- $Peso\ de\ una\ varilla\ de\ \emptyset 1/2'' = 9m \times 0.994\ Kg/m = 8.946\ Kg$
- $Precio\ por\ Kg\ de\ una\ varilla\ de\ \emptyset 1/2'' = S/.5.48$

Análisis de costos unitarios por m²

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

Tabla 27
Análisis de costos unitarios para losa maciza

Partida: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA EN DOS DIRECCIONES				
			COSTO UNITARIO TOTAL	S/ 201.49
Especificaciones	Madera Tornillo			
Cuadrilla	rendimiento			
Habilitación: 1 oficial + 2 peones	60	m2/día	Costo Unitario (C.U.)	S/ 63.78
Encofrado: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial	15	m2/día		
Desencofrado: 1 oficial + 2 peones	45	m2/día		
Descripción/Recursos	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/
MANO DE OBRA				38.56
Capataz	hh	0.07	29.4	2.06
Operario	hh	0.67	23.77	15.93
Oficial	hh	0.85	17.54	14.91
Peón	hh	0.36	15.75	5.67

MATERIALES					24.44
Madera tornillo	pie2	5.93	3.8		22.53
Clavos de 2 1/2"	Kg	0.14	6.1		0.85
Alambre negro N° 16	Kg	0.1	10.5		1.05
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					0.78
Herramientas manuales	%MO	0.03	25.92		0.78
Partida: COLOCACIÓN DE ACERO FY=4200 KG/CM2 - GRADO 60					
Especificaciones		Acero corrugado grado 60 - 4200 Kg/cm2			
Cuadrilla		rendimiento			
Habilitación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial	200	kg/día	Costo Unitario (C.U.)	S/	200.75
Colocación: 0.10 capataz + 1 operario + 1 oficial	200	kg/día			
MANO DE OBRA					3.54
Capataz	hh	0.008	29.4		0.24
Operario	hh	0.08	23.77		1.90
Oficial	hh	0.08	17.54		1.40
MATERIALES					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
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					0.15
Herramientas manuales	%MO	0.03	1.5		0.05
Cizalla	hm	0.06	1.67		0.10
Partida: CONCRETO PREMEZCLADO f'c=280 Kg/cm2 PARA LOSAS					
Especificaciones		Camión concretero, bomba y vibradores			
Cuadrilla		rendimiento			
Vaciado: 1 capataz + 4 operarios + 8 peones	100	m3/día	Costo Unitario (C.U.)	S/	88.14
Curado: 0.10 capataz + 1 peón	100	m3/día			
Descripción/Recursos	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/	
MANO DE OBRA					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
MATERIALES					63.00
Concreto premezclado f'c=210 Kg/cm2	m3	0.15	420		63.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					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

Fuente: Elaboración propia.

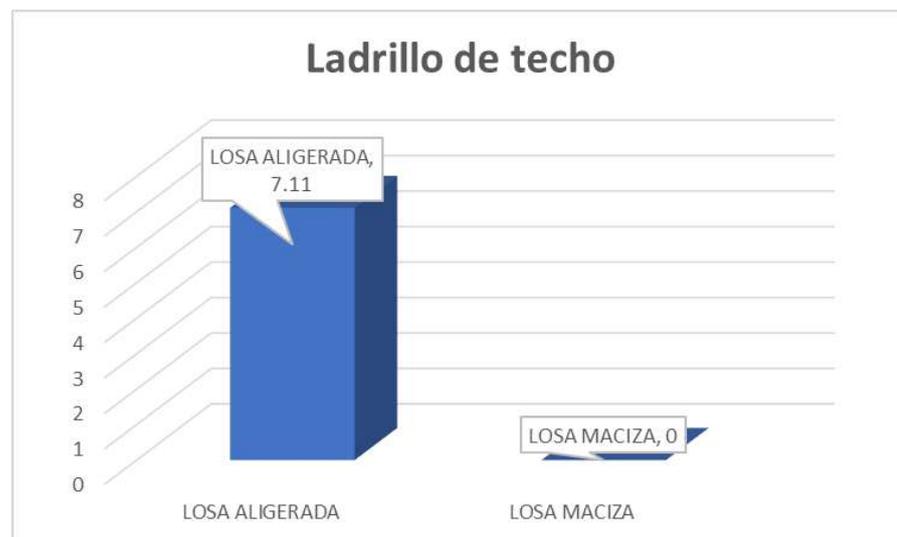
- El precio de los materiales se obtuvo del supermercado SODIMAC
- El costo total en soles por m² de la losa aligerada bidireccional es de 201.49 soles
- El costo total de mano de obra fue de 63.63 soles
- El costo total de materiales fue de 133.5 soles
- El costo total de equipo y herramientas fue de 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

En la siguiente figura se muestra la cantidad de ladrillo por m² para cada tipo de sistema de entrepiso. Siendo el caso que en la losa macizo no se utiliza ladrillo hueco, ese valor es de cero.

Figura 82
Costo por m² de ladrillos de techo



Fuente: Elaboración propia.

Acero positivo y negativo

En la siguiente figura se muestra la cantidad de acero empleando para cada tipo de sistema de entrepiso.

Figura 83
Costo por m2 de acero

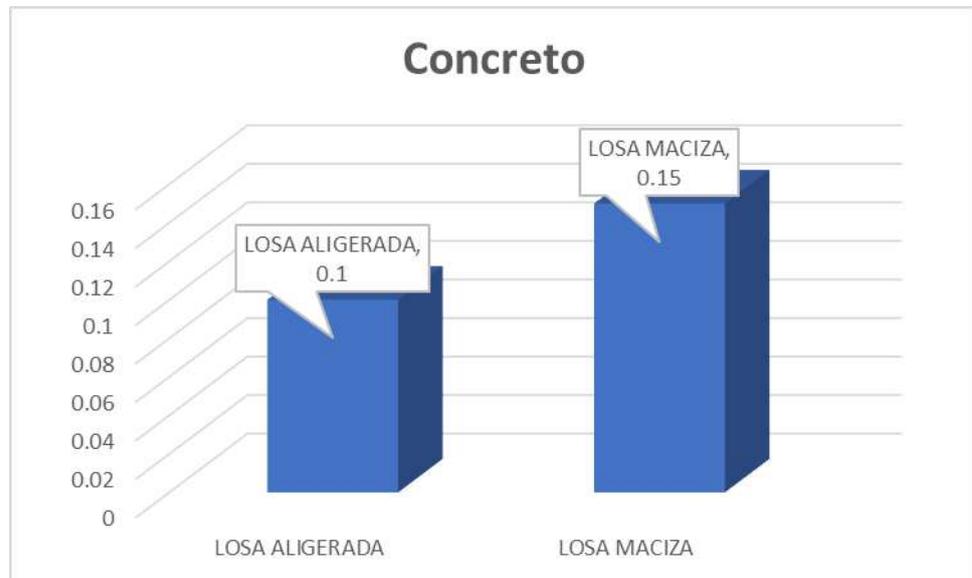


Fuente: Elaboración propia.

Concreto

En la siguiente figura se muestra la cantidad de concreto empleando para cada tipo de sistema de entrepiso.

Figura 84
Costo por m2 de concreto



Fuente: Elaboración propia.

Peso Propio

En la siguiente figura se muestra el peso propio aplicado en toda la edificación para cada tipo de sistema de entrepiso.

Figura 85
Peso propio de cada sistema de entrepiso

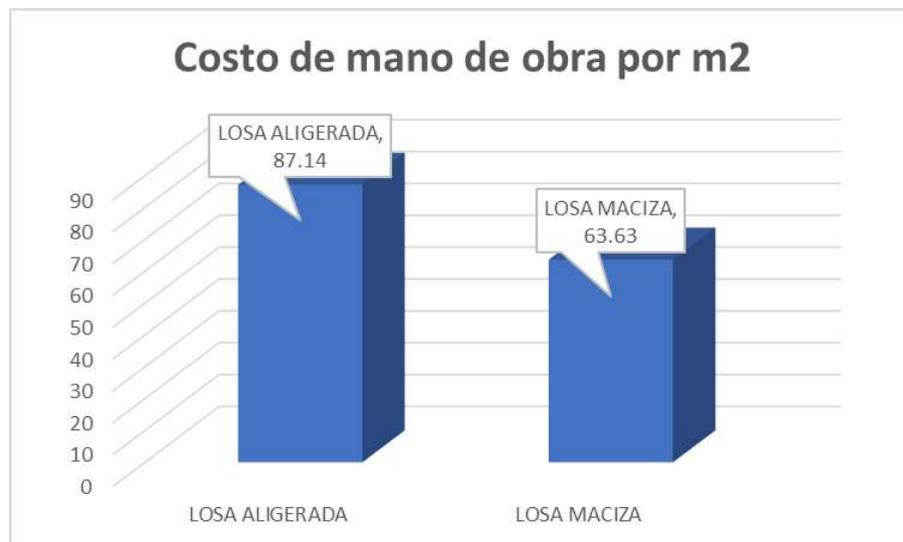


Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra por m2

En la siguiente figura se muestra el costo empleado para la mano de obra por m2 para cada tipo de sistema de entrepiso.

Figura 86
Costo por m2 de mano de obra

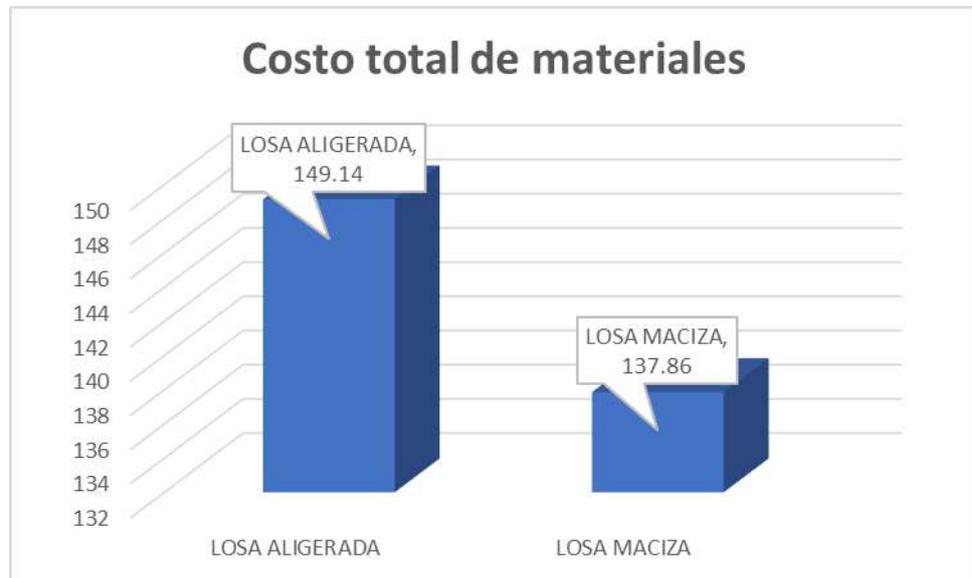


Fuente: Elaboración propia.

Costo total de materiales

En la siguiente figura se muestra el costo empleado para los materiales para cada tipo de sistema de entrepiso.

Figura 87
Costo por m2 de materiales

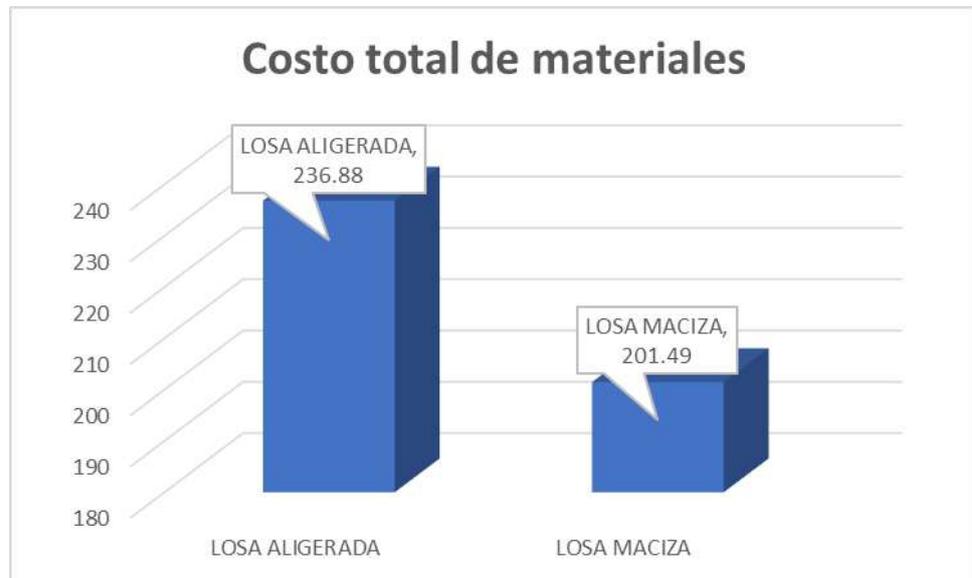


Fuente: Elaboración propia.

Costo total por metro cuadrado

En la siguiente figura se muestra el costo total por metro cuadrado empleado para cada tipo de sistema de entepiso.

Figura 88
Costo total m2



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

La presente tesis tiene como hipótesis general “El sistema de losas macizas presenta un mejor comportamiento estructural de entrepiso respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023”

La cual demostró durante todo el proceso de la tesis , se analizó 2 modelos de cada sistema de entrepiso estos modelos fueron analizados en el software ETABS reiteradas veces hasta obtener las dimensiones optimas y resultados aceptables por la norma E030 y dio como resultado que el uso de losas macizas presenta un mejor comportamiento estructural frente a las losa aligeradas bidireccionales pero esta diferencia no es significativa, por lo que se decidió realizar un análisis comparativo con el costo de los diferentes partidas de ambos sistemas de entrepiso y se concluye que la losa maciza es más económica para el presente proyecto

La presente tesis titulada “Análisis comparativo entre el sistema de entrepiso de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural” tiene como principal objetivo de determinar el comportamiento estructural de entrepiso entre losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para el análisis y diseño en una edificación de 5 niveles.

La presente tesis abarcara 4 partes importantes las cuales fueron necesarios para el correcto análisis:

La primera parte de la tesis se realizó un estudio de lugar donde se extrajo datos primarios para el análisis sismorresistente como el estudio de suelos y la topografía del lugar, esto con el fin de conocer las características mecánicas del suelo.

La segunda parte de la tesis se inició con plantear la distribución arquitectónica siguiendo la norma A010 el cual nos brinda las recomendaciones necesarias para el diseño arquitectónico de este tipo de edificaciones.

La tercera parte de la tesis abarcara el predimensionamiento de los elementos estructurales, así como de las losas y la estructuración de la estructura, teniendo estos parámetros se procede a realizar el modelamiento en ETABS y su posterior análisis dinámico para ello se realizó 2 modelos diferentes con cada tipo de sistema de entrepiso donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 28
Losa aligerada vs losa maciza - periodo

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

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla se puede apreciar que ambos sistemas poseen un periodo similar siendo la diferencia casi nula.

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

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla vemos que la losa maciza posee una deriva inelástica menor al a losa aligerada bidireccional, en este caso es del 8%.

Tabla 29
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

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla se puede apreciar que la losa aligerada posee menor desplazamiento en el eje X-X respecto a la losa maciza, cosa contraria sucede en el eje Y-Y el cual se aprecia que la losa maciza posee mejor desplazamiento que la losa aligerada bidireccional.

Tabla 30
Losa aligerada vs losa maciza - fuerza cortante

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

Base	0	0	0	0
-------------	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla se puede apreciar que la losa aligerada posee menor fuerza cortante en el eje X-X y Y-Y respecto a la losa maciza.

Y por último se realizó un análisis comparativo del costo total que se necesita en cada sistema de entepiso en donde se obtuvo que para la losa aligerada bidireccional se requiere 236.88 soles por metro cuadrado y la losa maciza en ambos sentidos requiere 201.49 soles por metro cuadrado siendo esta ultima la más económica.

CONCLUSIONES

- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta un mayor desplazamiento para el eje X-X en los 5 niveles a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta un menor desplazamiento para el eje Y-Y en los 5 niveles a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta una mayor fuerza cortante para el eje X-X en los 5 niveles a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta una mayor fuerza cortante para el eje Y-Y en los 5 niveles a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta una menor deriva inelástica para ambos en la edificación a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza es más económico respecto al sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.
- Se concluye que el sistema de losa de entrepiso de losa maciza presenta un mejor comportamiento estructural a comparación del sistema de losa de entrepiso de losa aligerada bidireccional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda innovar y propiciar el empleo de nuevos sistemas de construcción, como en este caso se demostró que la losa maciza presenta un mejor comportamiento estructural y un menor costo frente a los métodos tradicionales.
- 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 ya que podría dificultar el diseño de las instalaciones sanitarias.
- Se recomienda tener en cuenta que el uso de placas puede reducir o mejorar ambos sistemas estructurales.
- Se recomienda realizar planos estructurales y arquitectónicos entendibles por parte de los maestros de obra y los operarios para que de esta manera no exista errores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Aguilar Falconi, R. (2007). *Análisis matricial de estructuras*. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Aranda Garay, L. V. (2019). *Evaluación De Las Patologías En Los Muros De Albañilería Armada Y Su Influencia En La Vulnerabilidad De Los Módulos Construidos Por El Programa Nacional De Vivienda Rural En El Distrito Santa Rosa De Alto Yanajanca – Marañón – Huánuco, 2019*. Huánuco – Perú: Universidad De Huánuco.
- Arteaga Espinoza, I. D. (2018). *Análisis Comparativo De Costos En Una Vivienda Familiar Usando El Sistema Constructivo Emmedue Y El Sistema De Albañilería En La Ciudad De Huanuco,2018*. Huánuco – Perú: Universidad De Huánuco.
- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Boroschek, R. (2009). *Dinamica avanzada de estructural*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Caceres Sánchez, D. S. (2020). *MAXIBODEGAS-PAITA” ubicado Jr. Paita N° 227, distrito; provincia de Paita departamento Piura*. LIMA – PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Fonte: <https://concepto.de/>
- Cueva Quispe, W. J. (2019). *Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, 2019*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo; .

- DePerú. (2020). *DePerú*. Fuente: <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>
- Falcon Pardave, S. (2018). *Coefficientes de corrección de la resistencia en comprensión de prismas de albañilería por efectos de Esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco*. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Franco Jumbo, M. J. (2017). *Vivienda Multifamiliar y Oficinas*. Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Ganancias Martinez, F. (2020). *Estudio comparativo, a nivel de pre factibilidad, de edificio multifamiliar en altura, proyectado con estructura metálica y con sistemas constructivos industrializados*. Córdoba, Argentina: Universidad Católica de Cordova.
- Guerrero Proaño, K. P. (2020). *Diseño de vivienda multifamiliar sostenible en Cumbayá, Quito, 2020*. Quito-Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamerica.
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- 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.
- Huallpa Vargas, E. J. (2021). *Diseño de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lince, 2021*. LIMA - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.

- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Fonte: Instituto Geofísico del Perú:
<https://www.gob.pe/igp>
- Quispe, H. I. (2018). *Análisis y Diseño estructural de un centro comercial en base a pórticos arriostrados de acero en la ciudad de Juliaca*. LIMA – PERÚ: Universidad Peruana Unión.
- RNE. (2019). *NORMA E.020*. Fonte: 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*. Fonte: 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*. Fonte: NORMA E.060:
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- RNE. (2019). *NORMA E070*. Fonte: NORMA E070:
<https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>
- RUÍZ SALINAS, R. A. (2019). *Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto “clínica privada” del distrito de los Olivos, Lima*. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Salinas, R. (2001). *curso de segunda especializacion de ingenieria sismorresistente*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- San Bartolome Ramos, A. F. (1998). *Analisis de edificios*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*.
Limusa.
- Tipacti Gomez, L. J. (2020). *Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 8 niveles de concreto armado, urbanización San Luis, distrito y provincia Ica*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- Velayarce Llano, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Zhapa, K. M. (2017). *Diseño Arquitectónico Del Centro Comercial Asociación De Comerciantes 24 De mayo “La Bahía” De La Ciudad De Catamayo Provincia De Loja Con Características Bioclimáticas*. LOJA – ECUADOR: Universidad Internacional Del Ecuador Loja.

Nota biográfica



Matias Soto Cesar, nació el 05 de setiembre de 1986 en el distrito de Chacabamba, Provincia de Yarowilca y Departamento de Huánuco. Es hijo del Sr. Wualberto Matias Lorenzo y Sra. Flavia Soto Esteban. Sus estudios secundarios lo realizó en la Institución Educativa de Chacabamba-Chacabamba, sus estudios universitarios lo realizó en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco en la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura de la Escuela Académico Profesional de ingeniería civil



Campos Mallqui Ronald, nació el 11 de agosto de 1986 en el distrito de Rondos, Provincia de Lauricocha y departamento de Huánuco. Es hijo del Sr. Pedro Campos Guerra y Sra. Narcisa Mallqui Claudio. Sus estudios secundarios lo realizó en la institución educativa José Antonio Encinas Franco Rondos - Rondos, sus estudios universitarios lo realizó en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco en la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura de la Escuela Académico Profesional de ingeniería civil.



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 27 días del mes de diciembre de 2023, siendo las 19.30 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°1072-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución de Decano N°1177-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 19.DIC.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil los Bachilleres **CESAR MATIAS SOTO** y **RONALD CAMPOS MALLQUI**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, VOCAL y los bachilleres mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

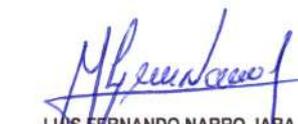
Concluido el acto de defensa, los miembros de jurado procedieron a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
MATIAS SOTO CESAR	APROBADO	15	BUENO
CAMPOS MALLQUI RONALD	APROBADO	15	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las... 21:00 PM... del mismo día 27/12/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
 PRESIDENTE


LUIS FERNANDO NARRO JARA
 SECRETARIO


RISSEL MACHUCA GUARDIA
 VOCAL



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 152-2023
SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 25%. de similitud general, correspondiente a los Bachilleres interesados, **MATIAS SOTO Cesar y CAMPOS MALLQUI Ronald**, del Borrador de Tesis **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL**", considerando como asesor al Mg ING. **ABAL GARCIA Bladimir Jhon**

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 18 de diciembre 2023



.....
 Dr. José Luís VILLAVICENCIO GUARDIA
 Director de la Unidad de Investigación
 Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DJLVG 2023

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

AUTOR

Cesar MATIAS SOTO - Ronald CAMPOS MALLQUI

RECUENTO DE PALABRAS

37714 Words

RECUENTO DE CARACTERES

221278 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

254 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.1MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 16, 2023 11:03 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 16, 2023 11:05 PM GMT-5

● **25% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 24% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado


 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Reporte de similitud

● 25% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 24% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 4% Base de datos de trabajos entregados

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unheval.edu.pe Internet	15%
2	distancia.udh.edu.pe Internet	2%
3	repositorio.upla.edu.pe Internet	2%
4	repositorio.udh.edu.pe Internet	2%
5	repositorio.uisek.edu.ec Internet	<1%
6	hdl.handle.net Internet	<1%
7	bibliotecadigital.univalle.edu.co Internet	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe Internet	<1%


 Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes

Reporte de similitud

9	coursehero.com	Internet	<1%
10	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente on 2023-...	Submitted works	<1%
11	repositorio.upla.edu.pe	Internet	<1%
12	Colegio Alameda de Osuna on 2023-05-31	Submitted works	<1%
13	Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarroll...	Submitted works	<1%
14	Universidad de Cantabria on 2023-11-24	Submitted works	<1%
15	repositorio.usil.edu.pe	Internet	<1%
16	Submitted on 1686584179977	Submitted works	<1%
17	Universidad Anahuac México Sur on 2023-05-20	Submitted works	<1%
18	repositorio.unsa.edu.pe	Internet	<1%
19	Universidad Privada Boliviana on 2016-10-26	Submitted works	<1%
20	Universidad Tecnológica Indoamerica on 2021-04-28	Submitted works	<1%


 Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 DOCENTE DE LA FICA

Descripción general de fuentes



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	<input type="checkbox"/> Maestría	<input type="checkbox"/> Doctorado	
<i>Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)</i>							
Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA						
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL						
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL						
Grado que otorga							
Título que otorga	INGENIERO CIVIL						
<i>Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)</i>							
Facultad	-----						
Nombre del programa	-----						
Título que Otorga	-----						
<i>Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)</i>							
Nombre del Programa de estudio	-----						
Grado que otorga	-----						

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	MATIAS SOTO CESAR						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular: 900187650
Nro. de Documento:	44072099				Correo Electrónico: CESARMATIASSOTO86@GMAIL.COM		
Apellidos y Nombres:	CAMPOS MALLQUI RONALD						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular: 938836070
Nro. de Documento:	43679390				Correo Electrónico: RONALDHINO73@GMAIL.COM		
Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> NO
Apellidos y Nombres:	ABAL GARCIA BLADIMIR JHON				ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-9501-2099			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	71509522	

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VICTOR MANUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS FERNANDO
Vocal:	MACHUCA GUARDIA RISSEL
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL



5. Declaración Jurada: (Ingrese todas los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2023		
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención	
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)		
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	MACIZA		ALIGERADA		DISEÑO
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto		X	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)			Fecha de Fin de Embargo:	
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI	NO X
Información de la Agencia Patrocinadora:					
El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.					



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente, Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

 Firma:		
Apellidos y Nombres:	MATIAS SOTO CESAR	Huella Digital
DNI:	44072099	
 Firma:		
Apellidos y Nombres:	CAMPOS MALLQUI RONALD	Huella Digital
DNI:	43679390	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 27 DE DICIEMBRE DEL 2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.

ANEXOS:

Consentimiento informado



NOVA PERÚ SAC
INGENIEROS CONSULTORES & CONTRATISTAS

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Huánuco, 16 de octubre del 2023

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INVESTIGACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

La empresa NOVA PERÚ INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS S.A.C. con RUC: 20609484692, con domicilio en con domicilio legal en Av. Santa Zefora Mz. B Lt.07, consiento que el Sr. **CESAR MATIAS SOTO**, identificado con DNI. N.º 44072099 y el Sr. **RONALD CAMPOSMALLQUI**, identificado con DNI. N.º 43679390 perteneciente al Programa de fortalecimiento en investigación de la Universidad Nacional

Hermilio Valdizán de Huánuco, realizará su proyecto de investigación de tesis titulado

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRCUTURAL, en mi representada.

Así mismo, se me ha explicado que, durante el desarrollo de su investigación, se le brindo los expedientes técnicos de proyectos estructurales referentes al tema de investigación y también se le brindo las pautas de apoyo al investigador.

Por tanto, en señal de conformidad a lo expuesto firmo el presente documento.

Huánuco, 16 de octubre de 2023.

NOVA PERÚ S.A.C
RUC: 20609484692

.....
Jesús J. Jaramillo Trinidad
OFRENTE GENERAL

Instrumentos de recolección de datos

TESISTA:					
UBICACIÓN:		HUÁNUCO			
FECHA:					
ENSAYO:		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO			
CALICATA:					
NTP:		339.128			
TAMIZ	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	RETENIDO PARCIAL(%)	RETENIDO ACUMULADO(%)	QUE PASA(%)
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
CAZOLETA					
TOTAL					

TESISTA:						
UBICACIÓN:	HUÁNUCO					
FECHA:						
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD					
CALICATA:						
NTP:	339.127					
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	PROMEDIO
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

TESISTA:					
UBICACIÓN:	HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO				
CALICATA:					
NTP:	339.129				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
LÍMITE LÍQUIDO (%)					

TESISTA:					
UBICACIÓN:	HUÁNUCO				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE PLASTICO				
CALICATA:					
NTP:	339.130				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
LÍMITE PLASTICO (%)					

Validación de instrumentos

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellido del Experto:	MOISES GROBER GUERRA UTRILLA
Cargo:	INGENIERO CIVIL
Grado academico:	TITULADO
Tesista:	CESAR MATIAS SOTO RONALD CAMPOS MALLQUI
Tesis:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 20-40%	Buena 40-60%	Muy buena 60-80%	Excelente 80-100%	OBSERVACION ES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación				X		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables				X		
3. Organización	El orden de los items y el area es adecuado				X		
4. Claridad	El vocabulario es adecuado para los pobladores de la investigación				X		
5. Suficiencia	El numero de items propuestos es suficiente para medir la variable				X		
6. Consistencia	Tiene una base teorica y cientifica que la respalde				X		
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipotesis existe coherencia					X	
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación son sencillos					X	

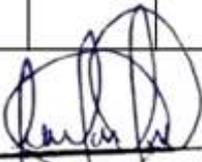

 Moises Grober Guerra Utrilla
 INGENIERO CIVIL
 CIP 77008

1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellido del Experto:	JEAN PIERE PEREZ MAXIMILIANO
Cargo:	INGENIERO CIVIL
Grado academico:	TITULADO
Tesista:	CESAR MATIAS SOTO RONALD CAMPOS MALLQUI
Tesis:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 20-40%	Buena 40-60%	Muy buena 60-80%	Excelente 80-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigacion				✗		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables				✗		
3. Organización	El orden de los items y el area es adecuado				✗		
4. Claridad	El vocabulario es adecuado para los pobladores de la investigacion				✗		
5. Suficiencia	El numero de items propuestos es suficiente para medir la variable					✗	
6. Consistencia	Tiene una base teorica y cientifica que la respalde				✗		
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipotesis existe coherencia				✗		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación son sencillos				✗		


 Eugenio J. P. Pérez Maximiliano
 INGENIERO CIVIL
 CIP 280555

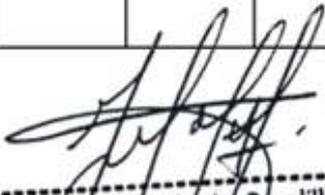


1. DATOS GENERALES

Nombre y Apellido del Experto:	CRISTHIAN TOLENTINO PENADILLO
Cargo:	INGENIERO CIVIL
Grado academico:	TITULADO
Tesista:	CESAR MATIAS SOTO RONALD CAMPOS MALLQUI
Tesis:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

2. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 20-40%	Buena 40-60%	Muy buena 60-80%	Excelente 80-100%	OBSERVACIONES
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación				✗		
2. Objetividad	El instrumento esta expresado en comportamientos observables					✗	
3. Organización	El orden de los items y el area es adecuado					✗	
4. Claridad	El vocabulario es adecuado para los pobladores de la investigación				✗		
5. Suficiencia	El numero de items propuestos es suficiente para medir la variable				✗		
6. Consistencia	Tiene una base teorica y cientifica que la respalde				✗		
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipotesis existe coherencia				✗		
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación son sencillos				✗		



 Cristhian Tolentino Penadillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 311151

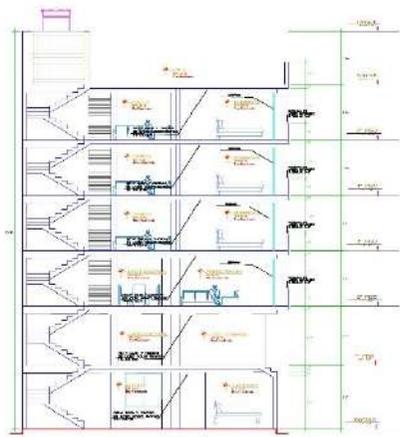
Matriz de consistencia

Tabla 31
Matriz de consistencia.

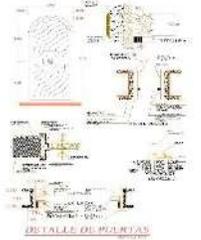
TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE ENTREPISO DE LOSAS ALIGERADAS BIDIRECCIONALES Y LAS LOSAS MACIZAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general: ¿Cómo se realizará el análisis comparativo entre el sistema de entrepiso de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?	Objetivo General Realizar el análisis comparativo entre el sistema de entrepiso de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.	Hipótesis General El sistema de losas macizas presenta un mejor comportamiento estructural de entrepiso respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.		Elementos estructurales	Enfoque Será cuantitativo
Problema específico: ¿Cómo se realizará el análisis sismorresistente entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?	Objetivos específicos Realizar el análisis sismorresistente entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.	Hipótesis específico El sistema de losas macizas presenta mejores resultados en análisis sismorresistente respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.	Variable independiente: Losas macizas Aligeradas bidireccional		Alcance o nivel El alcance es explicativo
¿Cómo se determinará las ventajas y desventajas entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?	Determinar las ventajas y desventajas entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.	El sistema de losas macizas presenta más ventajas respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.	Variable dependiente: Comportamiento estructural	Costo económico Análisis estructural	Diseño
¿Cómo se realizará el análisis de costos entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023?	Realizar el análisis de costos entre el sistema de losas aligeradas bidireccionales y las losas macizas para mejorar el comportamiento estructural en una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.	El sistema de losas macizas presenta un menor costo final respecto al sistema de losas aligeradas bidireccional para una edificación de 5 niveles, Amarilis - Huánuco -2023.			Es no experimental

Fuente: Elaboración propia

Planos



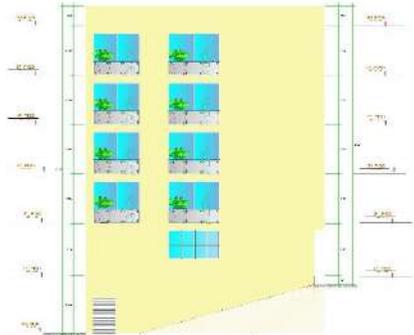
CORTE 1-1
Escala 1/50



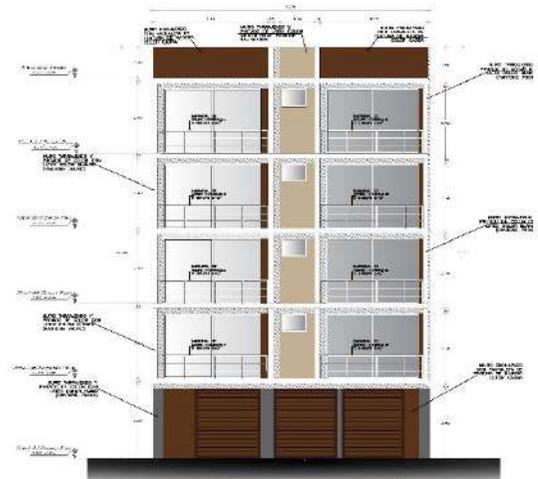
DETALLE DE PUERTAS

ACCESORIOS DE PUERTAS Y VENTANAS

1100. Puerta con seguro de seguridad, con cerradura de seguridad y cerradura de emergencia.	1200. Puerta de emergencia de aluminio.
8110. Cerradura de seguridad de aluminio.	4110. Cerradura de seguridad de aluminio.
1200. Puerta con seguro de seguridad.	1210. Cerradura de seguridad de aluminio.
1210. Puerta con seguro de seguridad.	1220. Cerradura de seguridad de aluminio.
1220. Puerta con seguro de seguridad.	1230. Cerradura de seguridad de aluminio.



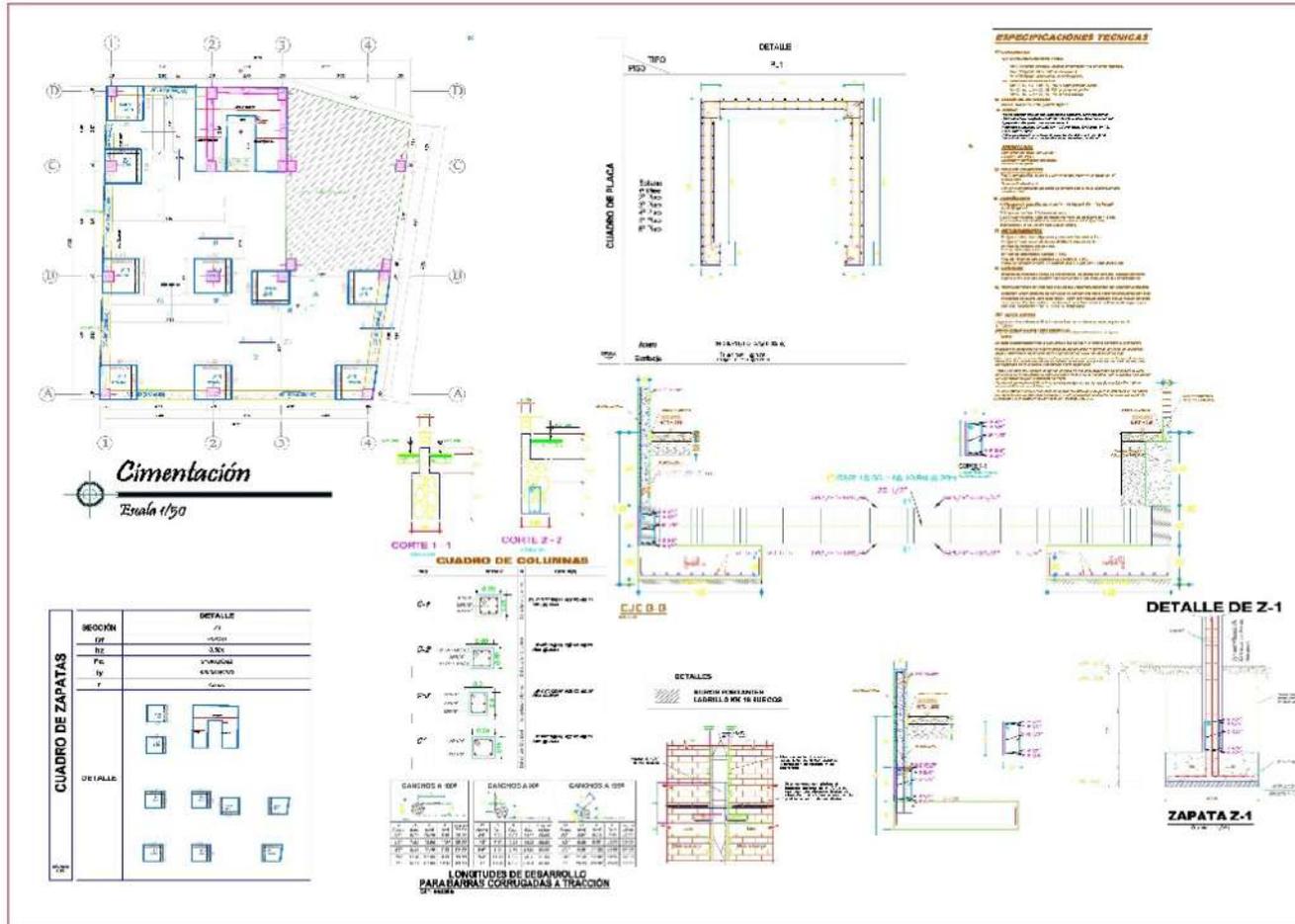
Elevación Lateral
Escala 1/50

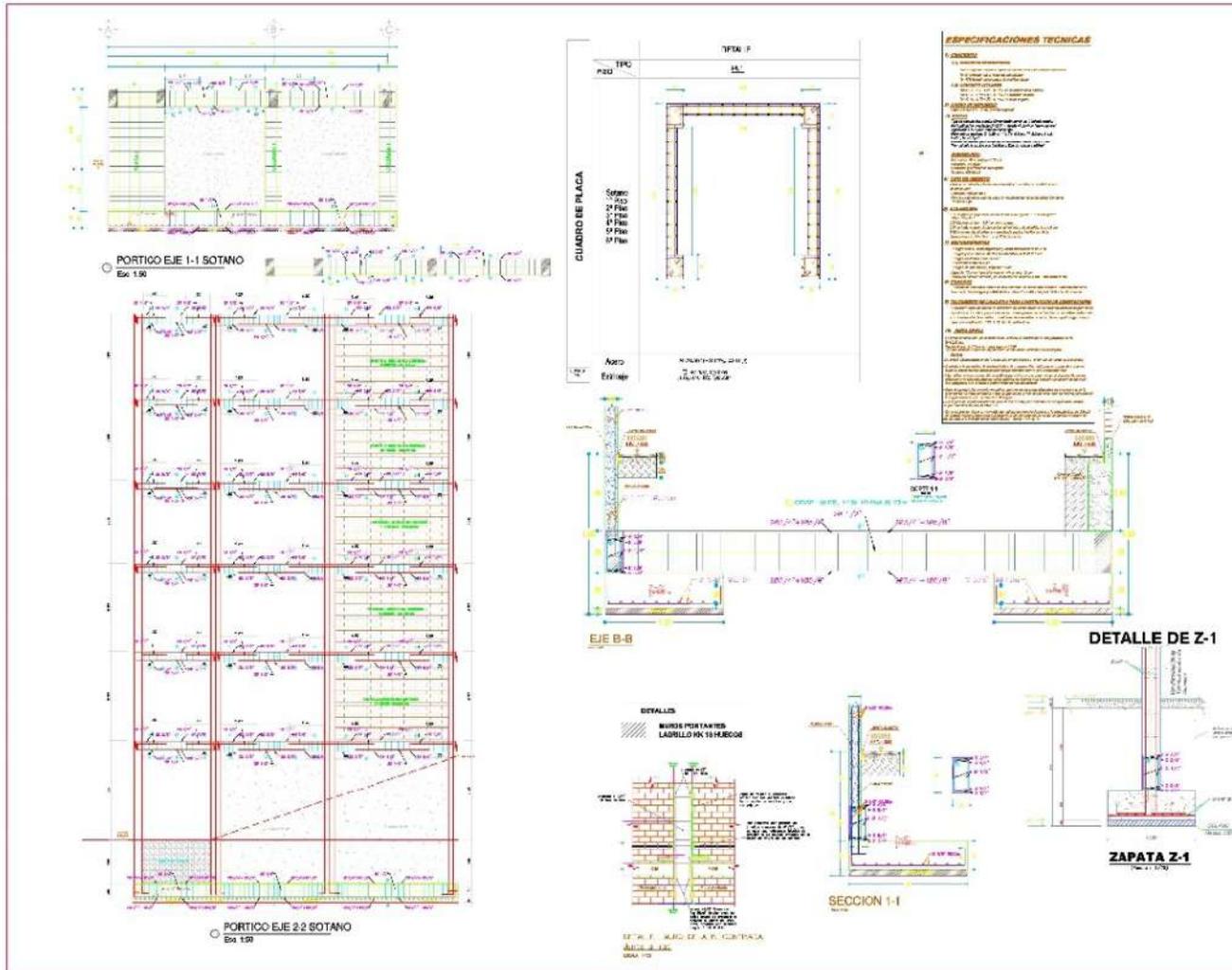


Elevación principal
Escala 1/50

CONTENIDO DE PUERTAS

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
1	PUERTA DE ALUMINIO	10	PUERTAS	100,00	1000,00
2	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
3	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
4	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
5	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
6	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
7	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
8	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
9	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00
10	PUERTA DE ALUMINIO	5	PUERTAS	50,00	250,00





Aligerado - 1er. Piso
Escala 1/50

CUADRO DE COLUMNAS

Columna	Sección	Longitud	Observaciones
C-1	30x30	3.00	2. APORTE POR FONTO DE 10.00
C-2	30x30	3.00	2. APORTE POR FONTO DE 10.00
C-3	30x30	3.00	2. APORTE POR FONTO DE 10.00
C-4	30x30	3.00	2. APORTE POR FONTO DE 10.00

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. MATERIALES

1.1. CEMENTO: Tipo I, marca reconocida, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.2. AGUA: Limpia y potable.

1.3. ARENA: Tipo II, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.4. LADRILLO: Tipo IV, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.5. BARRA DE ACERO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.6. BARRA DE ALUMINIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.7. BARRA DE CUPRO-NIQUELO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.8. BARRA DE COBALTO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.9. BARRA DE NIOBIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.10. BARRA DE TANTALO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.11. BARRA DE ZIRCONIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.12. BARRA DE MOLIBDENO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.13. BARRA DE VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.14. BARRA DE NIOBIO-COBALTO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.15. BARRA DE NIOBIO-TANTALO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.16. BARRA DE NIOBIO-ZIRCONIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.17. BARRA DE NIOBIO-MOLIBDENO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.18. BARRA DE NIOBIO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.19. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-TANTALO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.20. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.21. BARRA DE NIOBIO-MOLIBDENO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.22. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-MOLIBDENO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.23. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.24. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-MOLIBDENO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.25. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO-MOLIBDENO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.26. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.27. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO-MOLIBDENO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.28. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO-MOLIBDENO-VANADIO-TANTALO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.29. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO-MOLIBDENO-VANADIO-TANTALO-MOLIBDENO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

1.30. BARRA DE NIOBIO-COBALTO-ZIRCONIO-MOLIBDENO-VANADIO-TANTALO-MOLIBDENO-VANADIO: Tipo A, con un contenido de agua no superior al 0.25%.

DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA-COLUMNA SIN ESCALA

DETALLE DE 2 EN CASO DE ENCUENTRO EN PLANTA SIN ESCALA

DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO h=0.22m SIN ESCALA

VALORES DE W

W	h	W/h	W/h ²
100	100	1.00	0.01
150	100	1.50	0.02
200	100	2.00	0.04
250	100	2.50	0.06
300	100	3.00	0.09
350	100	3.50	0.12
400	100	4.00	0.16
450	100	4.50	0.20
500	100	5.00	0.25
550	100	5.50	0.30
600	100	6.00	0.36
650	100	6.50	0.42
700	100	7.00	0.49
750	100	7.50	0.56
800	100	8.00	0.64
850	100	8.50	0.72
900	100	9.00	0.81
950	100	9.50	0.90
1000	100	10.00	1.00

TRABAJOS Y MATERIALES

W	h	W/h	W/h ²
100	100	1.00	0.01
150	100	1.50	0.02
200	100	2.00	0.04
250	100	2.50	0.06
300	100	3.00	0.09
350	100	3.50	0.12
400	100	4.00	0.16
450	100	4.50	0.20
500	100	5.00	0.25
550	100	5.50	0.30
600	100	6.00	0.36
650	100	6.50	0.42
700	100	7.00	0.49
750	100	7.50	0.56
800	100	8.00	0.64
850	100	8.50	0.72
900	100	9.00	0.81
950	100	9.50	0.90
1000	100	10.00	1.00

RETA I F TÍPICO ISOMÉTRICO LOSA ALIGERADA

