



Diseño estructural en hormigón de un edificio de cuatro pisos.

Doris Cecilia Guisao David

Informe de proyecto de práctica académica para optar al título de Ingeniera Civil

Asesor

Ainhoa Rubio Clemente

Doctor (PhD.) en Ingeniería Ambiental

Universidad de Antioquia Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Ingeniería Civil
Apartadó
2024

Cita	(Guisao David, 2024)
Referencia	Guisao David, D (2024). Diseño y planificación de la construcción de un edificio de cuatro pisos en la empresa Ingeprisma [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Apartadó, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/director: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Lina Berrouet Cadavid.

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios por iluminar mi camino durante esta travesía académica y que me dio la sabiduría para terminar este proyecto, también a mi madre Eiba Luz Guisao por ser mi motivación para salir adelante, que su fortaleza me enseñó a ser perseverante y así poder lograr mis sueños. También, lo dedico a mis familiares, amigos y maestros, a cada persona que desde su conocimiento aportó a mi formación académica y personal.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios por darme la oportunidad de poder adquirir estos conocimientos, y poder culminar esta carrera tan maravillosa y difícil a la vez, por darme la fortaleza en los momentos que pensé que no era capaz, también quiero agradecer a mi compañero de carrera Edier David Álvarez por ser tan buen amigo y compañero de carrera.

Agradezco a mis hermanas Denys Guisao y Yudy Marcela Guisao, por siempre darme palabras de aliento para seguir adelante.

Agradezco a mi amigo y compañero David Esteban Ochoa por la paciencia al momento de compartir sus conocimientos conmigo y gracias a su paciencia al inicio de esta travesía pude continuar mi carrera.

Finalmente agradezco a la empresa INGEPRISMA por darme la oportunidad de poder afianzar mis conocimientos adquiridos en mi carrera al igual que brindarme nuevos conocimientos durante el proceso de prácticas.

Contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1 objetivos	14
1.1 Objetivo general	14
1.2 Objetivos específicos	14
2 Marco teórico	15
2.1 Estudios geotécnicos	15
2.2 Diseño arquitectónico.....	15
2.3 Diseño estructural.....	15
2.4 Concreto estructural	15
2.5 Coeficiente de importancia	16
2.6 Amenaza sísmica.....	17
2.7 Derivas	17
2.8 Vigas	18
2.9 Cargas.....	19
2.9.1 Carga Muerta	19
2.9.2 Carga Viva	19
2.10 Ensayo SPT	19
3 Metodología	20
2.1 Diseño de los planos arquitectónicos:	20
2.2 Estudio de suelos:.....	20
2.3 Diseño de los planos estructurales:	20
4 Resultados y análisis	21

4.1 Arquitectónico:.....	21
4.2 Estudio de suelos.....	23
4.2.1 Normas.....	23
4.2.2 Ensayo SPT y correlaciones.....	25
4.2.3 Análisis de capacidad portante.....	26
4.2.4 Diseño sismo-resistente	34
4.3 Diseño	36
4.3.1 Predimensionamiento y Cuantificación	37
4.3.2 Tipo de sistema estructural	37
4.3.3 Capacidad de disipación de energía requerida.....	37
4.3.4 Coeficiente de disipación de energía (R).....	37
4.4 Programa de análisis y diseño.....	40
4.4.1 Modelo	40
4.4.2 Geometría:.....	41
4.4.3 Pre-dimensionamiento de elementos estructurales.....	42
4.4.4 Cargas	43
4.4.5 Resultados.....	46
4.4.6 Análisis de derivas	46
4.4.7 Resultados del análisis estructural	47
5 Diseño estructural.....	52
5.1 Diseño de vigas	52
5.2 Diseño de columnas	52
6 Conclusiones	57
Referencias	58

Lista de tablas

Tabla 1 Coeficientes de importancia, fuente: NSR-10.....	17
Tabla 2 Tabla C.9.5 - Altura de vigas. Fuente: NSR-10.....	18
Tabla 3 Tabla CR.9.5A - Altura de vigas para no realizar análisis de deflexiones detallado. Fuente: NSR- 10.....	19
Tabla 4 Normatividad para ensayos de laboratorio Fuente: NSR-10.....	23
Tabla 5 Clasificación de las unidades de construcción por categoría fuente: NSR-10.....	23
Tabla 6 Numero minimo de sondeo y profundidad segun categoria, fuente:NSR-10.	24
Tabla 7 Ensayos laboratorios de suelos.	25
Tabla 8 Perfil geotecnico fuente propia.	26
Tabla 9 Factos de seguridad por friccion fuente:NSR-10.....	28
Tabla 10 Factor de seguridad por punta fuente: NSR-10.....	28
Tabla 11 Capacidad portante de pilotes, diferentes diámetros y longitudes fuennte propia.	29
Tabla 12 Vlaores de Cv recomendados por Vesic(1977. fuente Das 2006.....	32
Tabla 13 Asentamientos de pilotes (cm) fuente propia.....	34
Tabla 14 Propiedades dependientes de la localización, para análisis sísmico, fuente NSR-10.....	34
Tabla 15 Tipo de perfil de suelo a partir de la velocidad de onda cortante o N60.....	35
Tabla 16 Valores de N60 para cálculo del perfil del suelo, fuente propia.	36
Tabla 17 N60 promedio, tipo de perfil de suelo y coeficientes de amplificación fuente propia....	36
Tabla 18 Cargas tipicas del edificio, fuente propia.....	40
Tabla 19 Derivas del modelo Etabs fuente propia.	46

Lista de figuras

Figura 1. Primer piso planta 1, segundo piso planta 2. Fuente: elaboración propia.	21
Figura 2. Tercer piso planta 3, cuarto piso planta 4. Fuente: elaboración propia.	22
Figura 3. Secciones y fachadas.Fuente: elaboración propia.	22
Figura 4. Ubicacion de sondeos en la zona de estudio. Fuente: Google Earth.	24
Figura 5. Configuración de grupo de pilotes.Fuente:Das.	30
Figura 6. Espectro derivas y espectro de diseño. Fuente: elaboración propia.	38
Figura 7. Modelo de estructura de cuatro pisos. Fuente: elaboración propia.	41
Figura 8. Concreto de 21MPa. Fuente: elaboración propia.	42
Figura 9. Concreto de 28 MPa. Fuente: elaboración propia.	42
Figura 10. Seccion de Columna (40x40)cm.	43
Figura 11. Seccion de viga de (30x35)cm.Fuente: elaboración propia.	43
Figura 12. Carga viva asignada a la losa.Fuente: elaboración propia.	44
Figura 13. Carga viva asignada a la cubierta. Fuente: elaboración propia.	44
Figura 14. Espectro de derivas.Fuente: elaboración propia.	45
Figura 15. Sismo en X y sismo en Y. Fuente: elaboración propia.	45
Figura 16. Espectro de diseño. Fuente: elaboración propia.	47
Figura 17. Momentos de cubierta. Fuente: elaboración propia.	48
Figura 18. Momentos y cortantes de losa 1. Fuente: elaboración propia.	48
Figura 19. Momento y cortante de losa 2. Fuente: elaboración propia.	49
Figura 20. Momentos y cortantes losa 3. Fuente: elaboración propia.	49
Figura 21. Momentos y cortantes planta de fundación. Fuente: elaboración propia.	50
Figura 22. Momentos de las columnas en direccion 1 y dirección 2. Fuente: elaboración propia.	50
Figura 23. Cortante columna dirección 1 y direccion 2. Fuente: elaboración propia.	51
Figura 24. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.	53

Figura 25. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.53

Figura 26. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.54

Figura 27. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.54

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Calculo de derivas para cada piso. Fuente: Roberto Rochel.	17
Ecuación 2. Calculo de deriva maxima. Fuente: Roberto Rochel.....	18
Ecuación 3. capacidad portante. Fuente: Terzaghi.....	26
Ecuación 4. Capacidad por punta. Fuente: Terzaghi.....	27
Ecuación 5. Capacidad pilotes suelos no cohesivos. Fuente: Terzaghi.	27
Ecuación 6. Asentamiento total del pilote. Fuente: Das (2006).....	31
Ecuación 7. Asentamiento de pilotes suponiendo ser elástico. Fuente: Das (2006).....	31
Ecuación 8. Asentamiento por punta. Fuente:Das (2006).....	32
Ecuación 9. Magnitud de asentamiento. Fuente: Das (2006).....	32
Ecuación 10. Asentamiento por fuste. Fuente: Das 2006.	33
Ecuación 11. Factor de Influencia, Fuente: Das 2006.	33
Ecuación 12. Relación empírica. Fuente: Das 2006.	33
Ecuación 13. Constancia empírica. Fuente: Das 2006.....	33
Ecuación 14. Resistencia al corte no drenado.Fuente:NSR-10.....	35
Ecuación 15. Derivas maximas. Fuente: NSR- 10.....	46

Siglas, acrónimos y abreviaturas.

Aa = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

Av = coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.

Fa = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

Fv = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.

g = aceleración debida a la gravedad (**9.8** m/s²).

H = espesor total en m de los estratos de suelos cohesivos.

I = coeficiente de importancia.

Sa = valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado. Máxima aceleración horizontal de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración T.

Sd = valor del espectro de desplazamientos de diseño para un período de vibración dado.

Máximo desplazamiento horizontal de diseño, expresado en m, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración T.

Sv = valor del espectro de velocidades de diseño para un período de vibración dado. Máxima velocidad horizontal de diseño, expresada en m/s, para un sistema de un grado de libertad con un período de vibración T.

Resumen

El objetivo principal de este trabajo de grados es diseñar un edificio de cuatro pisos que cumpla con los estándares arquitectónicos y estructurales, teniendo en cuenta las características del terreno y normas de diseño (NSR-10, 2010). En primer lugar, se realizó un estudio de suelos para determinar las propiedades y características del terreno donde se construirá el edificio. A continuación, se procedió con el diseño arquitectónico del edificio, donde se tiene en cuenta factores como la funcionalidad, estética y distribución de espacios, se realizaron planos detallados que incluyen las diferentes áreas del edificio, como oficinas, apartamentos y local comercial, así como los accesos, escaleras y áreas comunes. Una vez completado el diseño arquitectónico, se realizó el diseño estructural del edificio, donde se calcularon las cargas y fuerzas que actúan sobre la estructura, así como la elección de los materiales adecuados para garantizar la resistencia y estabilidad del edificio. Se elaboraron planos estructurales y se determinaron los elementos necesarios, como columnas, vigas, losas, acero, muros entre otros. Al finalizar este proyecto se tendrá un diseño de cuatro pisos completo, cumpliendo todo lo establecido en la norma NSR-10 colombiana, funcional, agradable, y sobre todo seguro en lo relacionado con su estructura.

Palabras clave: Estudio de suelos, diseño arquitectónico, diseño estructural, edificación.

Abstract

The main objective of this degree work is to design a four-story building that meets architectural and structural standards, taking into account the characteristics of the terrain and design standards (NSR-10, 2010). Firstly, a soil study was carried out to determine the properties and characteristics of the land where the building will be built. Next, we proceeded with the architectural design of the building, which takes into account factors such as functionality, aesthetics and distribution of spaces, detailed plans were made that include the different areas of the building, such as offices, apartments and commercial premises, as well as accesses, stairs and common areas. Once the architectural design was completed, the structural design of the building was carried out, where the loads and forces acting on the structure were calculated, as well as the choice of appropriate materials to guarantee the resistance and stability of the building. Structural plans were prepared and the necessary elements were determined, such as columns, beams, slabs, steel, walls, among others. At the end of this project, there will be a complete four-story design, complying with everything established in the Colombian NSR-10 standard, functional, pleasant, and above all safe in relation to its structure.

Keywords: Soil survey, architectural design, structural design, construction.

Introducción

La construcción de edificios es una actividad fundamental en el desarrollo de las ciudades, ya que brinda espacios para vivir, trabajar y realizar diversas actividades. En este contexto, el presente trabajo de grados se enfoca en el diseño de un edificio de cuatro pisos, abordando aspectos arquitectónicos, estructurales y el estudio de suelos. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un diseño integral que cumpla con los estándares de calidad y seguridad requeridos para la construcción de un edificio de estas características. Se busca crear un espacio funcional y estéticamente atractivo, que se adapte a las necesidades de los usuarios y cumpla con las normativas y regulaciones vigentes. Para lograr este objetivo, se inicia realizando un diseño arquitectónico del edificio, considerando aspectos como la distribución de espacios, la funcionalidad y la estética. Se elaboran planos detallados que reflejen la distribución de las diferentes áreas y los elementos arquitectónicos que conformarán el edificio.

Posteriormente, se realiza un estudio exhaustivo del suelo donde se construirá el edificio, con el fin de determinar las características geotécnicas y las condiciones de cimentación adecuadas. Esto garantizará la estabilidad y resistencia de la estructura frente a las fuerzas externas, todo se realizó según las recomendaciones realizadas por (Gonzales de Vallejo, 2002).

Asimismo, se realiza el diseño estructural del edificio, calculando las cargas y fuerzas que actúan sobre la estructura y seleccionando los materiales adecuados para garantizar su resistencia y estabilidad. Se elaboran planos estructurales que definan los elementos necesarios, como columnas, vigas y losas, cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos en la norma (NSR-10, 2010).

1 objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar y planificar la construcción de un edificio de cuatro niveles, teniendo en cuenta los aspectos arquitectónicos, estructurales y el estudio de suelos, con el fin de garantizar la seguridad, funcionalidad y estética del edificio.

1.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un diseño arquitectónico de un edificio de cuatro pisos que cumpla con los requisitos y necesidades del cliente, maximizando el uso del espacio y garantizando la estética del edificio.
- Realizar un estudio del suelo en el área de construcción, para determinar su capacidad de soporte, realizando pruebas de resistencia del suelo y análisis de su comportamiento ante cargas.
- Realizar un diseño estructural que asegure la estabilidad y resistencia del edificio, teniendo en cuenta las cargas y fuerzas que actuarán sobre él, y cumpliendo con las normativas y estándares de construcción vigentes en Colombia.

2 Marco teórico

2.1 Estudios geotécnicos

Debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a construir la edificación, complementada con una consideración de sus alrededores para detectar, de ser el caso, movimientos de suelo, “la necesidad de estudiar geológicamente el terreno como base de partida para los proyectos de grandes obras es indiscutible en la actualidad, y constituye una práctica obligatoria. Esta necesidad se extiende a otras obras de menor volumen, pero de gran repercusión social, como la edificación, en donde los estudios geotécnicos son igualmente obligatorios” (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.2 Diseño arquitectónico

Se trata del proceso mediante el cual los profesionales de la arquitectura interpretan las necesidades del cliente, las procesan y, con base en principios de funcionamiento, criterios generales de estructura y reglamentación elaboran de manera estética una propuesta para que pueda ser construida. “Una de las principales preocupaciones, en distintas partes del mundo, es que el espacio para la producción arquitectónica cada vez es más reducido, lo que implica poner en práctica la creatividad en el que hacer formal del diseño para aventajarse a las necesidades” (Rivera Rodriguez, 2019).

2.3 Diseño estructural

El diseño estructural es una metodología de investigación acerca de la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras, y su principal función es generar estabilidad en una estructura por medio del buen uso de los materiales y su diseño (Reboredo, 2016).

Se puede entender el sistema estructural como el paquete de elementos que soportan además del peso propio de sus materiales, las cargas vivas tales como personas y muebles que realizarán en él las labores para las cuales fue diseñado el edificio.

2.4 Concreto estructural

El concreto reforzado, denominado actualmente como concreto estructural es un material artificial obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, agregados y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea los agregados, constituyendo un material

heterogéneo. El concreto simple sin refuerzo, tiene una buena resistencia a compresión, pero es débil a tensión, lo cual limita de cierta forma su aplicabilidad como material estructural. Para proporcionar al concreto una mayor resistencia a la tensión se utiliza acero de refuerzo, este acero es el encargado de soportar los esfuerzos de tensión, dándole así al hormigón mejores características como material estructural (Cerdeira et al., 2018).

2.5 Coeficiente de importancia

Este coeficiente mide la importancia de la edificación para la comunidad, y de los niveles de seguridad y funcionabilidad requeridos. Es una clara indicación del reconocimiento de que, en el caso de un desastre mayor, la destrucción de algunos edificios causa más perjuicios que la de otros. La NSR-10 adopta para Colombia la misma clasificación dada por el International Building Code (IBC), el cual cataloga las estructuras en los siguientes cuatro grupos (Rochel Award, 2012).

Grupo IV: edificaciones indispensables. Comprende aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alternativo. Pertenecen a este grupo: Todas las edificaciones que componen hospitales, clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y atención de urgencias.

Grupo III: edificaciones de atención a la comunidad. Este grupo comprende aquellas edificaciones y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el Grupo IV. Este grupo debe incluir: Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.

Grupo II: Estructuras de ocupación especial. Pertenecen a este grupo: Edificaciones en donde se puedan reunir más de doscientas personas en un mismo salón.

Grupo I: Estructuras de ocupación normal, viviendas familiares.

En la Tabla 1 se muestra el coeficiente de importancia según el grupo

Grupo de uso	coeficiente de importancia (I)
IV	1.5
III	1.25
II	1.1
I	1

Tabla 1. Coeficientes de importancia, Fuente: NSR-10.

2.6 Amenaza sísmica

Para determinar el nivel de amenaza sísmica la edificación debe localizarse en una de las tres zonas de amenaza sísmica en las cuales se ha dividido el territorio colombiano (NSR-10, 2010).

Zona de amenaza sísmica baja: es el conjunto de lugares en donde tanto A_a como A_v son inferiores o iguales a 0.10.

Zona de amenaza sísmica media: es el conjunto de lugares en donde A_a o A_v , o ambos, son mayores que 0.10 y ninguno de los dos excede de 0.20.

Zona de amenaza sísmica alta: es el conjunto de lugares en donde A_a o A_v , o ambos, son mayores que 0.20.

Donde:

A_a : Aceleración horizontal pico efectiva.

A_v : Velocidad horizontal pico efectiva.

2.7 Derivas

Se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación (Rochel Award, 2012).

Las derivas de entrepiso, se calculan de la siguiente manera:

$$\text{piso 1: } \delta_1 = \Delta_1$$

$$\text{piso } i: \delta_i = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

Ecuación 1. Calculo de derivas para cada piso. Fuente: Roberto Rochel.

La deriva máxima en cualquier punto del piso i se calcula por medio de la expresión:

$$\delta_{i \max} = \sqrt{\delta_{xi}^2 + \delta_{yi}^2}$$

Ecuación 2. Cálculo de deriva máxima. Fuente: Roberto Rochel.

2.8 Vigas

Las vigas se pre-dimensionan de acuerdo con los criterios especificados en las tablas C.9.5 y C.9.5(a), donde esta primera es de exigencia normativa y la segunda es una sugerencia estructural, en la cual se consideran particiones frágiles y muros divisorios, los cuales son susceptibles a daños por deflexiones excesivas, estas dos tablas permiten dimensionar la altura de las vigas para evitar la verificación posterior de las deflexiones en las losas, nervios en una dirección y vigas (NSR-10, 2010).

Espesores mínimos para vigas reforzadas susceptibles a deflexiones

Altura de la viga (h)

Con la tabla 2 se pueden obtener las alturas o espesores mínimos recomendados para vigas no pre-esforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen deflexiones.

TABLA C.9.5(a)- Altura o espesores mínimos de vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen deflexiones.				
	Espesor mínimo, h			
	simplemente apoyada	con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{L}{20}$	$\frac{L}{24}$	$\frac{L}{28}$	$\frac{L}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{L}{16}$	$\frac{L}{18.5}$	$\frac{L}{21}$	$\frac{L}{8}$

Tabla 2. Tabla C.9.5 - Altura de vigas. Fuente: NSR-10.

Con la tabla 3 se pueden calcular las alturas o espesores mínimos recomendados para vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles susceptibles a dañarse debido a deflexiones grandes a menos que se calculen deflexiones.

TABLA CR.9.5(a)- Altura o espesores mínimos recomendados para vigas no presforzadas o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes, a menos que se calculen las deflexiones.				
	Espesor mínimo, h			
	simplemente apoyada	con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{L}{14}$	$\frac{L}{16}$	$\frac{L}{19}$	$\frac{L}{7}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{L}{11}$	$\frac{L}{12}$	$\frac{L}{14}$	$\frac{L}{5}$

Tabla 3. Tabla CR.9.5A - Altura de vigas para no realizar análisis de deflexiones detallado. Fuente: NSR- 10.

2.9 Cargas

2.9.1 Carga Muerta

De acción gravitatoria se considera los elementos físicos constitutivos de la estructura. Son todas las cargas de los elementos permanentes de construcción (Vasco López, 2003).

2.9.2 Carga Viva

Son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación, las cargas vivas que se utilicen en el diseño de la estructura deben ser las máximas cargas que se espera que ocurran en la edificación debido al uso que esta va a tener. (Vasco López, 2003).

2.10 Ensayo SPT

Se trata de uno de los ensayos más utilizados en el ámbito de la geotecnia por su sencillez, rapidez y economía. El ensayo SPT (Standard Penetración Test) Puede definirse como un

ensayo que contabiliza el número de golpes necesarios para introducir la toma de muestras tubular de acero hueco o con puntaza ciega, mediante una maza de 63,5 kg que cae repetidamente desde una altura de 76,2 cm. Son importantes estas medidas ya que sirven para diferenciarlos de otros ensayos de penetración.

3 Metodología

La realización del diseño del edificio se llevó a cabo en tres etapas descritas a continuación.

2.1 Diseño de los planos arquitectónicos:

Se interpretó la necesidad del cliente, y con base en su funcionamiento, estética y según lo reglamentario, se realizaron los planos arquitectónicos para la correcta construcción del proyecto.

2.2 Estudio de suelos:

Se realizó un análisis de los datos recopilados, la clasificación del suelo, el perfil estratigráfico, características climáticas, morfología del terreno entre otras, para el análisis del tipo de cimentación, basado en el capítulo E de la NSR, se siguen las recomendaciones de la norma.

2.3 Diseño de los planos estructurales:

Basado en la norma NSR-10 se siguieron las recomendaciones de diseño estructural; para realizar el predimensionamiento estructural se asignaron cargas, se analizó el espectro de derivas y de diseño y con ayuda del programa ETABS se dimensionaron con todas las cargas puestas y se verificaron las derivas inelásticas, donde el valor máximo no fuera mayor al 1%, se predimensionó hasta obtener las derivas menores al 1%, al igual con ayuda del programa DC CAD se realizaron los despieces de las vigas, columnas y nervios del diseño verificando la cuantía mínima del acero, recubrimientos, separación de los estribos entre otros cálculos.

4 Resultados y análisis

Para el desarrollo del presente proyecto se planteó diseñar y construir un edificio de cuatro pisos de hormigón armado, mediante el cálculo, análisis y diseño estructural sismorresistente, utilizando los criterios establecidos en la norma NSR-10.

4.1 Arquitectónico:

Se dará inicio al proyecto diseñando el plano arquitectónico según lo deseado por el cliente, teniendo en cuenta la estética y el funcionamiento del proyecto. A continuación, se muestra el diseño en planta con cortes y fachadas en la figura 1, 2 y 3.

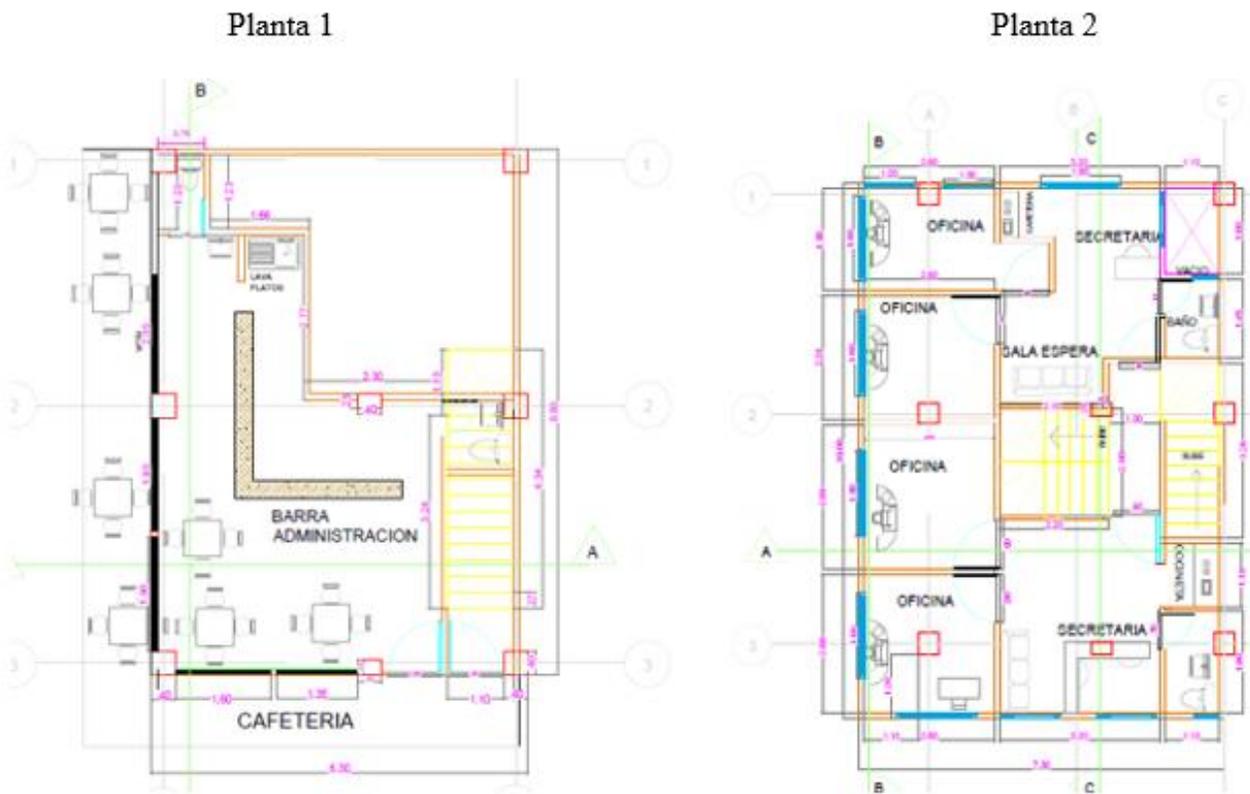


Figura 1. Primer piso planta 1, segundo piso planta 2. Fuente: elaboración propia.



Figura 2. Tercer piso planta 3, cuarto piso planta 4. Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Secciones y fachadas. Fuente: elaboración propia.

4.2 Estudio de suelos.

Con el fin de conocer la litología del suelo presente en la zona, al igual que sus características físico mecánicas y capacidad de soporte, se procedió a la realización del estudio de suelos y recomendaciones de cimentación para la estructura proyectada.

4.2.1 Normas.

El presente estudio se realizó teniendo en cuenta las siguientes normas:

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. 2010.

Ensayos de laboratorio:

En la tabla 4 se encuentra la normatividad utilizada para la elaboración de los ensayos de laboratorio es la contemplada por la Norma Sismo Resistente NSR-10:

- Norma ASTM de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- Normas de ensayo para suelos NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, INCONTEC.

Ensayo	Norma
Análisis granulométrico por tamizado	INVE 123: 2013
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	INVE 122: 2013
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	INVE 125 y 126: 2013
Clasificación de suelos	ASTM D 2487

Tabla 4. Normatividad para ensayos de laboratorio. Fuente: NSR-10.

Siguiendo lo consignado en el capítulo H.3.1.1 de la NSR-10, la categoría de la unidad de construcción es media, puesto que, tendrá 4 niveles como se muestra en la tabla 5:

Tabla H.3.1-1

Categoría de la unidad de Construcción	Según los niveles de Construcción	Según las cargas máximas de Servicio en columnas (KN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 KN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4000 KN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4001 y 8000KN
Especial	Mayor de 20 niveles.	Mayores de 8000 KN

Tabla 5. Clasificación de las unidades de construcción por categoría. Fuente: NSR-10

Para unidades de construcción de categoría media, la NSR-10 en el capítulo H.3.2.3 indica que el número mínimo de sondeos es 4 y la profundidad mínima es 15m como se muestra en la tabla 6.

Tabla H.3.2-1

Categoría baja	Categoría media	Categoría alta	Categoría especial
Profundidad mínima de sondeos: 6m Número mínimo de sondeos:3	Profundidad mínima de sondeos: 15m Número mínimo de sondeos:4	Profundidad mínima de sondeos: 25m Número mínimo de sondeos:4	Profundidad mínima de sondeos: 30m Número mínimo de sondeos:5

Tabla 6. Numero minimo de sondeo y profundidad segun categoria. Fuente:NSR-10.

La norma indica que la mitad de los sondeos deben cumplir con la tabla H.3.2-1, por lo tanto, consideramos dos sondeos de 15 metros y dos sondeos de 6 metros. En la Figura 4 se muestra la localización de los sondeos en la zona del proyecto.

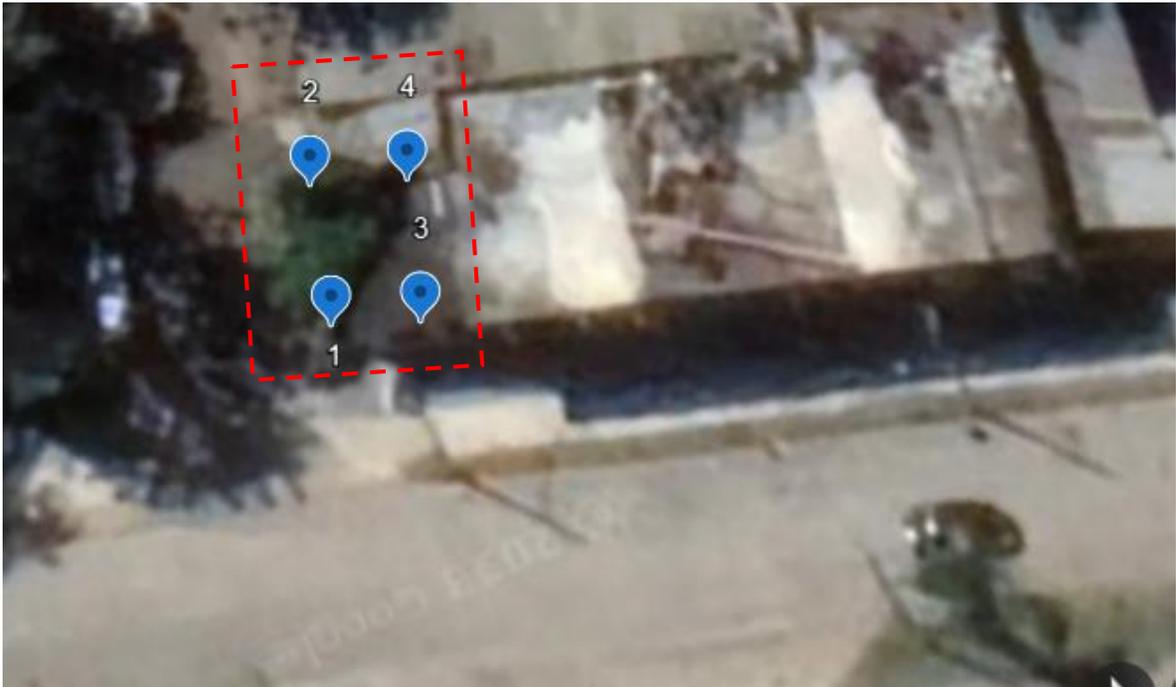


Figura 4. Ubicacion de sondeos en la zona de estudio. Fuente: Google Earth.

4.2.2 Ensayo SPT y correlaciones

Se llevó a cabo la ejecución del trabajo de campo mediante la realización de cuatro perforaciones mecánicas a percusión, las cuales fueron realizadas mediante el ensayo de penetración normal SPT (Norma ASTM D1586 y D420).

En los sondeos, se realizó el ensayo de Penetración Normal – SPT a cada metro, del cual se obtuvieron muestras alteradas cada metro obtenidas por medio de la penetración y avance del tubo estándar, así como el valor “N “; así mismo, se obtuvieron muestras inalteradas, con la penetración de tubos de pared delgada de 2” de diámetro.

El equipo SPT tiene las siguientes características:

N: Número de golpes para hincar 30 cm.

Peso de golpeador: 140 lbs (63.28 kg)

Altura de caída: 30” (75.6 cm)

Diámetro exterior del muestreador: 60.32 mm

Diámetro interior del muestreador: 42.00 mm

Longitud del muestreador: 1000 mm

A partir de las muestras obtenidas en las perforaciones se ejecutaron los siguientes procedimientos en el laboratorio de suelos como muestra la tabla 7:

Ensayo	Norma	Cantidad
Análisis granulométrico por tamizado	INVE 123: 2013	15
Humedad	INVE 122: 2013	15
Límites de Atterberg	INVE 125 y 126: 2013	15
Clasificación de suelos	ASTM D 2487	15

Tabla 7. Ensayos laboratorios de suelos. Fuente: NSR-10.

Después de tener los resultados de laboratorio se procede a realizar unas correlaciones con ayuda del programa NovoSPT donde se obtuvieron unos datos como: la velocidad de onda cortante, modulo elástico, ángulo de fricción entre otros, con estos datos y los resultados de laboratorio se realizó un perfil geotécnico como se muestra en la tabla 8.

Estrato (m)	Clasificación (S.U.C.S.)	N	N60	N1(60)	Es (MPa)	ϕ' (°)	Su (kPa)	Vs (m/s)	γ (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)
1	ML	3	2	3	5.20	10.85	7.97	170.5	18.88	15.78	23.03
2	ML	7	5	8	8.98	24.55	18.59	226.0	18.88	15.78	23.03
3	ML	11	8	10	12.70	26.95	29.22	242.0	18.88	15.78	23.03
4	ML	8	6	6	10.33	25.55	22.50	205.5	18.88	15.78	23.03
5	ML	17	15	14	20.68	30.95	51.79	275.0	17.65	12.69	25.15
6	ML	21	19	17	26.08	33.15	67.02	299.5	17.65	12.69	25.15
7	ML	28	26	24	34.90	34.20	92.00	334.5	17.70	12.98	24.85
8	ML	32	30	27	40.20	34.40	107.19	352	17.70	12.98	24.85
9	ML	45	43	37	56.33	34.50	152.79	399	17.60	13.34	23.21
10	ML	73	71	61	90.70	34.50	250.28	476.5	17.60	13.34	23.21
11	ML	85	83	70	106.00	34.50	293.55	501.5	18.30	13.50	24.81
12	ML	97	95	79	121.30	34.50	336.86	524.5	18.30	13.50	24.81
13	ML	100	98	79	125.50	34.50	348.80	527.5	18.40	14.99	22.59
14	ML	100	99	79	125.93	34.50	350.01	524.5	18.40	14.99	22.59
15	ML	100	99	77	126.30	34.50	350.99	521.5	18.40	14.99	22.59

Tabla 8. Perfil geotecnico. Fuente: elaboración propia.

4.2.3 Análisis de capacidad portante

Pilotes

El cálculo de la capacidad portante de los pilotes se realizó por el método α , este método fue propuesto por O'Neil & Reese (1999).

La resistencia lateral en MPa, para pilotes en suelos cohesivos cargados bajo condiciones de carga sin drenaje, es dada por:

$$q_s = \alpha s_u$$

Ecuación 3. capacidad portante. Fuente: Terzaghi.

en la cual

$$\alpha = 0.55 \text{ para } \frac{s_u}{P_a} \leq 1.5$$

$$\alpha = 0.55 - 0.1\left(\frac{s_u}{P_a} - 1.5\right) \text{ para } 1.5 \leq \frac{s_u}{P_a} \leq 2.5$$

Donde:

s_u = Resistencia al corte sin drenaje (MPa)

α = Factor de adhesión (adimensional)

P_a = Presión atmosférica (0.101 MPa)

La resistencia de punta en MPa, para pilotes cargados axialmente en suelos cohesivos, es dada por:

$$q_p = N_c s_u \leq 4.0$$

Ecuación 4. Capacidad por punta. Fuente: Terzaghi.

En la cual=

$$N_c = 6 \left[1 + 0.2 \left(\frac{Z}{D} \right) \right] \leq 9$$

Donde:

s_u = Resistencia al corte sin drenaje (MPa)

D = Diámetro del eje perforado (mm)

Z = Penetración del eje (mm)

La resistencia lateral en Mpa, para pilotes en suelos no cohesivos cargados bajo condiciones de carga sin drenaje, es dada por:

$$q_s = \beta \sigma_v \leq 0.19 \text{ para } 0.25 \leq \beta \leq 1.2$$

Ecuación 5. Capacidad pilotes suelos no cohesivos. Fuente: Terzaghi.

En el que para suelos arenosos

- Para $N_{60} \geq 15$:

$$\beta = 1.5 - (7.7 \times 10^{-3} \sqrt{Z})$$

- Para $N_{60} < 15$:

$$\beta = \frac{N_{60}}{15} (1.5 - (7.7 \times 10^{-3} \sqrt{Z}))$$

Donde:

σ_v = Tensión vertical efectiva en la capa de suelo a media profundidad (MPa)

β = Coeficiente de transferencia de carga (adimensional)

Z = profundidad bajo tierra, en la capa de suelo a media profundidad (mm)

N_{60} = Promedio SPT conteo de golpes (corrección solo para la eficiencia martillo) en la zona de diseño bajo consideraciones (blows/300mm).

Los valores más altos pueden ser utilizados si son verificados por pruebas de cargas.

Para arenas y gravas donde $N_{60} \geq 15$ debe usarse la ecuación:

$$\beta = 2 - 0.00082(z)^{0.75}$$

La resistencia de punta en Mpa, para pilotes cargados axialmente en suelos no cohesivos, es dada por:

$$q_p = 0.057 N_{60} \text{MPa} \leq 3 \text{MPa} \text{ para } N_{60} \leq 75$$

$$q_p = 4.3 \text{MPa} \text{ para } N_{60} > 75$$

La capacidad de carga para el caso de cargas persistentes o transitorias D+L

$$Q_u = \frac{1}{\text{FS. s1}} q_s A_l + \frac{1}{\text{FS. b1}} q_p A_p$$

Capacidad de carga para el caso de cargas sísmicas D+L+E

$$Q_u = \frac{1}{\text{FS. s2}} q_s A_l + \frac{1}{\text{FS. b2}} q_p A_p$$

Donde $A_l = 2\pi \frac{D}{2} L$ es el área lateral y $A_p = \pi \frac{D^2}{4}$ es el área de la punta del pilote.

Los factores de seguridad a ser considerados son los siguientes:

Por fricción:

FS.s1	1.5	Factor de seguridad, siguiendo la NSR-10 capítulo H.4.7.2, a partir de la tabla H.2.4-1, para el caso de cargas persistentes o transitorias D+L
FS.s2	1.1	Factor de seguridad, siguiendo la NSR-10 capítulo H.4.7.2, a partir de la tabla H.2.4-1, para el caso de cargas sísmicas D+L+E

Tabla 9. Factos de seguridad por friccion. Fuente: NSR-10

Por punta:

FS.b1	3	Factor de seguridad indirecto para la capacidad por punta siguiendo la tabla H.4.7-1 de la NSR-10, para el caso de cargas persistentes o transitorias D+L
FS.b2	1.5	Factor de seguridad indirecto para la capacidad por punta siguiendo la tabla H.4.7-1 de la NSR-10, para el caso de cargas sísmicas D+L+E

Tabla 10. Factor de seguridad por punta. Fuente: NSR-10.

A continuación, se presentan las tablas de diseño para cada estrado, mostrada en el perfil geotécnico.

Usando esta tabla, el ingeniero estructural puede seleccionar el pilote que mejor se ajuste a sus necesidades de capacidad portante.

Capacidad de carga (Tonf) para el caso de cargas persistentes o transitorias D+L						
Longitud del pilote (m)	Diámetro del pilote (m)					
	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
3	1.90	2.65	3.46	4.33	5.26	6.25
4	2.79	3.81	4.87	5.98	7.14	8.34
5	5.89	8.08	10.37	12.79	15.31	17.94
6	9.10	12.42	15.88	19.48	23.23	27.11
7	12.66	17.27	22.07	27.06	32.25	37.64
8	16.18	22.02	28.08	34.37	40.88	47.62
9	19.83	27.08	34.66	42.55	50.76	59.30
10	22.92	31.35	40.17	49.38	58.99	68.99
11	26.65	36.66	47.24	58.37	70.07	82.33
12	27.89	38.31	49.29	60.84	72.95	85.62
13	28.88	39.63	50.94	62.82	75.26	88.26
14	29.64	40.65	52.22	64.35	77.05	90.30
15	30.20	41.39	53.15	65.46	78.35	91.79

Tabla 11. Capacidad portante de pilotes, diferentes diámetros y longitudes. Fuente: elaboración propia.

Al utilizar esta solución de cimentación, puede ser necesario usar pilotes trabajando en grupo según la necesidad de capacidad portante, tal y como se muestra en la figura 5:

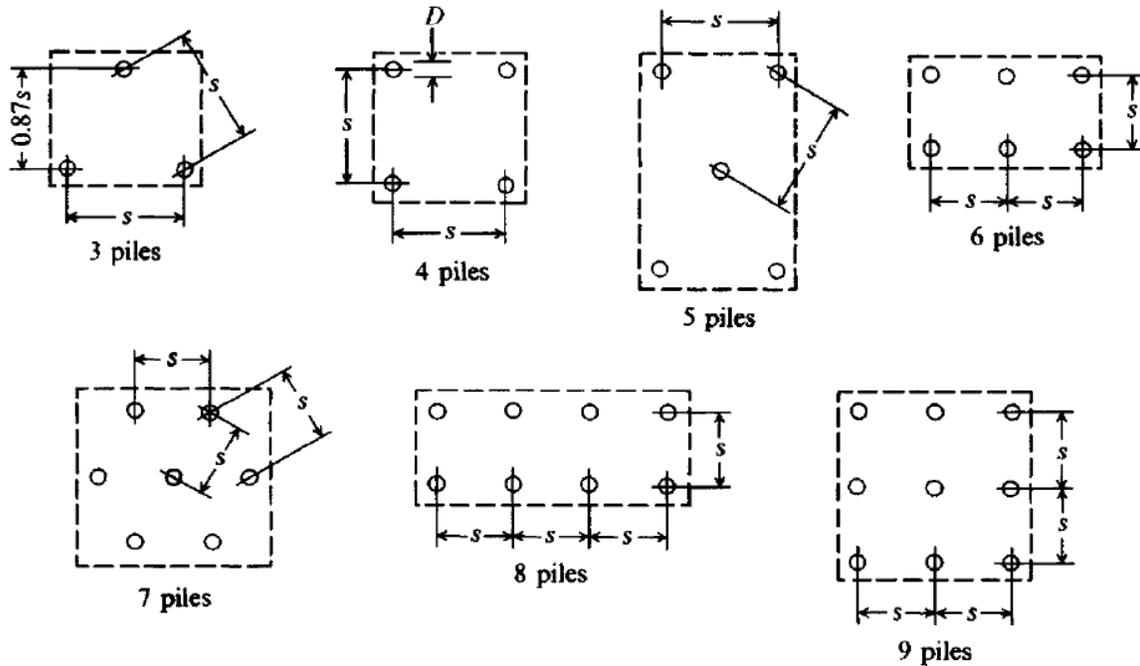


Figura 5. Configuración de grupo de pilotes. Fuente: DAS (2006).

La separación entre pilotes deberá ser de mínimo 2.5 veces el diámetro del pilote.

Para grupo de pilotes sobre suelos no cohesivos, la capacidad de carga del grupo será la sumatoria de las capacidades individuales de todos los pilotes. Ya sea que el cabezal de los pilotes esté o no en contacto con el terreno, la eficiencia del grupo será del 100%.

Si el grupo de pilotes se encuentra sobre suelos cohesivos, si el cabezal se encuentra en contacto firme con el No se requiere ninguna reducción de la eficiencia. Si el cabezal no se encuentra en contacto firme con el terreno, pero el suelo es rígido, tampoco se requiere ninguna reducción de la eficiencia. Sin embargo, si el cabezal no se encuentra en contacto firme con el terreno, y además el suelo en la superficie es blando, la sumatoria de las capacidades individuales de todos los pilotes deberá ser multiplicada por el siguiente factor de eficiencia:

$\eta=0.65$ cuando la separación entre los centros de los pilotes es igual a 2,5 diámetros.

$\eta=1.0$ cuando la separación entre los centros de los pilotes es igual a 6,0 diámetros.

Para separaciones intermedias el valor de h se puede determinar por interpolación lineal.

El asentamiento total de un pilote bajo una carga vertical de trabajo Q_w se determina mediante tres factores Das (2006):

$$S_e = S_{e1} + S_{e2} + S_{e3}$$

Ecuación 6. Asentamiento total del pilote. Fuente: Das (2006).

Donde:

S_e : Asentamiento total del pilote

S_{e1} : Asentamiento elástico del pilote

S_{e2} : Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote

S_{e3} : Asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote

Asentamiento elástico del pilote:

Si el material del pilote se supone elástico, la deformación del fuste del pilote se evalúa usando los principios fundamentales de la mecánica de materiales:

$$S_{e1} = \frac{(Q_p + \xi Q_s)L}{A_p E_p}$$

Ecuación 7. Asentamiento de pilotes suponiendo ser elástico. Fuente: Das (2006).

Donde:

Q_p : Resistencia por punta de un pilote

Q_s : Resistencia a la fricción de un pilote

A_p : Área de la sección transversal del pilote

L : Longitud del pilote

E_p : Módulo de elasticidad del material del pilote

La magnitud de ξ depende de la naturaleza de la distribución de la fricción unitaria (superficial) a lo largo del fuste del pilote. Si la distribución de f es uniforme o parabólica, $\xi=0,5$. Sin embargo, para una distribución triangular de f , la magnitud de ξ es aproximadamente 0.67 (Vesic, 1977).

Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta:

El asentamiento de un pilote causado por la carga tomada en la punta de éste se expresa como (Das, 2006):

$$S_{e2} = \frac{(q_p D)}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

Ecuación 8. Asentamiento por punta. Fuente: Das (2006).

Donde:

D: Diámetro del pilote

q_p : Resistencia unitaria por punta de un pilote = Q_p / A_p

E_s : Módulo de elasticidad del suelo en o debajo de la punta del pilote

μ_s : Relación de Poisson del suelo

I_{wp} : Factor de influencia $\approx 0,85$

Vesic (1977) también propuso un método semiempírico para obtener la magnitud del asentamiento:

$$S_{e2} = \frac{(Q_p C_p)}{D q_p}$$

Ecuación 9. Magnitud de asentamiento. Fuente: Das (2006).

Donde:

Q_p : Resistencia por punta de un pilote

C_p : Coeficiente empírico

D: Diámetro del pilote

q_p : Resistencia unitaria por punta de un pilote = Q_p / A_p

Tipo de suelo	Pilotes hincados	Pilotes preexcavados
Arena (densa a suelta)	0.02-0.04	0.09-0.18
Arcilla (firme a blanda)	0.02-0.03	0.03-0.06
Limo (denso a suelto)	0.03-0.05	0.09-0.12

Tabla 12. Valores de C_v recomendados por Vesic (1977). Fuente: DAS 2006.

El asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote se encuentra dado por la siguiente relación (Das, 2006).

$$S_{e3} = \frac{Q_s D}{pL E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

Ecuación 10. Asentamiento por fuste. Fuente: Das 2006.

Donde:

Q_s: Resistencia a la fricción de un pilote

P: Perímetro del pilote.

L: Longitud empotrada del pilote.

I_{ws}: Factor de influencia

D: Diámetro del pilote

E_s: Módulo de elasticidad del suelo

μ_s: Relación de Poisson del suelo

El factor de influencia I_{ws} posee una relación empírica propuesta por (Vesic, 1977):

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

Ecuación 11. Factor de Influencia, Fuente: Das 2006.

Vesic (1977) también propuso una relación empírica simple similar a la ecuación para obtener Se3:

$$S_{e3} = \frac{Q_s C_s}{L q_p}$$

Ecuación 12. Relación empírica. Fuente: Das 2006.

Donde:

Q_s: Resistencia a la fricción de un pilote

C_s: Constante empírica

$$C_s = \left(0,93 + 0,16 \sqrt{\frac{L}{D}} \right) C_p$$

Ecuación 13. Constancia empírica. Fuente: Das 2006.

A continuación, en la tabla 13 se muestran los asentamientos de pilotes, para diferentes diámetros y longitudes, considerando como carga actuante a la capacidad portante:

	Diámetro del pilote (m)
--	-------------------------

Longitud del pilote (m)	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
3	0.15	0.19	0.24	0.28	0.32	0.36
4	0.14	0.17	0.21	0.24	0.27	0.30
5	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44	0.49
6	0.32	0.36	0.41	0.46	0.51	0.56
7	0.38	0.40	0.44	0.49	0.54	0.59
8	0.50	0.53	0.58	0.64	0.71	0.78
9	0.74	0.79	0.87	0.97	1.07	1.17
10	0.67	0.65	0.67	0.70	0.75	0.80
11	0.82	0.79	0.81	0.85	0.90	0.96
12	0.77	0.69	0.66	0.66	0.67	0.69
13	0.86	0.76	0.73	0.72	0.72	0.74
14	0.94	0.84	0.80	0.79	0.81	0.83
15	1.01	0.89	0.84	0.83	0.84	0.86

Tabla 13. Asentamientos de pilotes (cm). Fuente: elaboración propia.

4.2.4 Diseño sismo-resistente

Para efectos del diseño sísmico de la estructura, ésta debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica, baja, intermedia o alta, y además deben utilizarse los movimientos sísmicos de diseño definidos en el capítulo A de la NSR-10, los cuales se pueden expresar por medio del espectro elástico de diseño definido en A.2.6, o por medio de familias de acelerogramas que cumplan los requisitos de A.2.7.

El presente proyecto se localiza en zona de amenaza sísmica alta, para la cual se tienen el coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva A_a , y el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva A_v como se indica en la tabla 14:

Parámetro A_a	0.25
Parámetro A_v	0.25
Nivel de Amenaza Sísmica	Alta

Tabla 14. Propiedades dependientes de la localización, para análisis sísmico. Fuente: NSR-10

Se definen seis tipos de perfil de suelo los cuales se presentan en la tabla A.2.4-1. Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 m superiores del perfil para los perfiles tipo A a E.

Aquellos perfiles que tengan estratos claramente diferenciados deben subdividirse, asignándoles un subíndice i que va desde 1 en la superficie, hasta n en la parte inferior de los 30 m superiores del perfil. Para el perfil tipo F se aplican otros criterios y la respuesta no debe limitarse a los 30 m superiores del perfil en los casos de perfiles con espesor de suelo significativo.

La tabla 15 muestra el tipo de perfil de suelo, tabla A.2.4-1 del título A de la norma NSR-10.

Tipo de suelo	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$\bar{N} \geq 50$ o $\bar{S}_u \geq 100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ Kg/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumpla con cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ o $100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ Kg/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ KPa} (\approx 0.5 \text{ Kg/cm}^2)$
E	Perfil que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	Perfil que contiene un espesor total H , mayor de 3m de arcilla blanda	$IP > 20$ $W \geq 40\%$ $50 \text{ KPa} (\approx 0.5 \text{ Kg/cm}^2) > \bar{S}_u$

Tabla 15. Tipo de perfil de suelo a partir de la velocidad de onda cortante o N60. Fuente: NSR-10.

La resistencia al corte no drenado promedio se obtiene por medio de:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i}$$

Ecuación 14. Resistencia al corte no drenado. Fuente: NSR-10.

Donde:

N_i = Número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i . El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

d_i =espesor del estrato i , localizado dentro de los 30m superiores

En el estudio de suelos realizados se obtuvieron los siguientes resultados como se muestra en la tabla 16 y 17:

Estrato (m)	N60
1	2
2	5
3	8
4	6
5	15
6	19
7	26
8	30
9	43
10	71
11	83
12	95
13	98
14	99
15	99

Tabla 16. Valores de N60 para cálculo del perfil del suelo. Fuente: elaboración propia.

N60 Prom	Tipo de Perfil	Fa	Fv
23.38	D	1.30	1.90

Tabla 17. N60 promedio, tipo de perfil de suelo y coeficientes de amplificación. Fuente: elaboración propia.

4.3 Diseño

Para el desarrollo del proyecto se plantea definir la estructura de un Edificio de hormigón armado de 4 niveles, mediante el cálculo, análisis y diseño estructural sismorresistente, utilizando

los criterios establecidos en la norma colombiana (NSR-10, 2010). Los planos arquitectónicos fueron mencionados en el apartado 4.1 del documento.

4.3.1 Predimensionamiento y Cuantificación

Para realizar el análisis estructural de un proyecto se parte del sistema estructural idealizado, donde se proponen unas dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente las diferentes solicitaciones, que exigen funcionalidad de la estructura, esto debido al peso propio de la misma, de los elementos no estructurales, el peso de sus ocupantes y efectos del medio.

Toda estructura debe diseñarse para que tenga rigidez y sea resistente, con el fin que pueda soportar todas las cargas que pueden ser aplicables según el entorno, como cargas vivas, carga muerta y cargas sísmica.

Dentro del diseño se inicia proponiendo unas dimensiones de columnas de (40x40) cm y unas vigas de (30x35) cm para ser analizado en el programa Etabs.

4.3.2 Tipo de sistema estructural

Según las tablas A.3.2.1, A.3.2, A.3.3 Y A.3.4 de la NSR-10 se reconocen cuatro sistemas estructurales; los cuales se diferencian según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía. El sistema estructural por utilizar es un sistema de pórticos espaciales, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerza horizontales.

4.3.3 Capacidad de disipación de energía requerida

Para el sistema de resistencia sísmica ante cargas horizontales considerado en el diseño, y siguiendo lo estipulado en el título A de la NSR-10, se tiene que se requiere un sistema especial de disipación de energía (DES).

4.3.4 Coeficiente de disipación de energía (R)

Según la tabla A.3.7 NSR-10. El diseño de los elementos estructurales y sus conexiones se realiza cumpliendo los requisitos exigidos para el grado de capacidad de disipación de energía requerido de los materiales. Cuando una estructura es irregular en planta o en altura y tenga ausencia de redundancia, el valor de R debe reducirse multiplicando por el valor de ϕ_a , ϕ_p y ϕ_r , dichos valores se obtienen de la tabla A.3.5 y A.3.6, y del literal A.3.3.8.13, de la NSR-10.

$$R = \phi_a * \phi_p * \phi_r * R_0$$

Irregularidad en planta Φ_p : 1

Irregularidad en altura Φ_a : 1

Ausencia de redundancia Φ_r : 1

Tipo de Estructura: Regular

Coefficiente de capacidad de disipación de energía básico (R₀): 7.0

Coefficiente de capacidad de disipación de energía para el diseño (R): 7

4.3.5 Espectro de aceleración de diseño

La forma del espectro de aceleraciones, S_a expresada como fracción de la gravedad, para un coeficiente del 5% del amortiguamiento crítico, que se debe usar en el presente proyecto se da en la figura A.2.6-1 NSR-10, con sus correspondientes ecuaciones. Para la estructura en cuestión y según los factores anteriormente definidos, el espectro inelástico usado para el diseño y el espectro elástico usado para la verificación de derivas se presenta en la figura 6.

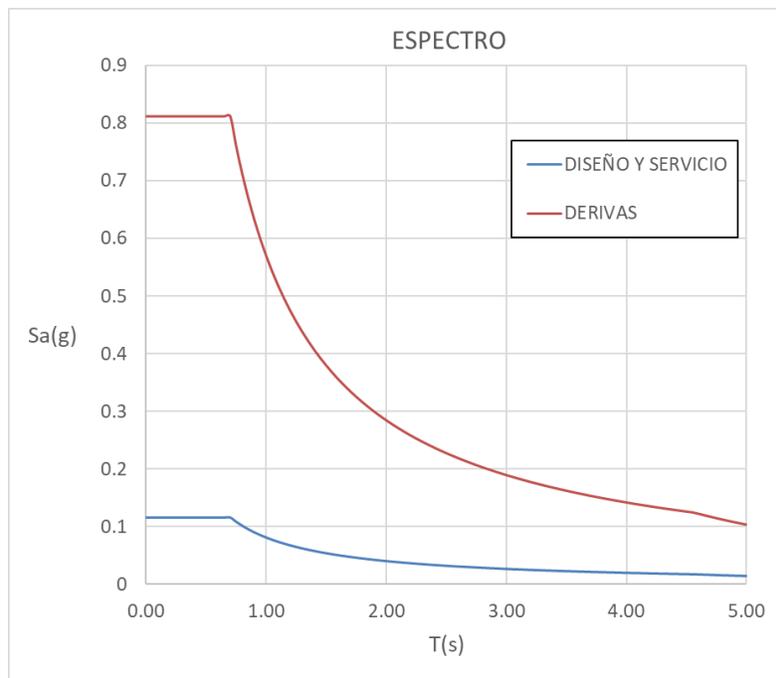


Figura 6. Espectro derivas y espectro de diseño. Fuente: elaboración propia.

4.3.7 Combinaciones de Cargas.

Según el título B de la NSR-10, para el análisis y diseño por el método de resistencia, se deben utilizar como mínimo las siguientes combinaciones de cargas.

D+ F
D+ H + F + L + T
D+ H+ F + (Lr ó G ó Le)
D+ H+ F + 0.75(L + T) + 0.75(Lr ó G ó Le)
D+ H + F + W
D+ H + F + 0.7E
D+ H+ F + 0.75W+ 0.75L + 0.75(Lr ó G ó Le)
D+ H + F + 0.75(0.7E) + 0.75L + 0.75(Lr ó G ó Le)
0.6D+W+ H
0.6D+ 0.7E + H

Según la NSR-10 en el capítulo B.2.4.2, los edificios de un piso como naves industriales o similares, en los cuales no haya irregularidades en planta del tipo 5P, no es necesario considerar los efectos ortogonales. Sin embargo, de forma conservadora, consideraremos dichos efectos en el presente análisis. Consideraremos la concurrencia simultánea del 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y el 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular.

De acuerdo con lo definido en el numeral B.2.3.2.1 de la NSR-10; para evaluar las derivas obtenidas de las deflexiones horizontales causadas por el sismo de diseño, deben utilizarse los requisitos del Capítulo A.6, los cuales exigen que las derivas se verifiquen para las fuerzas sísmicas F_s , sin haber sido divididas por R, empleando 1E en vez de 0.7 en las ecuaciones que incluyen E en B.2.3.

1.4(D+ F)
1.2(D+ F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(Lr ó G ó Le)
1.2D+ 1.6(Lr ó G ó Le) + (L ó 0.8W)
1.2D+ 1.6W+ 1.0L + 0.5(Lr ó G ó Le)
1.2D+ 1.0E + 1.0L
0.9D+ 1.6W+ 1.6H
0.9D+ 1.0E + 1.6H

4.3.7 Cargas mayoradas y de servicio

Las cargas de servicio fueron calculadas según lo expuesto en los capítulos B.3 y B.4 de la NSR-10 en cada nivel de la estructura, en la tabla 18 se muestran las Cargas típica de la estructura edificio:

Cargas en losa		
placa fácil		
Muros divisorios y acabados	3.500	KN/m ²
Placa fácil	1.660	KN/m ²
Total, Muerta	5.160	KN/m ²
Viva	1.800	KN/m ²
Cargas mayoradas	9.072	KN/m ²
Cargas de servicio	6.960	KN/m ²
Factor	1.303	
Cargas en cubierta en techo de teja de fibrocemento		
Teja fibrocemento	0.0114	tonf/m ²
Alistado de cubierta	0.0180	tonf/m ²
Impermeabilización	0.0150	tonf/m ²
Total, muerta	0.0444	tonf/m ²
Viva	0.035	tonf/m ²
Cargas mayoradas	0.11	tonf/m ²
Cargas de servicio	0.08	tonf/m ²
Factor	1.38	

Tabla 18. Cargas típicas del edificio. Fuente: elaboración propia

4.4 Programa de análisis y diseño

Programa ETABS v9

Para la modelación de estructuras se emplea el programa **ETABS V9** donde se ingresaron datos como: geometría, especificaciones de diseño y cargas.

4.4.1 Modelo

En la figura 7 se ilustra el modelo de cómo se diseñó en el programa, la parte estructural, como vigas, columnas y la losa.

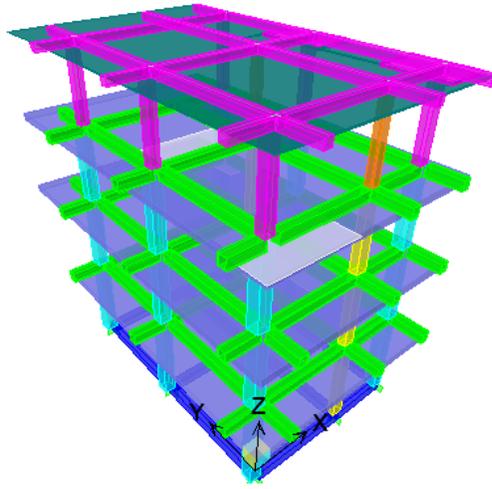


Figura 7. Modelo de estructura de cuatro pisos. Fuente: elaboración propia.

4.4.2 Geometría:

Esta se toma del plano arquitectónico, tomando distancias entre ejes de elementos y alturas, la cual para el proyecto son simétricas y de forma rectangular.

Especificaciones de diseño: Se toman espesores de las vigas según lo especificado en la tabla 3 mencionada anteriormente en el documento, columnas y losas obtenidas en el pre-dimensionamiento previo del proyecto.

La losa y cubierta fueron modeladas como elementos tipo membrana, de tal forma que no acoplen ni aporten rigidez fuera de su plano evaluando explícitamente la rigidez del diafragma en su propio plano. Para la losa, consideramos el siguiente elemento de 21.5 centímetros de espesor, que representa la loseta del sistema, la carga viva a la que está sometido el sistema. Para la cubierta se asignó un espesor equivalente y carga viva al igual que para la losa tanque un espesor de 10cm y una carga muerta.

Los materiales considerados como datos de entrada en el software, son concretos de 21MPa y 28MPa donde se define el módulo de elasticidad del concreto con agregados de origen metamórfico, como se muestra a continuación en la figura 8 y 9 (unidades en tonf y m):

Material Property Data	
Material Name	CONCR21
Display Color	Color
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
Type of Design	Design: Concrete
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.2448
Weight per unit Volume	2.4026
Modulus of Elasticity	2196275.56
Poisson's Ratio	0.2
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	915114.82
Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)	
Specified Conc Comp Strength, f'c	2100.279
Bending Reinf. Yield Stress, fy	42184.18
Shear Reinf. Yield Stress, fys	42184.18
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete Shear Strength Reduc. Factor	

Figura 8. Concreto de 21MPa. Fuente: elaboración propia.

Material Property Data	
Material Name	CONCR28
Display Color	Color
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
Type of Design	Design: Concrete
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.2448
Weight per unit Volume	2.4026
Modulus of Elasticity	2536040.58
Poisson's Ratio	0.2
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	1056683.58
Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)	
Specified Conc Comp Strength, f'c	2812.279
Bending Reinf. Yield Stress, fy	42184.18
Shear Reinf. Yield Stress, fys	42184.18
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete Shear Strength Reduc. Factor	

Figura 9. Concreto de 28 MPa. Fuente: elaboración propia.

4.4.3 Pre-dimensionamiento de elementos estructurales

Los elementos de concreto reforzado sometidos a flexión deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deflexión que pudiese afectar adversamente la resistencia o el funcionamiento de la estructura. Las dimensiones de los elementos mostradas a continuación son el resultado del presente diseño después de realizar las verificaciones tanto de condiciones de resistencia como de condiciones de servicio:

Columnas de 0.40mx0.40m, 0.25mx0.40m & 0.30mx0.30m

Vigas de fundación de 0.3mx0.3m

Vigas aéreas de 0.30mx0.35m

Vigas de coronación de 0.25mx0.25m

A continuación, en las figuras 10 y 11 se ilustra una sección de una viga y una columna de cómo se debe definir dentro del programa ETABS y así mismo se realiza para cada una de las secciones mencionadas anteriormente.

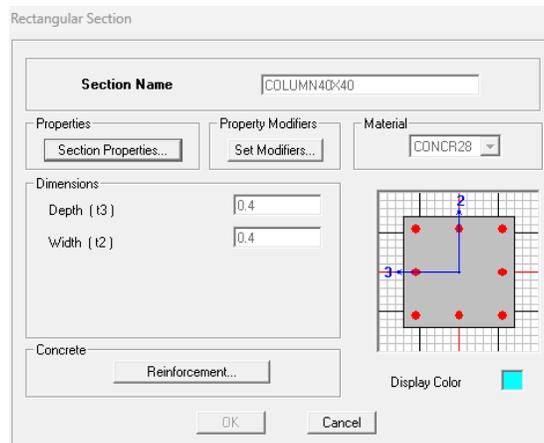


Figura 10. Sección de Columna (40x40)cm. Fuente: elaboración propia.

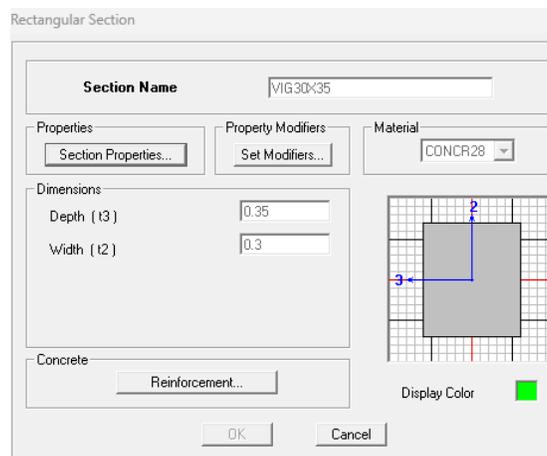


Figura 11. Sección de viga de (30x35)cm. Fuente: elaboración propia.

4.4.4 Cargas

Se ingresan cargas vivas y muertas, cargas de servicio tanto de losas como de cubierta. El método de análisis empleado es el método dinámico espectral, por medio del cual obtenemos las fuerzas producidas por el sismo en cada uno de los niveles de la edificación.

Cargas asignadas al modelo:

En la figura 12 se muestra la carga viva en losas de 0.18t/m^2 asignada en el programa.

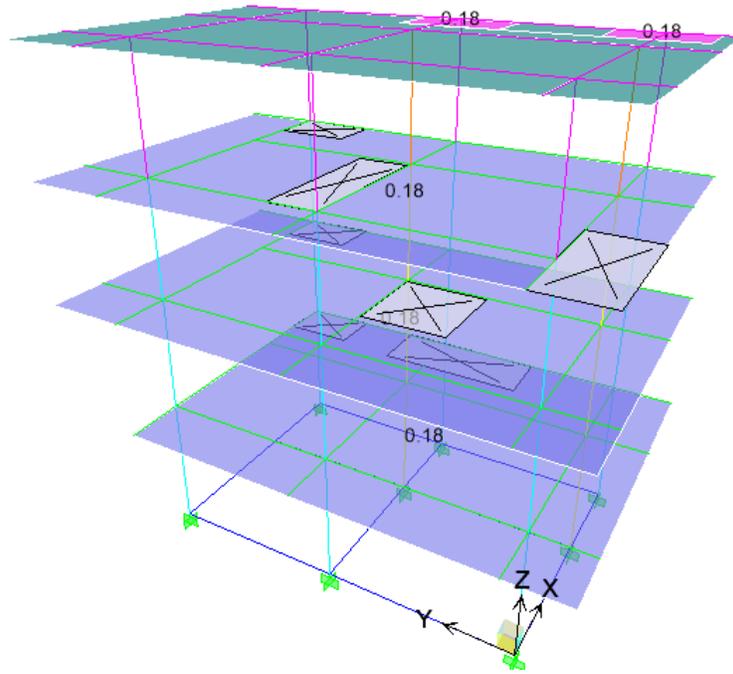


Figura 12. Carga viva asignada a la losa. Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se muestra la carga viva asignada en la cubierta de 0.035 t/m².

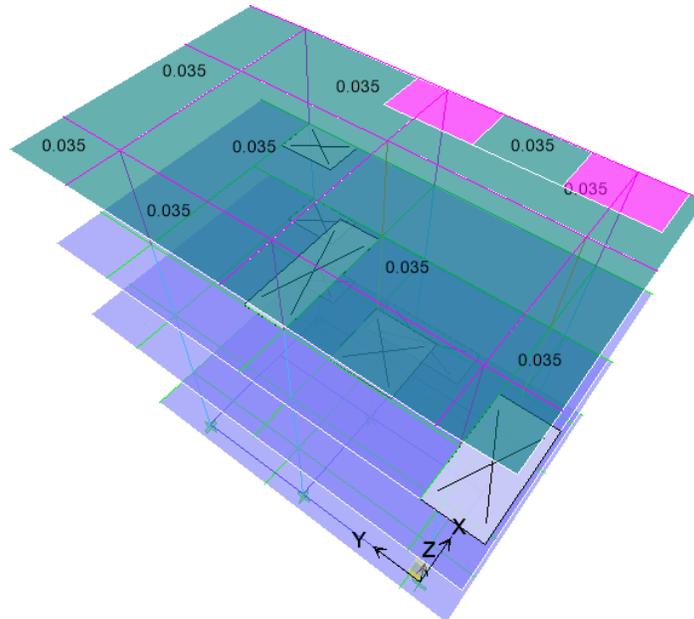


Figura 13. Carga viva asignada a la cubierta. Fuente: elaboración propia.

En las figuras 14 y 15 se ilustra el espectro de derivas asignado y el sismo en X y Y.

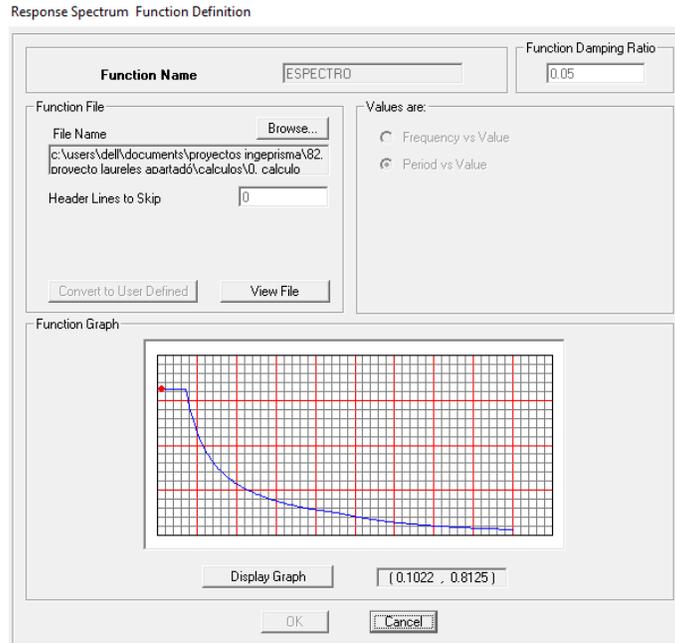


Figura 14. Espectro de derivas. Fuente: elaboración propia.

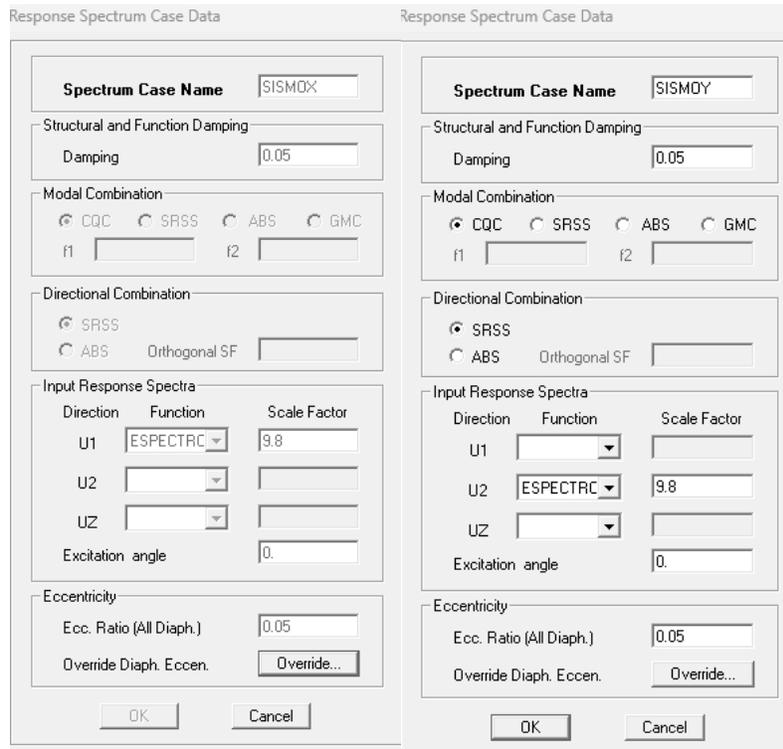


Figura 15. Sismo en X y sismo en Y. Fuente: elaboración propia.

4.4.5 Resultados

Una vez ingresada la información se verifican las derivas de cada nivel y el área de acero obtenida.

4.4.6 Análisis de derivas

Cálculo de derivas

La evaluación de las derivas se realizó según lo estipulado en el numeral A.6.3.1.2 NSR-10; donde se define la deriva máxima en cualquier punto del piso i , como la diferencia entre los desplazamientos totales máximos, de acuerdo con A.6.2.4, del punto en el piso i y los desplazamientos horizontales totales máximos de un punto localizado en el mismo eje vertical en el piso inmediatamente inferior ($i-1$), por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta_{max}^i = \sqrt{\sum_{j=1}^2 (\delta_{tot,j}^i - \delta_{tot,j}^{i-1})^2}$$

Ecuación 15. Derivas maximas. Fuente: NSR- 10

En el numeral A.6.4 de la NSR-10 se estipulan los límites de deriva según la tipología estructural. Para este proyecto en particular se tiene una estructura en concreto reforzado y su correspondiente deriva máxima se define como el 1% ó el 0.010 de la altura de piso correspondiente como se muestra en la tabla 18.

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	DriftX	DriftY
CUBIERTA	Max Drift X	ENVDER	7507	0	10.31	11.25	0.83%	
CUBIERTA	Max Drift Y	ENVDER	7497	-1.35	4.412	11.25		0.57%
LOSA3	Max Drift X	ENVDER	7511	4.647	8.512	8.55	0.96%	
LOSA3	Max Drift Y	ENVDER	7497	-1.35	4.412	8.55		0.82%
LOSA2	Max Drift X	ENVDER	7630	3.55	8.512	5.85	0.99%	
LOSA2	Max Drift Y	ENVDER	7499	-1.35	-1.338	5.85		0.98%
LOSA1	Max Drift X	ENVDER	7630	3.55	8.512	3.15	0.94%	
LOSA1	Max Drift Y	ENVDER	7513	0	8.512	3.15		0.80%

Tabla 19. Derivas del modelo Etabs. Fuente: elaboración propia.

4.4.7 Resultados del análisis estructural

Para el diseño se utilizó el mismo modelo que para el análisis de derivas, con la diferencia que se considera un espectro reducido por el coeficiente de disipación de energía; es decir, el espectro inelástico, en la figura 16 se muestra el espectro de diseño.

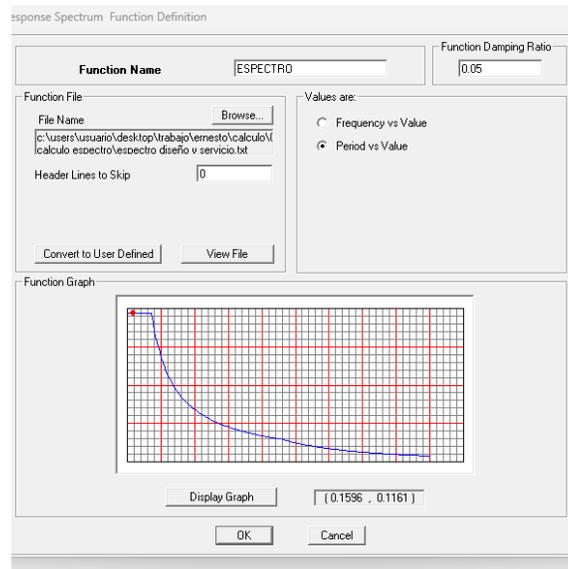


Figura 16. Espectro de diseño. Fuente: elaboración propia.

Se presentan los resultados para la envolvente de las combinaciones de diseño por resistencia última:

Las figuras 15, 16, 17, 18 y 19 ilustran los momentos y cortantes de las diferentes plantas, en tonf-m

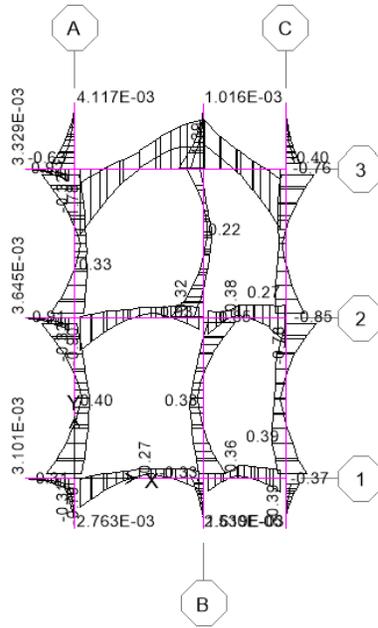


Figura 17. Momentos de cubierta. Fuente: elaboración propia.

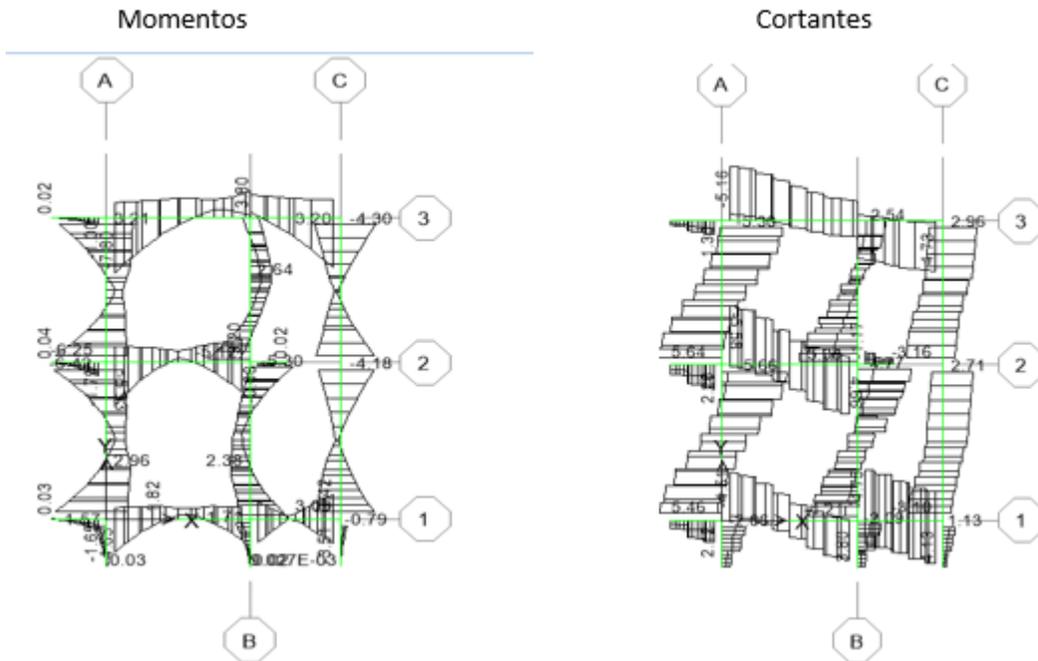


Figura 18. Momentos y cortantes de losa 1. Fuente: elaboración propia.

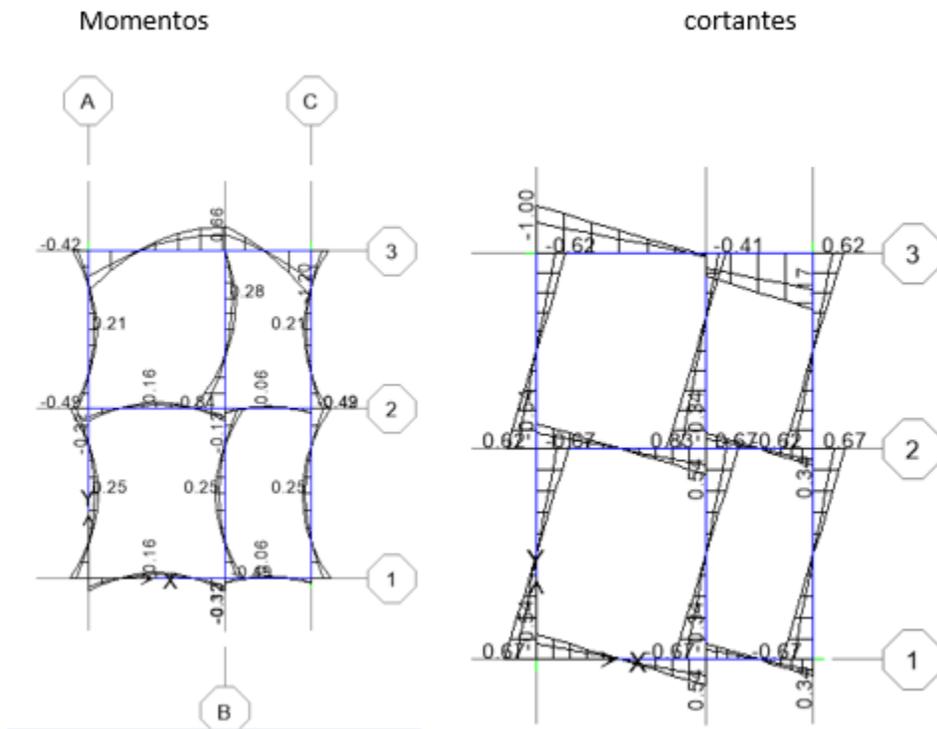


Figura 21. Momentos y cortantes planta de fundación. Fuente: elaboración propia.

A continuación, en las figuras 20, 21 y 22 se ilustran los momentos y cortantes de las columnas en tonf-m

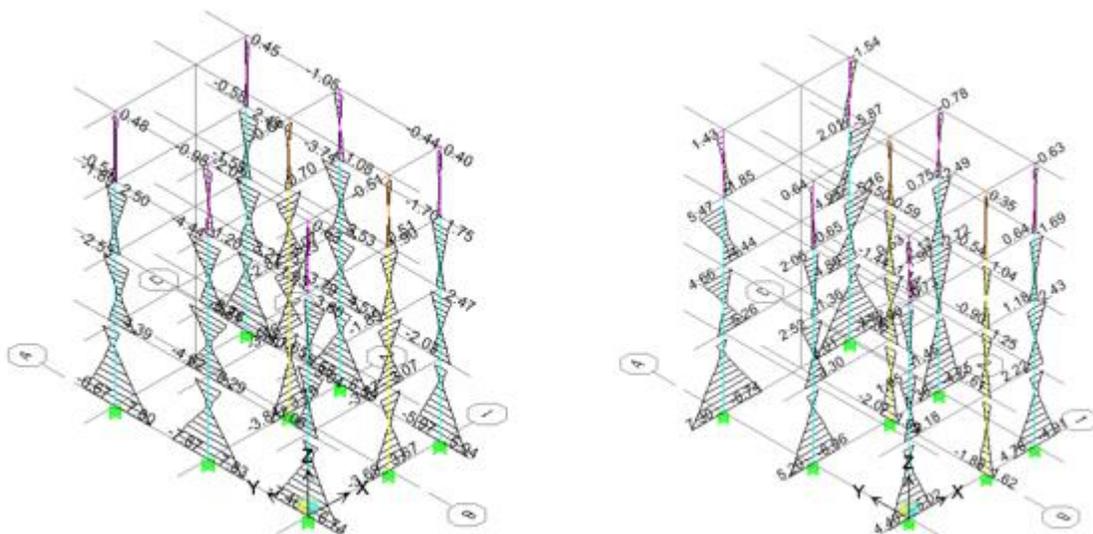


Figura 22. Momentos de las columnas en dirección 1 y dirección 2. Fuente: elaboración propia.

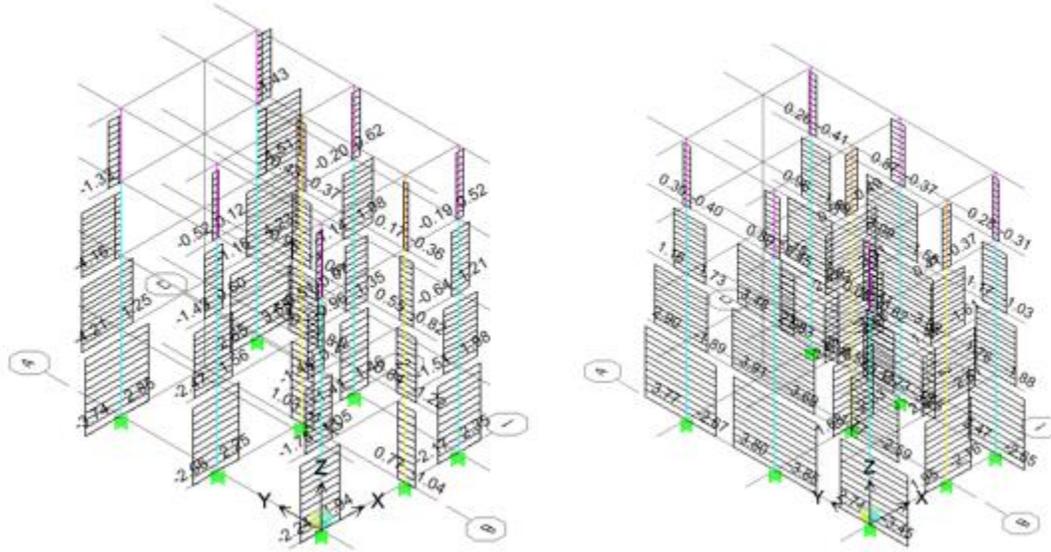


Figura 23. Cortante columna dirección 1 y dirección 2. Fuente: elaboración propia.

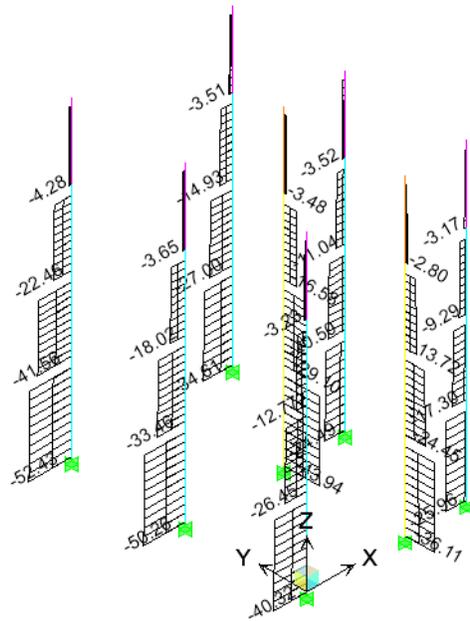


Ilustración 1. Carga axial columnas. Fuente: elaboración propia.

5 Diseño estructural

5.1 Diseño de vigas

Para realizar los despieces de las vigas se realiza con la ayuda del programa DCCAD, se cargan los momentos y cortantes causadas por las cargas asignadas dentro del modelo de ETABS, con este programa se puede calcular el acero para cada viga diseñada a momento y cortante.

Dentro el cálculo de separación de estribos y barras de refuerzo se hace de la siguiente manera:

Separación de estribos.

Zona de confinamiento

$s = h - r$ donde h es la altura de la viga y r es el recubrimiento.

$s = 35\text{cm} - 4 = 31\text{cm}$ dividimos $31\text{cm}/4 = 7.75\text{ cm aproximadamente } 7.5\text{cm}$

Para la zona no confinada simplemente es el doble de la zona confinada

$s = 7.75 * 2 = 15.5\text{cm aproximadamente } 15\text{cm}$

Para saber la longitud de la zona confinada y la cantidad de estribos se realiza así:

$$d = 35\text{cm} - 4\text{cm} = 31\text{cm} \quad d = 31 * 2.5 = 77.5\text{cm}$$

La cantidad de estribos se realiza

$$\# \text{ estribos} = \frac{77.5}{7.5} = 10 \text{ estribos}$$

En el anexo 1, se muestran los cálculos de los despieces de vigas realizados en DCCAD donde se muestra el refuerzo del acero.

5.2 Diseño de columnas

A continuación, se presenta el diseño a flexo compresión mediante el diagrama de interacción, verificando que todas las combinaciones de momento y carga axial queden dentro de la envolvente de capacidad. Se consideró secciones de 30cm x 30cm, 40cm x 40cm, 40cm x 25cm, 25cm x 25cm.

Columna de 30cm x 30cm

En la figura 24 se muestra el diagrama de interacción donde se verifica que los momentos y cargas queden dentro de la envolvente de capacidad, con un refuerzo de 8#4 cuantía (1.15%) en concreto de 28 MPa con agregado metamórfico.

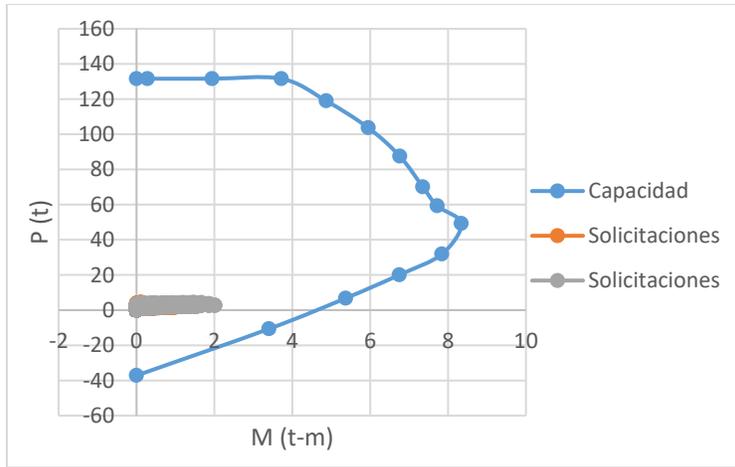


Figura 24. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.

Columna de 25cm x 25cm

En la figura 25 se muestra el diagrama de interacción donde se verifica que los momentos y cargas queden dentro de la envolvente de capacidad, con un refuerzo de 6#4 cuantía (1.24%) en concreto de 21 MPa con agregado metamórfico.

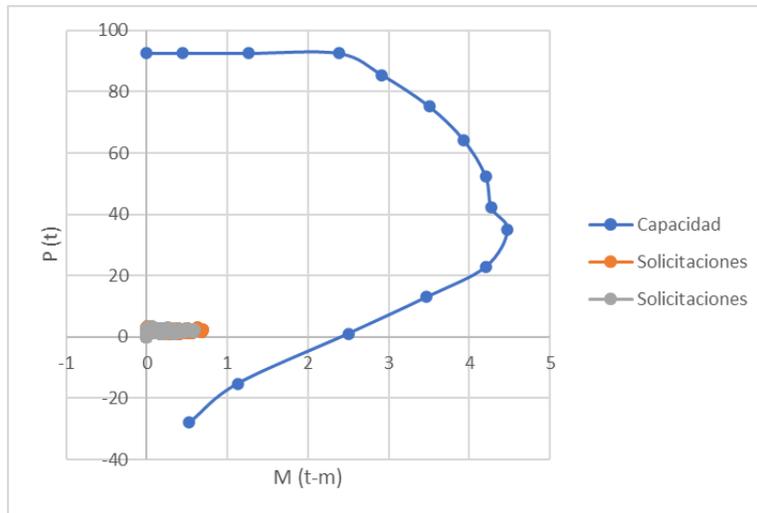


Figura 25. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.

Columna de 40cm x 25cm

En la figura 26 se muestra el diagrama de interacción donde se verifica que los momentos y cargas queden dentro de la envolvente de capacidad, con un refuerzo de 8#4 cuantía (1.03%) en concreto de 28 MPa con agregado metamórfico.

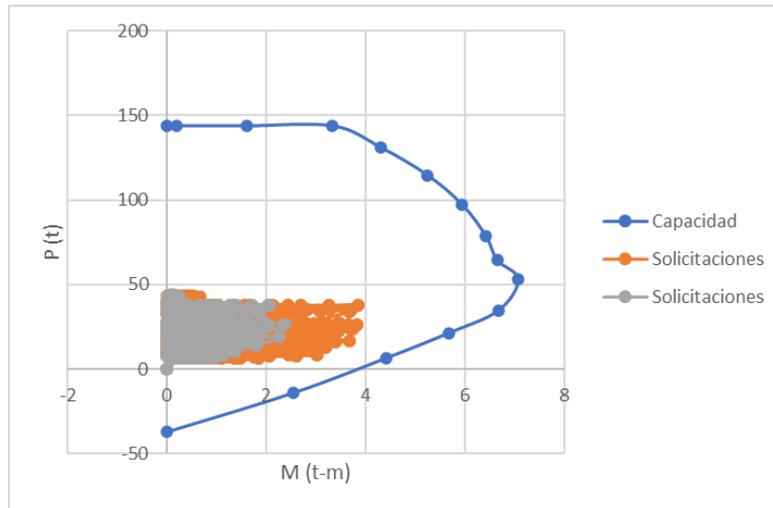


Figura 26. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.

Columna de 40cm x 40cm

En la figura 27 se muestra el diagrama de interacción donde se verifica que los momentos y cargas queden dentro de la envolvente de capacidad, con un refuerzo de 8#5 cuantía (1%) en concreto de 28 MPa con agregado metamórfico.

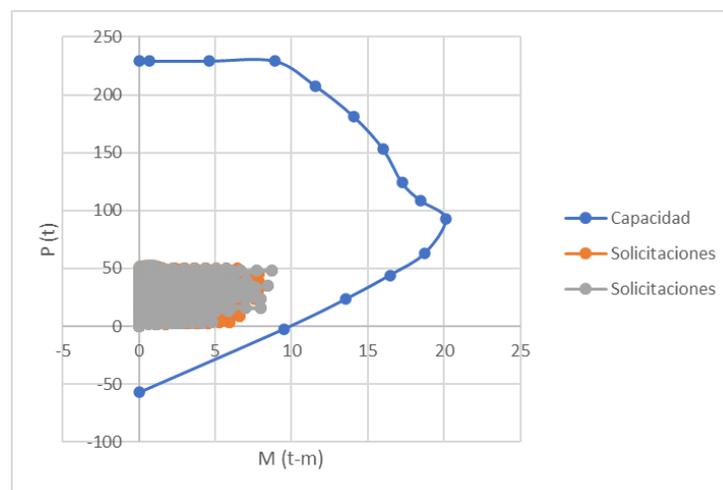


Figura 27. Diagrama de interacción. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el cálculo de la capacidad a cortante:

El cortante nominal usado para el diseño a cortante fue el máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño que incluyen E, considerando E como el doble del prescrito por el título A, tal y como lo indica la NSR-10 en C.21.3.3.

Los cálculos realizados con ayuda de Mathcad son para las columnas de 40x40 cm, el cual se repite de la misma forma para las columnas de dimensiones 25x25 cm, 30x30 cm tomando en cuenta los cortantes para cada columna, modificando los parámetros resaltados según corresponda.

$$h := 0.40\text{m} \quad b := 0.40\text{m} \quad r := 4\text{cr} \quad f_c := 28\text{MPa} \quad f_y := 420\text{MPa}$$

$$d := h - r = 0.36\text{m}$$

$$\phi := 0.75$$

$$\phi_{\text{estribos}} := \frac{3}{8}\text{in}$$

$$n_{\text{ramas}} := 3$$

$$A_v := n_{\text{ramas}} \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{\text{estribos}}^2}{4} = 2.14 \cdot \text{cm}^2$$

$$S := 15\text{cr}$$

Ignoramos el aporte del concreto

Cortante que soporta.

$$V_{\text{nom}} := \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = 16.48\text{tonnef}$$

cortante máximo tomado del programa Etabs.

$$V_u := 4.5\text{ ltonnef} \quad \text{Cumple.}$$

Cálculo de separación de estribo según norma.

Refuerzo a cortante de columnas DES

$$\phi L = \frac{5}{8}\text{in} \quad \text{Diámetro del refuerzo longitudinal}$$

$$\phi T = \frac{3}{8}\text{in} \quad \text{Diámetro del refuerzo transversal}$$

$$b = 0.40m$$

Ancho de la sección transversal de la columna

$$L = 0.40m$$

Largo de la sección transversal de la columna

$$H = 2.40m$$

Luz libre de la columna

Espaciamiento en la zona confinada

$$S_o := \min\left(\frac{1}{4} \cdot \min(b, L), 6 \cdot \phi_L, 150\text{mm}\right) = 95.25\text{mm}$$

El primer estribo de confinamiento debe estar situado a una distancia de la cara del nudo igual a:

$$\frac{S_o}{2} = 0.048m$$

Longitud de la zona confinada a partir de la cara del nudo

$$l_o := \max\left(\max(b, L), \frac{1}{6} \cdot H, 450\text{mm}\right) = 0.45\text{ m}$$

Fuera de la zona de confinamiento de longitud l_o , se debe colocar estribos separados a una distancia de:

$$\left(\min(6 \cdot \phi_L, 150\text{mm})\right) = 95.25 \cdot \text{mm}$$

En el anexo 2 se encontrará los cálculos realizados por el programa SSS_CAD-COLMENA para el diseño de la losa en placa fácil, el cual no hace parte del sistema estructural.

Finalmente, con los cálculos anteriores se procede a realizar los ajustes del diseño estructural en el programa AutoCAD, dibujando detalles de los refuerzos de vigas columnas y pilotes, al igual que se realizan notas con especificaciones y detalles constructivos, que se pueden observar en el anexo 3.

6 Conclusiones

El diseño estructural es una parte fundamental en la construcción de cualquier proyecto, ya que garantiza la seguridad y estabilidad de las estructuras. Durante este trabajo de grados, hemos analizado y estudiado diferentes aspectos del diseño estructural, incluyendo la selección de materiales y su resistencia, cálculos de cargas y dimensionamiento de elementos estructurales.

Los avances tecnológicos han revolucionado la forma en que se realiza el diseño estructural. Los programas de modelado y análisis estructural, como Etabs, han demostrado ser herramientas eficientes y necesarias para mejorar el diseño. Estos programas permiten realizar análisis estáticos y dinámicos, considerando diferentes combinaciones de carga y evaluando la respuesta estructural ante diferentes escenarios, permitiendo cambiar las dimensiones de las secciones de forma rápida hasta cumplir con lo establecido dentro de las normas de diseño de la NSR-10.

La utilización de programas, como Etabs, DCCAD y AutoCAD no solo mejora la eficiencia y precisión del diseño, sino que también agiliza el proceso de cálculo y análisis. Esto permite a los ingenieros y diseñadores dedicar más tiempo a la toma de decisiones estratégicas y a la optimización del diseño, en lugar de realizar cálculos manuales tediosos.

En resumen, el diseño estructural es una disciplina esencial en la construcción de cualquier proyecto. Los programas de diseño y análisis estructurales, como Etabs, ofrecen herramientas avanzadas que mejoran la eficiencia, precisión y cumplimiento de las normas de diseño, como la NSR-10. Estas herramientas tecnológicas permiten a los profesionales tomar decisiones fundamentadas y garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras construidas.

Referencias

- Cerda ortiz, L. J., medrano Alvarez, N. E., & Membreño Pérez, R. C. (2018). *diseño estructural sismo-resistente a base de marcos dúctiles de concreto reforzado aplicado en edificio de baja altura ubicado en la ciudad de managua*. managua.
- Das, B. M. (2006). *fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. Mexico.
- Gonzales de Vallejo, L. (2002). *Ingenieria Geológica*. Madrid: Pearson Educación.
- NSR-10. (2010). Bogota: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.
- Reboredo, A. (2016). *El diseño estructural*. Buenos Aires.
- Rivera Rodriguez, R. (2019). *Diseño arquitectónico la creatividad en la enseñanza*. Revista esencia y espacio.
- Rochel Award, R. (2012). *Análisis y diseño sísmico de edificaciones*. Medellín.: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Vasco López, M. (2003). *Guía para Análisis y Diseño Estructural de Edificios de Hormigòn Armado*. Universidad técnica de Ambato.

Anexos

Anexo 1: Cálculos de vigas en programa DCCAD

V1/LOSA1

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.05		B=0.30 H=0.35 L=2.05	
M=-0.00	M=-1.65	M=-4.63	M=-2.90	M=-3.30	M=-3.49
A=3.07	A=3.07	A=4.17	A=3.07	A=3.07	A=3.10
M=0.03	M=0.33	M=2.32	M=1.74	M=2.23	M=3.40
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.77	v=2.12	v=-4.50	v=3.78	v=-4.73	v=4.11

V2/LOSA1

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.05		B=0.30 H=0.35 L=0.85	
M=-0.00	M=-1.79	M=-5.90	M=-4.11	M=-0.60	M=-0.00
A=3.07	A=3.07	A=5.40	A=3.68	A=3.07	A=3.07
M=0.04	M=0.36	M=2.95	M=3.17	M=0.12	M=0.02
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.87	v=2.26	v=-5.55	v=4.64	v=-1.17	v=-0.54

V3/LOSA1

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=5.51	
M=-0.00	M=-1.00	M=-7.76	M=-6.95
A=3.07	A=3.07	A=7.30	A=6.46
M=0.02	M=0.20	M=3.88	M=3.59
A=3.07	A=3.07	A=3.46	A=3.19
v=0.44	v=1.30	v=-5.15	v=4.72

VA/LOSA1

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.90		B=0.30 H=0.35 L=3.70	
M=-0.00	M=-1.57	M=-6.29	M=-6.38	M=-6.21	M=-5.80
A=3.07	A=3.07	A=5.79	A=5.88	A=5.71	A=5.31
M=0.03	M=0.31	M=3.14	M=3.19	M=3.10	M=3.17
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=-0.72	v=-2.06	v=5.44	v=-5.64	v=5.62	v=-5.28

VB/LOSA1

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=4.20		B=0.30 H=0.35 L=3.80	
M=-0.00	M=-1.71	M=-4.36	M=-5.27	M=-5.11	M=-1.28
A=3.07	A=3.07	A=3.92	A=4.79	A=4.63	A=3.07
M=0.00	M=0.34	M=2.32	M=2.64	M=2.55	M=1.28
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.00	v=-2.09	v=-4.19	v=4.76	v=5.08	v=-2.54

VC/LOSA1

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.90		B=0.30 H=0.35 L=3.70	
M=-0.00	M=-0.79	M=-4.09	M=-4.14	M=-4.09	M=-4.25
A=3.07	A=3.07	A=3.66	A=3.71	A=3.66	A=3.81
M=0.01	M=0.16	M=3.04	M=2.59	M=2.90	M=3.15
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.28	v=1.13	v=-3.08	v=2.69	v=-3.13	v=2.93

V1/LOSA2

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.05		B=0.30 H=0.35 L=2.05	
M=-0.00	M=-1.65	M=-4.41	M=-2.37	M=-2.64	M=-2.73
A=3.07	A=3.07	A=3.96	A=3.07	A=3.07	A=3.07
M=0.03	M=0.33	M=2.20	M=1.73	M=1.86	M=2.56
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.77	v=2.12	v=-4.38	v=3.31	v=-3.93	v=3.54

V2/LOSA2

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.05		B=0.30 H=0.35 L=2.05	
M=-0.00	M=-1.79	M=-5.08	M=-2.96	M=-3.17	M=-3.55
A=3.07	A=3.07	A=4.61	A=3.07	A=3.07	A=3.15
M=0.04	M=0.36	M=2.54	M=2.52	M=2.56	M=3.37
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.87	v=2.25	v=-4.58	v=1.36	v=-4.70	v=4.39

V3/LOSA2

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=5.50	
M=-0.00	M=-1.73	M=-9.81	M=-8.62
A=3.07	A=3.07	A=9.52	A=8.21
M=0.03	M=0.35	M=4.91	M=4.31
A=3.07	A=3.07	A=4.44	A=3.87
v=0.82	v=2.20	v=-7.44	v=7.01

VA/LOSA2

B=0.30 H=0.35 L=1.09		B=0.30 H=0.35 L=3.91		B=0.30 H=0.35 L=3.70		B=0.30 H=0.35 L=1.56	
M=-0.00	M=-1.58	M=-5.52	M=-6.07	M=-4.98	M=-6.30	M=-3.82	M=-0.00
A=3.07	A=3.07	A=5.03	A=5.57	A=4.51	A=5.80	A=3.41	A=3.07
M=0.03	M=0.32	M=2.76	M=3.04	M=2.49	M=3.15	M=0.76	M=0.05
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=-0.72	v=-2.07	v=5.02	v=-5.33	v=4.81	v=-5.45	v=3.55	v=0.97

VB/LOSA2

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=4.20		B=0.30 H=0.35 L=3.80	
M=-0.00	M=-1.70	M=-3.78	M=-5.03	M=-4.80	M=-2.07
A=3.07	A=3.07	A=3.37	A=4.55	A=4.33	A=3.07
M=0.00	M=0.34	M=2.13	M=2.51	M=2.40	M=1.20
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.00	v=-2.08	v=-3.81	v=4.04	v=4.64	v=-2.91

VC/LOSA2

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.90		B=0.30 H=0.35 L=3.70		B=0.30 H=0.35 L=1.56	
M=-0.00	M=-0.80	M=-3.61	M=-4.57	M=-3.32	M=-4.54	M=-2.45	M=-0.00
A=3.07	A=3.07	A=3.21	A=4.11	A=3.07	A=4.08	A=3.07	A=3.07
M=0.01	M=0.16	M=2.54	M=2.28	M=2.65	M=2.27	M=0.49	M=0.03
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.29	v=1.14	v=-3.06	v=3.58	v=-2.88	v=3.05	v=-2.23	v=-0.66

V1/LOSA3

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.05		B=0.30 H=0.35 L=2.05	
M=-0.00	M=-1.01	M=-3.31	M=-1.40	M=-1.59	M=-1.49
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
M=0.02	M=0.20	M=1.65	M=1.49	M=0.79	M=1.45
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.45	v=1.30	v=-3.41	v=2.67	v=-2.77	v=2.23

V2/LOSA3

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.05		B=0.30 H=0.35 L=2.05	
M=-0.00	M=-1.78	M=-3.77	M=-1.35	M=-1.98	M=-2.25
A=3.07	A=3.07	A=3.36	A=3.07	A=3.07	A=3.07
M=0.04	M=0.36	M=1.89	M=1.75	M=1.30	M=2.19
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.87	v=2.24	v=-3.37	v=1.88	v=-3.42	v=3.01

V3/LOSA3

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=5.50	
M=-0.00	M=-1.73	M=-8.30	M=-7.00
A=3.07	A=3.07	A=7.86	A=6.51
M=0.03	M=0.35	M=4.15	M=3.50
A=3.07	A=3.07	A=3.72	A=3.11
v=0.82	v=2.19	v=-7.31	v=6.55

VA/LOSA3

B=0.30 H=0.35 L=3.90		B=0.30 H=0.35 L=3.70		B=0.30 H=0.35 L=1.56	
M=-3.68	M=-4.99	M=-3.82	M=-4.85	M=-3.76	M=-0.00
A=3.28	A=4.52	A=3.41	A=4.38	A=3.35	A=3.07
M=1.84	M=2.49	M=1.91	M=2.42	M=0.75	M=0.05
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=4.28	v=-5.02	v=3.93	v=-4.58	v=3.51	v=0.96

VB/LOSA3

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=4.20		B=0.30 H=0.35 L=3.80	
M=-0.00	M=-1.75	M=-3.04	M=-4.59	M=-4.88	M=-1.63
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=4.13	A=4.41	A=3.07
M=0.03	M=0.35	M=1.52	M=2.30	M=2.44	M=1.22
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=-0.71	v=-2.11	v=-3.85	v=4.88	v=4.66	v=-2.70

VC/LOSA3

B=0.30 H=0.35 L=1.10		B=0.30 H=0.35 L=3.90		B=0.30 H=0.35 L=3.70		B=0.30 H=0.35 L=1.56	
M=-0.00	M=-0.81	M=-2.42	M=-3.54	M=-2.16	M=-3.47	M=-2.41	M=-0.00
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.15	A=3.07	A=3.09	A=3.07	A=3.07
M=0.01	M=0.16	M=1.72	M=1.77	M=1.52	M=1.74	M=0.48	M=0.03
A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07	A=3.07
v=0.28	v=1.14	v=-2.48	v=3.10	v=-2.22	v=2.45	v=-2.21	v=-0.65

VC1/CUBIERTA

B=0.25 H=0.25 L=1.10		B=0.25 H=0.25 L=3.25		B=0.25 H=0.25 L=2.19	
M=-0.00	M=-0.35	M=-0.77	M=-0.25	M=-0.25	M=-0.40
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
M=0.00	M=0.07	M=0.38	M=0.32	M=0.17	M=0.27
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
v=0.08	v=0.48	v=-0.87	v=0.55	v=-0.50	v=0.53

VC2/CUBIERTA

B=0.25 H=0.25 L=1.10		B=0.25 H=0.25 L=3.18		B=0.25 H=0.25 L=2.19	
M=-0.00	M=-0.38	M=-0.89	M=-0.27	M=-0.33	M=-0.52
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
M=0.00	M=0.08	M=0.44	M=0.36	M=0.24	M=0.39
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
v=0.10	v=0.50	v=-0.94	v=0.55	v=-0.60	v=0.63

VC3/CUBIERTA

B=0.25 H=0.25 L=1.15		B=0.25 H=0.25 L=5.61	
M=-0.00	M=-0.37	M=-1.85	M=-1.63
A=1.73	A=1.73	A=2.47	A=2.16
M=0.00	M=0.07	M=0.93	M=0.82
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
v=0.09	v=0.49	v=-1.74	v=1.88

VCA/CUBIERTA

B=0.25 H=0.25 L=1.15		B=0.25 H=0.25 L=4.01		B=0.25 H=0.25 L=3.80		B=0.25 H=0.25 L=1.60	
M=-0.00	M=-0.35	M=-0.76	M=-0.89	M=-0.64	M=-0.90	M=-0.71	M=-0.00
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
M=0.00	M=0.07	M=0.38	M=0.45	M=0.37	M=0.45	M=0.14	M=0.00
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
v=-0.08	v=-0.48	v=0.89	v=-1.00	v=0.78	v=-0.93	v=0.72	v=0.09

VCB/CUBIERTA

B=0.25 H=0.25 L=1.11		B=0.25 H=0.25 L=4.20		B=0.25 H=0.25 L=3.80		B=0.25 H=0.25 L=1.66	
M=-0.00	M=-0.35	M=-0.59	M=-0.91	M=-0.97	M=-0.24	M=-0.19	M=-0.19
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
M=0.00	M=0.07	M=0.43	M=0.45	M=0.49	M=0.24	M=0.19	M=0.19
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
v=-0.07	v=-0.48	v=-0.82	v=1.04	v=0.99	v=-0.37	v=-0.37	v=0.08

VCC/CUBIERTA

B=0.25 H=0.25 L=1.16		B=0.25 H=0.25 L=4.01		B=0.25 H=0.25 L=3.80		B=0.25 H=0.25 L=1.60	
M=-0.00	M=-0.22	M=-0.51	M=-0.80	M=-0.49	M=-0.76	M=-0.43	M=-0.00
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
M=0.00	M=0.04	M=0.35	M=0.40	M=0.28	M=0.38	M=0.09	M=0.00
A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73	A=1.73
v=0.03	v=0.34	v=-0.57	v=0.72	v=-0.56	v=0.69	v=-0.48	v=-0.03

Anexo 2: Diseño de losa en placa fácil documento en PDF.

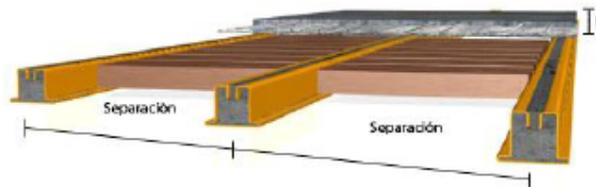
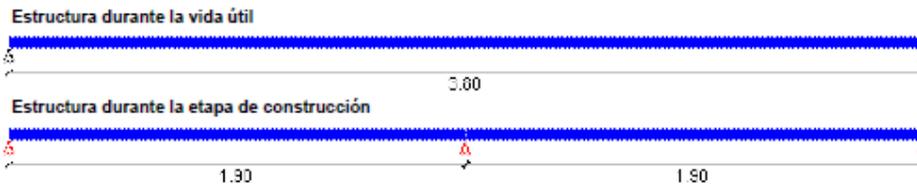


Proyecto: Inicio estudio perfiles COLMENA
 Responsable: Usuario perfiles Colmena

NOTAS: Proyecto calculada con el programa SSS Gal versión COLMENA

Fecha: Dic. 12 2007

SISTEMAS DE ENTREPISO CON PERFILES COLMENA PERFIL ESTRUCTURAL ENTREPISO COLMENA CON BLOQUELON



DATOS BÁSICOS DEL ENTREPISO

PERFIL COLMENA EN ESTUDIO	PEC 130x90 x 1.5 mm
Longitud libre de la viga	3.80 m
Separación centro a centro de perfiles	0.89 m
Altura placa de concreto	35 mm
Resistencia del concreto	21 Mpa
MALLA ELECTROSOLDADA	4.0 mm cada 15 en ambos sentidos
Densidad del concreto	2200 Kg/m ³
Peso del aligerante	53.57 Kg/m ²
Factor de Cargas muertas	1.2
Factor de Cargas vivas	1.6

CARGAS POR METRO CUADRADO

Placa de concreto:	Espesor = 3.5 cm	77.00 kg/m ²
Aligerante (Bloquelón)	Espesor = 8.0 cm	53.57 kg/m ²
Perfil Entrepiso COLMENA	PEC 130x90 x 1.5 mm	5.61 kg/m ²
Muros, acabados ...		200.00 kg/m ²
	Total Carga Muerta	336.18 kg/m ²
	Total Carga Viva	180.00 kg/m ²
TOTAL CARGA ULTIMA	1.20CM +1.60CV	691.42 kg/m²

CAPACIDAD DEL PERFIL COLMENA PEC 130x90 x 1.5 mm

Capacidad a cortante perfil solo	4,431.1 Kg
Capacidad a cortante de la sección compuesta	6,579.7 Kg
Capacidad a Momento perfil solo KL=3.80 m	372.0 Kg-m
Capacidad a Momento sección compuesta	1,293.8 Kg-m



Proyecto: Inicio estudio perfiles COLMENA
 Responsable: Usuario perfiles Colmena

Fecha: Dic. 12 2007

NOTAS: Proyecto calculada con el programa SSS GAD versión COLMENA

SISTEMAS DE ENTREPISO CON PERFILES COLMENA PERFIL ESTRUCTURAL ENTREPISO COLMENA CON BLOQUELON

COMPORTAMIENTO DEL ENTREPISO EN LA FASE CONSTRUCTIVA

** REQUIERE APUNTALAMIENTO TEMPORAL ** Cantidad =		1
Carga adicional al peso propio	267.0 Kg/m	
Longitud entre apoyos temporales	1.90m	
Capacidad flexión positiva KL:1.90m	372.0 Kg-m	
Capacidad flexión negativa KL:1.90m	372.0 Kg-m	
Momento positivo máximo (kg-m)	86.05	< 372.04
Momento negativo máximo (kg-m)	153.66	< 372.04
Deformación cargas totales (mm)	1.4	L total/D=2798< L/90

COMPORTAMIENTO DEL ENTREPISO DURANTE SU VIDA ÚTIL

Capacidad flexión positiva SECCIÓN COMPUESTA:	1,293.8 Kg-m	
Capacidad a cortante positiva SECCIÓN COMPUESTA:	6,579.7 Kg	
Momento positivo máximo (kg-m)	1110.76	< 1293.84
Cortante máximo (kg)	1189.20	< 6579.75
Deformación cargas totales (mm)	13.4	L/D=284< L/270
Deformación sobrecarga (mm)	8.7	L/D=435< L/360

REACCIONES EN KG

APOYO	CARGA MUERTA	CARGA VIVA
1	568.48	304.38
2	568.49	304.38

Anexo 3: Detalles de los refuerzos de vigas columnas y pilotes

Especificaciones de Construcción

- Aspectos Generales:
El constructor y/o la interventoría deberán tener por lo menos una copia de las especificaciones que acompañan este diseño. En la oficina de la obra reposarán durante el tiempo que dure la construcción.
- Materiales:
 - Cemento:
El cemento utilizado en obra debe corresponder a aquel sobre el cual se basa la selección de las dosificaciones del concreto.
 - Agua:
El agua para la mezcla del concreto debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 3318 (ASTM C 94).
 - Aditivos:
Cuando se requiera o permita, los aditivos a ser utilizados en el concreto deberán cumplir con las especificaciones apropiadas a continuación:
 - Aditivos incorporados de aire NTC 3502 (ASTM C 260).
 - Aditivos reductores de agua, retardantes y acelerantes de fraguado NTC 1299, (ASTM C 494), o NTC 4023 (ASTM C 1017).
 - Aditivos puzolánicos NTC 3493 (ASTM C 618).
 Los aditivos utilizados en obra deberán ser de la misma composición que los utilizados en la determinación de las dosificaciones requeridas para el concreto.
 - Agregados:
Los agregados para concreto de peso normal deberán cumplir con la norma NTC 174 (ASTM C 33).
Los agregados finos y gruesos deberán considerarse como materiales separados, cada tamaño de agregado grueso, así como la combinación de tamaños cuando se utilicen dos o más; deberán cumplir con las normas apropiadas, de las normas NTC 6 ASTM que sean aplicables.
 - Concreto:
La resistencia a la compresión específicamente del concreto f'c, para cada porción de la estructura debe ser la que se estipula en las memorias y en los presentes planos. Los requisitos de resistencia deberán basarse en resistencias a la compresión del promedio de dos cilindros normalizados ensayados a los 28 días.
Las dosificaciones para concreto deberán ser por peso. Se prohíben las dosificaciones por volumen.
El concreto deberá dosificarse y producirse para tener un asentamiento de 10 cm o menos; si la compactación se hace por vibrado, y de 13 cm o menos; si la compactación se hace por métodos diferentes al vibrado. Deberá permitirse una tolerancia de hasta 2.5 cm a la máxima indicada para una cualquiera de cinco mezclas consecutivas ensayadas. El asentamiento deberá determinarse de acuerdo con la norma NTC 396 (ASTM C 143).
 - Acero de Refuerzo:
Las barras de refuerzo principal y las de los flejes serán de acero estructural según la designación ASTM A706 y de las dimensiones y formas que se detallan en los planos respectivos.
Todos los amarres, con alambre negro calibre No. 16, dejarán las puntas hacia dentro contemplando el espacio entre barras traslapadas, las que no deben quedar en contacto para que se efectúe apropiadamente la transferencia de esfuerzos.
 - Formaleta:
Las formaletas deben tener la resistencia suficiente para soportar la presión resultante de la colocación y del vibrado del concreto, y deberán tener la rigidez suficiente para mantener las tolerancias especificadas.
El diseño de la formaletería, así como su construcción, deberán ser responsabilidad del constructor. Las formaletas deben diseñarse para las cargas verticales y las presiones laterales. En el diseño deben tomarse en cuenta las cargas de viento, los esfuerzos permitidos y otros requisitos aplicables de la NSR-10. Las formaletas deben ser suficientemente herméticas para prevenir escapes de mortero desde el concreto. Deben proveerse medios adecuados de ajuste (cuñas o presas) para puntales o riorstras. Las formaletas deben arriostarse para prevenir deflexiones laterales.
Antes de colocar ya sea el acero de refuerzo o el concreto, las superficies de las formaletas deben cubrirse con un material protector que prevenga efectivamente la absorción de humedad e impide la unión con el concreto sin dejar manchas en la superficie del mismo. Puede utilizarse un agente removedor aplicado en la formaleta en obra, un sellante, o un forro no absorbente de aplicación industrial.
 - Juntas de Construcción:
Las juntas de construcción deben localizarse cerca del tercio de la luz de las losas. La superficie del concreto en todas las juntas de construcción deben limpiarse completamente y debe removerse toda la lechada y agua estancada antes del vaciado del concreto adyacente.
Cuando se requiera o permita, la adherencia debe obtenerse por medio de alguno de los métodos siguientes:
La utilización de un adhesivo aprobado, la utilización de un retardador químico aprobado, que retarda pero no impide el fraguado de la superficie del mortero. El mortero retardado debe moverse dentro de las 24 horas siguientes a su colocación para producir una superficie de unión de agregados expuestos limpia. Picando la superficie del concreto de una manera aprobada, para exponer uniformemente el agregado y lograr una superficie libre de partículas de agregado sueltas y de concreto deteriorado.

Especificaciones del Concreto

Pilotes: f'c=21 MPa
Vigas cimentación: f'c=28 MPa
Columnas: f'c=28 MPa
Vigas aéreas: f'c=28 MPa
Concreto Pobre: f'c=14.0 MPa

Se deben cumplir los requisitos de calidad, mezclado y colocación estipulados en la NSR-10 en los capítulos C.3 y C.5.
Se alterna fleje a fleje la esquina en la cual se localiza el gancho.
Antes de fundir columnas verificar columnas con niveles con formaletas estructurales.

- Recubrimientos
 - Cimentación
 - Inferior en contacto con el suelo ≥ 75 mm
 - Inferior en contacto con concreto pobre ≥ 50 mm
 - Lateral expuesto con el suelo ≥ 75 mm
 - Elementos Aéreos
 - Columnas ≥ 40 mm
 - Vigas ≥ 40 mm
- Durabilidad
 - Máxima relación A/C 0.45
 - Mínimo contenido de material cementante 250 kg/m³
 - Abertura máxima de fisuras 0.6 mm
 - Tiempo mínimo de curado 15 días
- Vaciado de Concreto
 - El concreto debe depositarse continuamente o en capas de un espesor tal que no quede depositado sobre el concreto que haya endurecido lo suficiente para causar la formación de grietas o de planos de debilidad en la sección. Si una sección no puede colocarse continuamente, debe localizarse juntas de construcción como se muestra en los planos de construcción o como se apruebe. El vaciado debe hacerse a una tasa tal que el concreto que se esté integrando al concreto fresco esté aún plástico. El concreto que se haya endurecido parcialmente o que haya sido contaminado por materiales extraños no debe depositarse en la estructura. Los separadores temporales de las formaletas deben removerse cuando el vaciado del concreto haya alcanzado una elevación tal que haga que su servicio sea innecesario. Estos pueden permanecer embebidos en el concreto únicamente si son de metal o de concreto y si se ha obtenido aprobación previa.
El vaciado del concreto en elementos soportados por elementos de concreto no debe empezar hasta que el concreto vaciado previamente en columnas y muros dejen de ser plástico y hayan permanecido en su sitio por lo menos (2) horas.
El porcentaje de aire incorporado (si se usó) no debe ser menor del 4% ni mayor al 6%.
 - Segregación:
El concreto debe depositarse tan cerca como sea posible a su posición final para evitar la segregación debida al manejo o al flujo. El concreto no debe someterse a ningún procedimiento que cause segregación.
 - Compactación:
Todo concreto debe compactarse con vibrador, pala, rodillo o varilla de manera que sea trabajado intensamente alrededor del refuerzo, alrededor de instalaciones embebidas y en las esquinas de las formaletas, eliminando así las bolsas de aire y de agregado grueso que pueden causar porosidades, hormigueros o planos de debilidad. Los vibradores internos deben ser de dimensiones y potencia máximas posibles de acuerdo con las características de la obra. Estos deben ser operados por personal competente. No debe permitirse la utilización de vibradores para mover el concreto dentro de las formaletas. los vibradores deben introducirse y retirarse en puntos separados aproximadamente 45 cm. La duración de cada aplicación debe ser suficiente para consolidar el concreto pero no suficiente para causar segregación, generalmente entre 5 y 15 segundos. Debe mantenerse en el sitio de trabajo un vibrador de repuesto durante todas las operaciones de vaciado del concreto. Cuando el concreto vaya a tener un acabado burdo, debe crearse una superficie de mortero contra la formaleta por el proceso de vibración, complementado si fuese necesario por el uso de palas para alejar los agregados gruesos de la superficie terminada.
- Curado de Concreto

Inmediatamente después de la colocación, el concreto debe protegerse del secado prematuro, de temperaturas excesivamente alta o bajas, de daño mecánico y debe mantenerse a una temperatura relativamente constante con pérdidas mínimas de humedad, durante el periodo necesario para que ocurra la hidratación del cemento y el endurecimiento del concreto.
Los materiales y métodos deben ser aprobados previamente a su uso.
Debe aplicarse uno de los siguientes procedimientos:

- Las superficies de concreto que no estén en contacto con las formaletas, inmediatamente después de completar el vaciado y el acabado se debe humedecer o rociar continuamente.
- Colocación de telas absorbentes que se mantienen continuamente húmedas.
- Colocación de arena mantenida húmeda constantemente.
- Aplicación de algún cobertor aprobado que retenga la humedad.
- Aplicación de un componente de curado, que cumpla con la "Especificación para Compuestos que Forman Membrana Líquida para el Curado de Concreto" (ASTM C 309). El componente debe aplicarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante inmediatamente después de que cualquier resplandor de agua que pueda desarrollarse después del acabado haya desaparecido de la superficie del concreto. El componente no debe utilizarse en ninguna superficie contra la cual vaya a adherirse concreto adicional u otro material, a menos que se compruebe que el componente de curado no impida la adherencia, o a menos que se tomen medidas adecuadas para removerlo completamente de sitios donde se realicen aplicaciones de adherencia.

Deben minimizar las pérdidas de humedad de superficies de concreto colocadas contra formaletas de madera o formaletas metálicas expuestas al calentamiento del sol, manteniendo las formaletas húmedas hasta que estas puedan removerse sin peligro.
Después de la remoción de las formaletas en concreto debe curarse hasta el final.
El curado debe continuar por lo menos durante 7 días para todo el concreto excepto para concreto de alta resistencia inicial para los cuales el periodo debe ser por lo menos de 3 días. Alternativamente, si se realizan ensayos de cilindros mantenidos al pie de la estructura y curados por los mismos métodos, las medidas de retención de humedad pueden finalizar cuando la resistencia cuando a compresión promedio a compresión haya alcanzado el 70% de la resistencia especificada, f'c. Las medidas de retención de humedad pueden también terminarse cuando la temperatura del concreto se mantiene por lo menos a 10°C, durante el mismo período de tiempo que se mantienen los cilindros curados en el laboratorio para alcanzar el 85% de la resistencia especificada, f'c.

- Reparaciones de Áreas Defectuosas
Todo hormiguero o cualquier otro defecto del concreto debe repararse para obtener un concreto sano. Si es necesario picar, los brotes del hueco deben ser perpendiculares a la superficie o ligeramente inclinados. El área a ser separada y un área circundante a la misma de por lo menos 15 cm de ancho debe humedecerse para prevenir la absorción de agua del mortero de reparación Debe prepararse una lechada de adherencia hasta 1 parte de arena fina que pase el tamiz No. 30, mezclada hasta obtener una consistencia de crema espesa, para luego retocarla correctamente la superficie.
La mezcla de reparación debe hacerse de los mismos materiales y aproximadamente con las mismas proporciones usadas para el concreto, excepto que debe omitirse el agregado grueso y el mortero debe consistir de no más de 1 parte de cemento por 2 partes de arena en volumen húmedo suelto. El cemento blanco debe sustituirse por una parte de cemento Portland gris en el concreto a la vista, con el fin de producir un color que iguale el color del concreto circundante, tal como lo determina una reparación de ensayo. La cantidad de agua de mezcla debe ser mínima. El mortero de la reparación debe mezclarse con anterioridad y debe mantenerse sin adición de más agua, mezclándolo frecuentemente de manera manual hasta que alcance la consistencia más rígida que permite su colocación.
Después que el agua, superficial se haya evaporado de áreas que va ha ser reparada, el mortero de adherencia debe aplicarse correctamente sobre la superficie. Cuando el mortero de adherencia comienza a perder el brillo debido al agua, debe aplicarse el mortero de reparación premezclado. El mortero debe compactarse intensamente en su lugar y debe esparcirse hasta dejar el parche ligeramente mas alto que la superficie circundante. para permitir la retracción inicial, el mortero no debe alterarse durante por lo menos una hora antes de realizar el acabado definitivo. El área reparada debe mantenerse húmeda durante siete días. En muros de concreto a la vista, no debe utilizarse herramientas metálicas en el acabado de las superficies que se reparan.

Especificaciones del Acero

- Acero de Refuerzo:
Mallas electrosoldadas fy=420 MPa
Varillas de Refuerzo fy=420 MPa
- Dimensiones
El fabricante deberá verificar todas las dimensiones antes de elaborar los planos de taller correspondientes.
- Fabricación y Montaje
Para fabricación y montaje de la estructura, se seguirán las especificaciones de construcciones y control de calidad de los materiales, de acuerdo con el reglamento NSR-10.
El contratista de suministro y montaje, verificará dimensiones en obra y presentará para aprobación del calculista, los planos de fabricación y montaje.
Todos lo procedimientos de soldadura deberán ser calificados.
- Limpieza y Pintura
 Toda la estructura deberá tener una limpieza manual con grata para dejar la superficie limpia y libre de polvo, mugre, óxido, humedad y todo material extraño. Será pintada con dos (2) manos de anticorrosivo.

Notas

1. Todas las dimensiones están en metros a menos que se indique lo contrario.
2. Las dimensiones deben ser comprobadas en obra.
3. La localización de los ejes y ubicación del proyecto debe replantearse de acuerdo al plano arquitectónico.
4. El control de calidad de materiales y proceso constructivo de la obra, deben seguir los requerimientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)
5. El diseño estructural se realizó de acuerdo al Reglamento NSR-10.
6. Parámetros de Diseño Sísmico
 - 6.1.1. Zona de Amenaza Sísmica: Alta
 - 6.2. Coeficientes de aceleración y velocidad horizontal pico efectiva: Aa = 0.25, Av = 0.25
 - 6.2. Grupo de Uso: I
 - 6.3. Coeficiente de Importancia: 1
 - 6.4. Sistema Estructural: Pórtico tridimensional de concreto reforzado
 - 6.5. Capacidad de Disipación de energía
7. DES: Ro = 7.0
8. Grado de Desempeño Elementos No-Estructurales: Bajo
9. Carga Viva:
 - 9.1. Cubierta: 3.5 kgf/m²
 - 9.2. Losa: 180 kgf/m
10. Carga muerta:
 - 10.1. Losa: 516 kgf/m
11. Estudio de Suelos:
 - 11.1. Tipo de Suelos: Perfil D
 - 11.2. Coeficientes de Amplificación: Fa = 1.3 - Fv = 1.9
 - 11.3. Tipo de Cimentación: Pilotes de 30cm, a 6m, 8m y 9m de profundidad.
 - 11.4. Los planos de Cimentación deben estar aprobados por el Ingeniero de Suelos.
 - 11.5. Una vez se alcance el nivel de cimentación, el Ingeniero de Suelos responsable del proyecto, o el profesional idóneo que este delegue, debe visitar el sitio de obra para aprobar el suelo de fundación, y verificar que la totalidad de este corresponda a lo encontrado durante los ensayos de perforación.
12. Método de análisis: Dinámico modal espectral
13. Las cantidades, que se presentan en los planos, deben ser revisadas por el constructor antes de realizar cualquier pedido.

NOTAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- 1.No se permite el uso de soldadura en el acero de refuerzo.
- 2.Cualquier plano del proyecto debe leerse conjuntamente con este.
- 3.Todas las medidas en metros, de los contrario se indica.
- 4.No tomar medidas a escala de este plano.
- 5.Cualquier cambio en los presentes diseños debe ser consultado con el ingeniero diseñador estructural.
- 6.La toma de muestras de concretos y aceros se hace con base en los requisitos del titulo C de la NSR-10 o en su defecto el fabricante suministra el certificado de calidad de estos materiales.
- 7.Las medidas asentadas en los presentes planos deben ser verificadas en obra.
- 8.Todos los elementos no estructurales deben ir separados de la estructura de resistencia sísmica para garantizar su estabilidad ante una eventualidad mínima un 0.8% de su altura.
- 9.Todas las estructuras de obra falsa y encofrados para concreto deben ser aprobadas previo al vaciado por el interventor del proyecto.
- 10.El presente diseño se hace con base en los requisitos de la NSR-10 ley 400 de 1997.
- 11.Recubrimientos: Fundaciones 7.5cm, Columnas 4.0cm, Vigas 4.0cm, Nervios y Losetas 4.0cm

GANCHO DE 90 Y TRASLAPLO REFUERZO PRINCIPAL

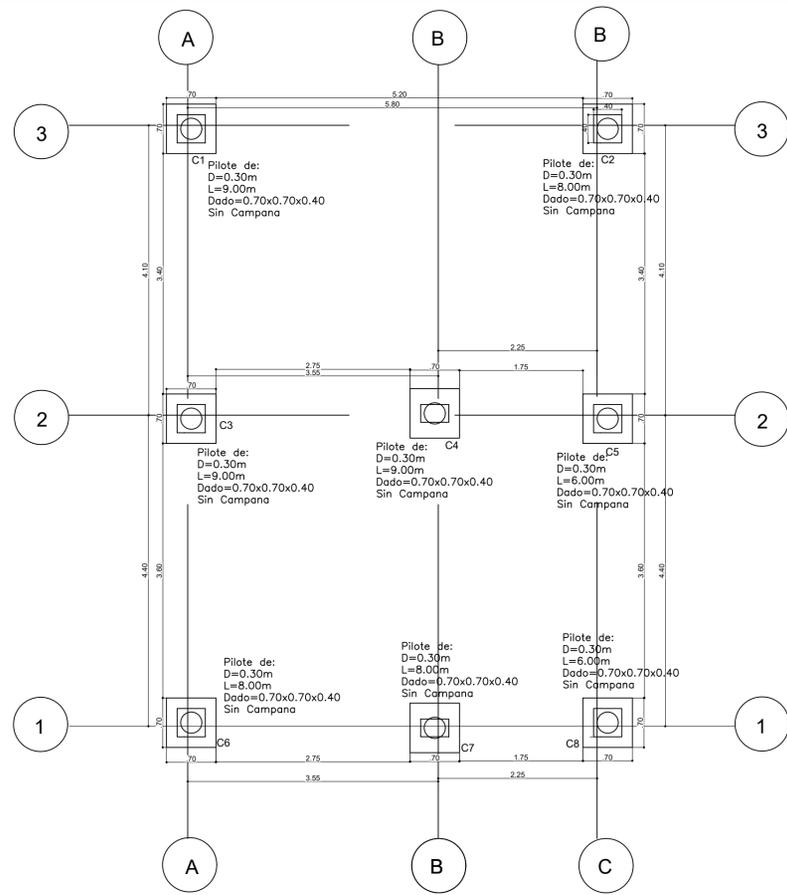
BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)	TRASLAPLO (m)
# 2	0.10	0.02	0.28
# 3	0.15	0.03	0.42
# 4	0.20	0.08	0.56
# 5	0.25	0.10	0.70
# 6	0.30	0.12	0.84
# 7	0.35	0.14	1.22
# 8	0.40	0.16	1.40

GANCHO DE 135° ESTRIBOS

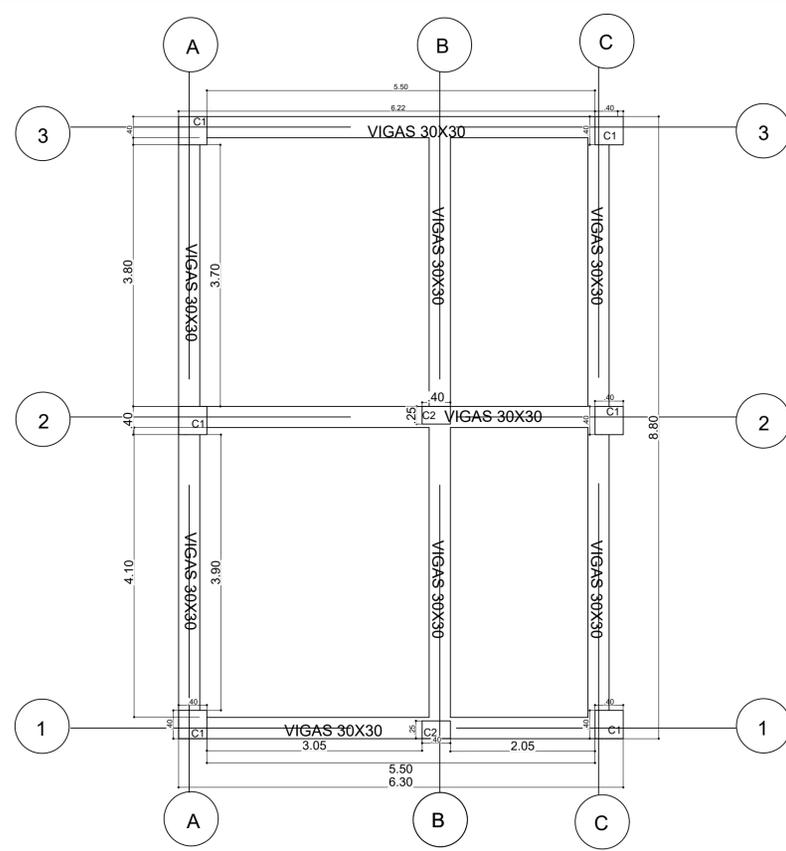
BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)
# 2	0.07	0.03
# 3	0.10	0.04
# 4	0.14	0.06
# 5	0.17	0.07

PLANO No: EST_EDIFICIO MONSALVE		REV: 0
PROYECTO: EDIFICIO MONSALVE		
TITULO: NOTAS		
FECHA: Octubre 2023	ESCALA: INDICADAS	ASPECTO TECNICO INGENIERIA APLICADA
REVISÓ:	CONTRATO No.	DIMENSIONES: METROS
	DISEÑO:	FASE: LEGALIZACIÓN
		REV: HOJA: 1
		0 DE: 6
DIBUJO: Juan Sebastián Monsalve Giraldo		

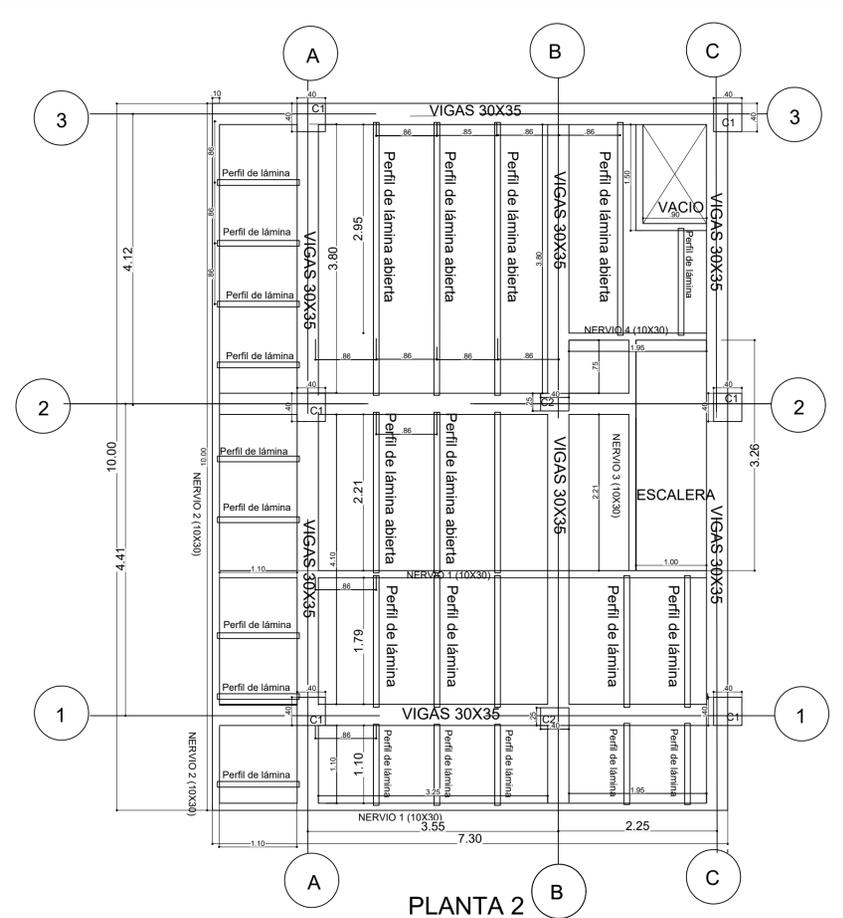




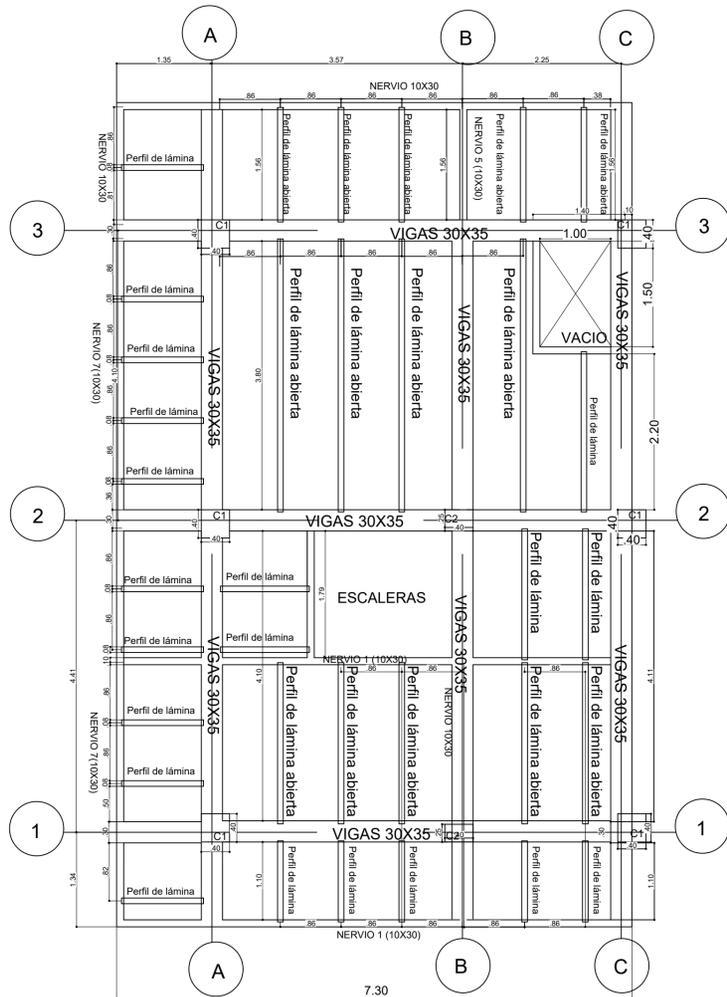
PLANTA PILOTES



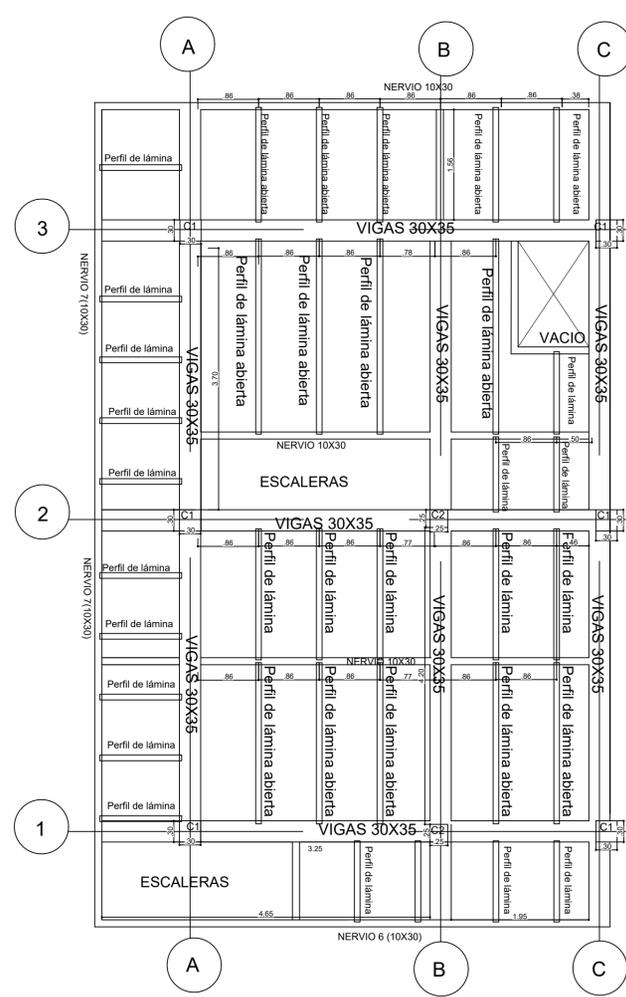
PLANTA 1



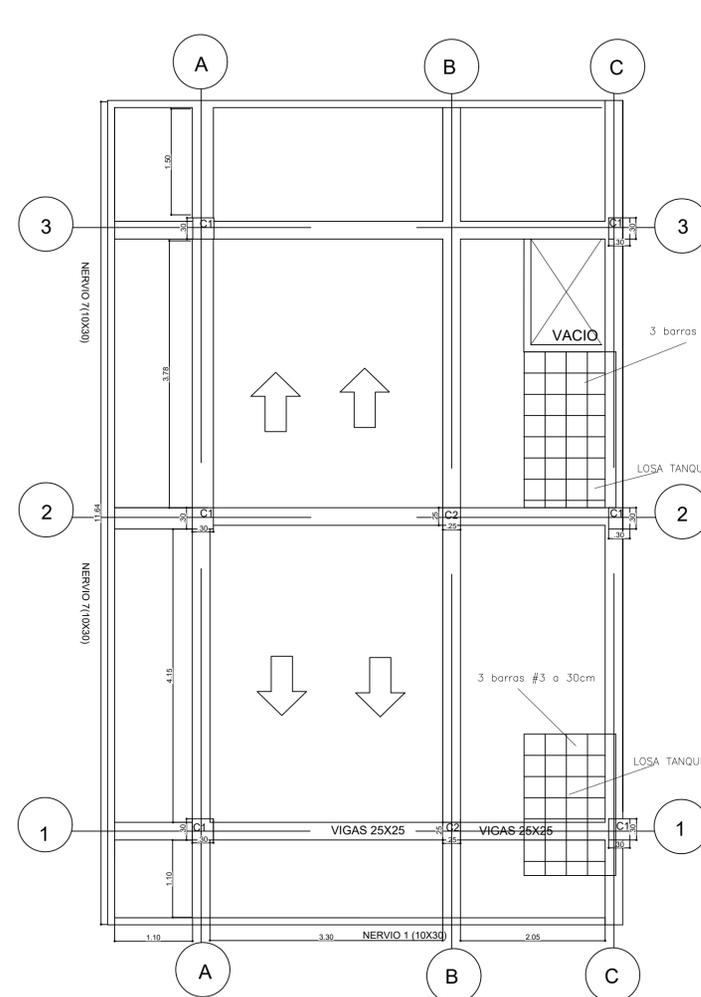
PLANTA 2



PLANTA 3



PLANTA 4



CUBIERTA

GANCHO DE 90 Y TRASLAPO REFUERZO PRINCIPAL

BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)	TRASLAPO (m)
# 2	0.10	0.02	0.28
# 3	0.15	0.03	0.42
# 4	0.20	0.08	0.56
# 5	0.25	0.10	0.70
# 6	0.30	0.12	0.84
# 7	0.35	0.14	1.22
# 8	0.40	0.16	1.40

GANCHO DE 135° ESTRIBOS

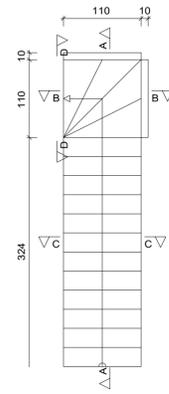
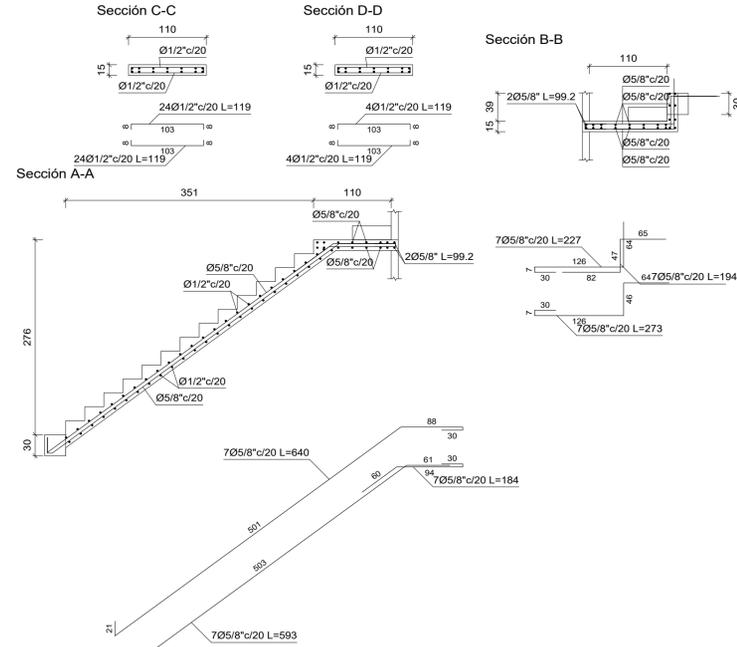
BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)
# 2	0.07	0.03
# 3	0.10	0.04
# 4	0.14	0.06
# 5	0.17	0.07

PLANO No: EST_EDIFICIO MONSALVE		REV: 0
PROYECTO: EDIFICIO MONSALVE		
TITULO: PLANTAS ESTRUCTURALES		
FECHA: Octubre 2023	ESCALA: INDICADAS	ASPECTO TECNICO INGENIERIA APLICADA
REVISO:	CONTRATO No.	DIMENSIONES: METROS
	DISEÑO:	FASE: LEGALIZACION
		REV: HOJA: 2
		DE: 0
DIBUJO: Juan Sebastián Monsalve Giraldo		



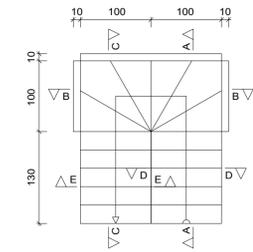
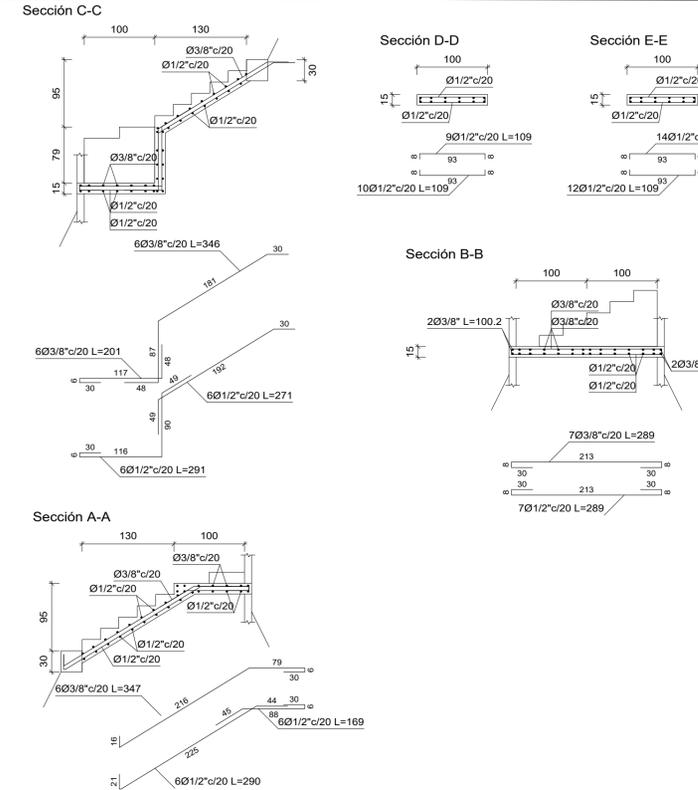
ESCALERA 1

Tramo 1	
Ámbito	1.100 m
Espesor	0.15 m
Huella	0.270 m
Contrahuella	0.197 m
Desnivel que salva	3.15 m
Nº de escalones	16
Planta final	Forjado 1
Planta inicial	Cimentación
Peso propio	0.375 t/m2
Peldañeado (Hormigonado con la losa)	0.199 t/m2
Solado	0.100 t/m2
Barandillas	0.300 t/m
Sobrecarga de uso	0.300 t/m2
Hormigón	f _c =210
Acero	Grado 60 (Latinoamérica)
Rec. geométrico	3.0 cm



ESCALERA 2

Tramo 1	
Ámbito	1.000 m
Espesor	0.15 m
Huella	0.260 m
Contrahuella	0.159 m
Desnivel que salva	2.70 m
Nº de escalones	17
Planta final	Forjado 1
Planta inicial	Cimentación
Peso propio	0.375 t/m2
Peldañeado (Hormigonado con la losa)	0.169 t/m2
Solado	0.100 t/m2
Barandillas	0.300 t/m
Sobrecarga de uso	0.300 t/m2
Hormigón	f _c =210
Acero	Grado 60 (Latinoamérica)
Rec. geométrico	3.0 cm

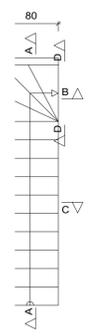
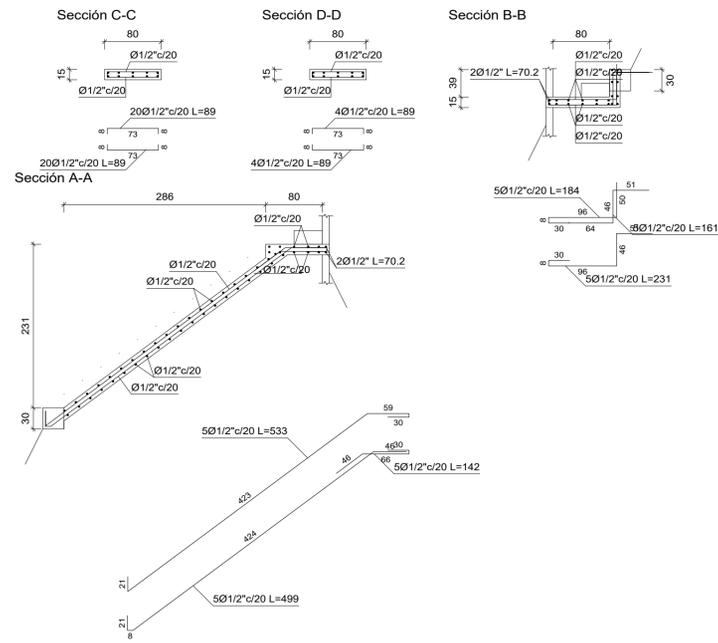


GANCHO DE 135° ESTRIBOS			
BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)	
# 2	0.07	0.03	
# 3	0.10	0.04	
# 4	0.14	0.06	
# 5	0.17	0.07	

GANCHO DE 90 Y TRASLAPO REFUERZO PRINCIPAL			
BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)	TRASLAPO (m)
# 2	0.10	0.02	0.28
# 3	0.15	0.03	0.42
# 4	0.20	0.08	0.56
# 5	0.25	0.10	0.70
# 6	0.30	0.12	0.84
# 7	0.35	0.14	1.22
# 8	0.40	0.16	1.40

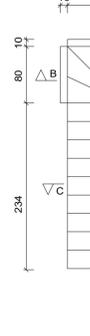
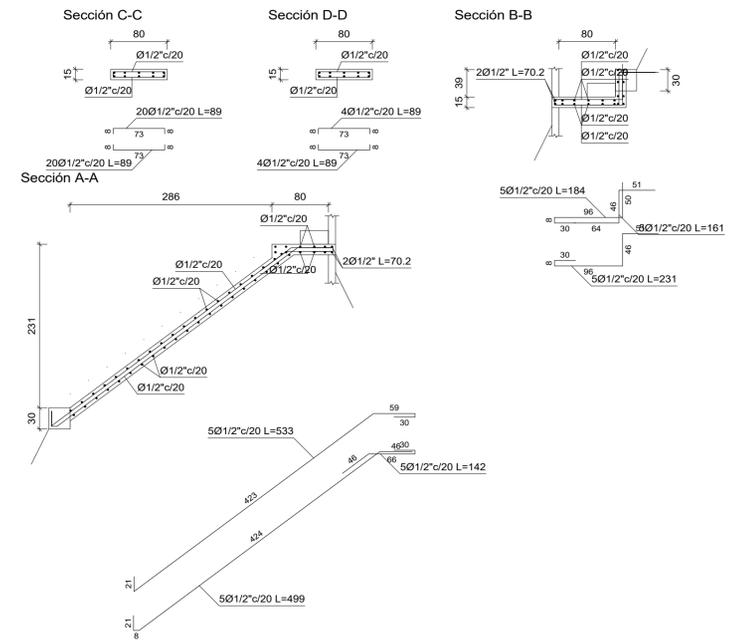
ESCALERA 3

no 1	
Ámbito	0.800 m
Espesor	0.15 m
Huella	0.260 m
Contrahuella	0.193 m
Desnivel que salva	2.70 m
Nº de escalones	14
Planta final	Forjado 1
Planta inicial	Cimentación
Peso propio	0.375 t/m2
Peldañeado	0.124 t/m2
Solado	0.100 t/m2
Barandillas	0.300 t/m
Sobrecarga de uso	0.300 t/m2
Hormigón	f _c =210
Acero	Grado 60 (Latinoamérica)
Rec. geométrico	3.0 cm



ESCALERA 4

Tramo 1	
Ámbito	0.800 m
Espesor	0.15 m
Huella	0.260 m
Contrahuella	0.193 m
Desnivel que salva	2.70 m
Nº de escalones	14
Planta final	Forjado 1
Planta inicial	Cimentación
Peso propio	0.375 t/m2
Peldañeado (Realizado con ladrillo)	0.124 t/m2
Solado	0.100 t/m2
Barandillas	0.300 t/m
Sobrecarga de uso	0.300 t/m2
Hormigón	f _c =210
Acero	Grado 60 (Latinoamérica)
Rec. geométrico	3.0 cm

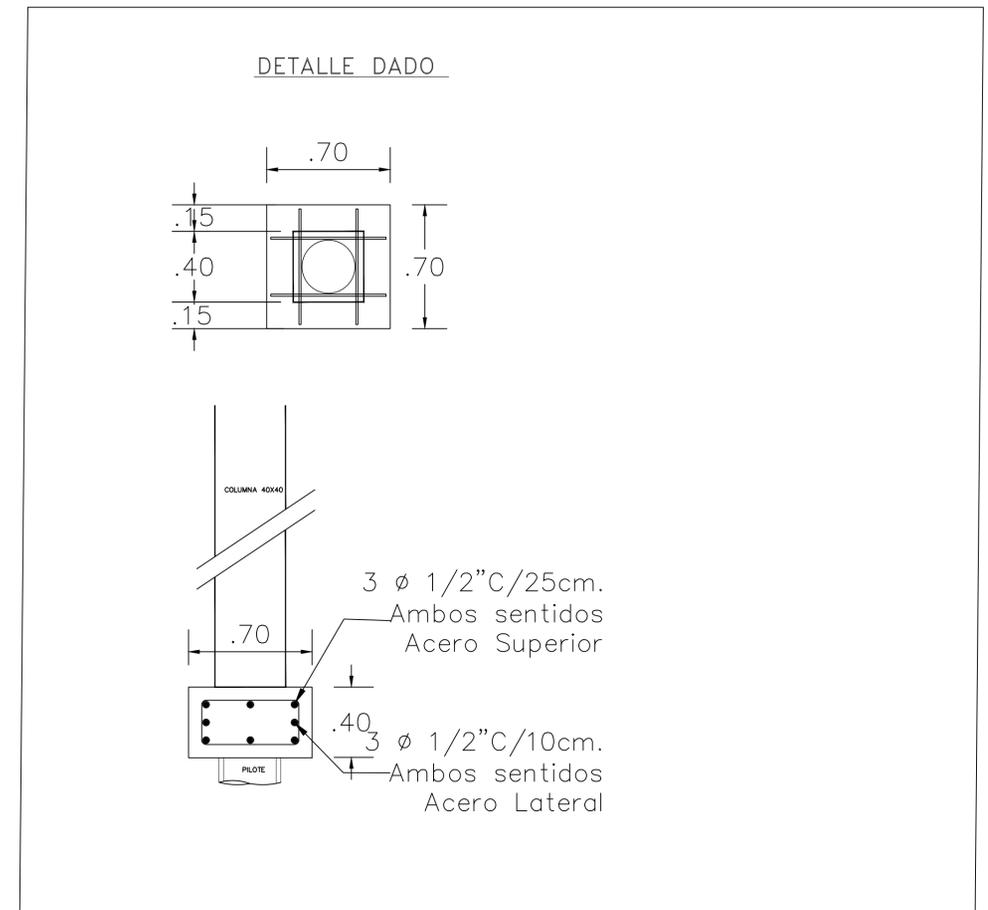
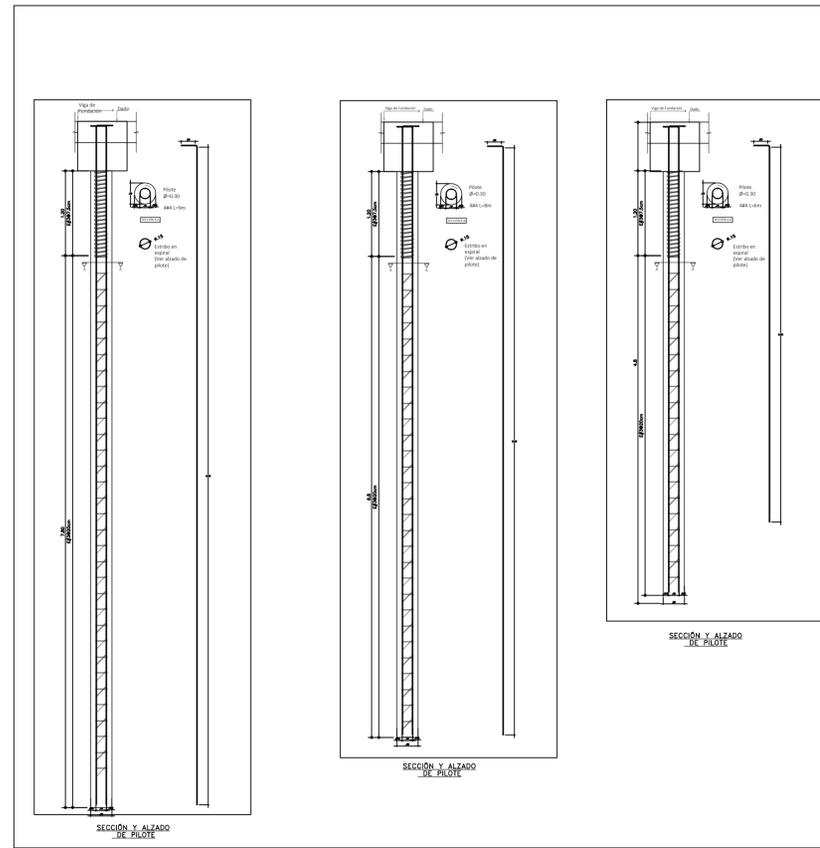
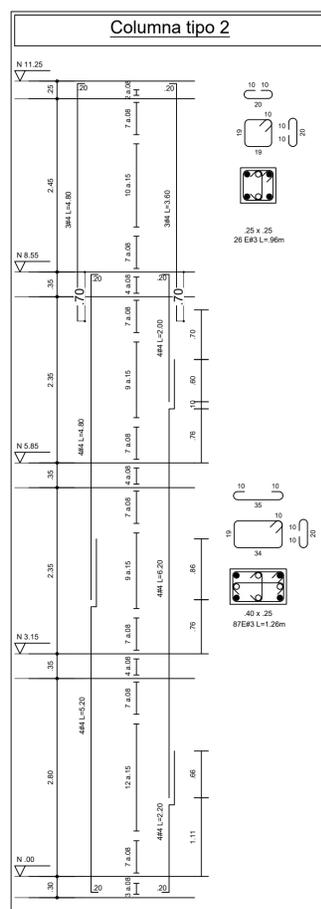
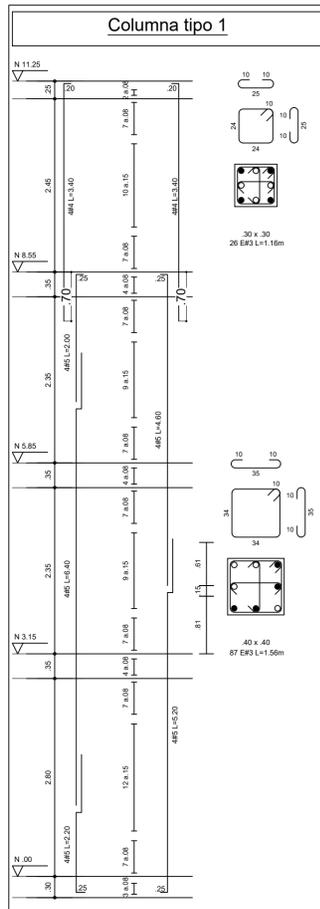


NOTAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- No se permite el uso de soldadura en el acero de refuerzo.
- Cualquier plano del proyecto debe leerse conjuntamente con este.
- Todas las medidas en metros, de lo contrario se indica.
- No tomar medidas a escala de este plano.
- Cualquier cambio en los presentes diseños debe ser consultado con el ingeniero diseñador estructural.
- La toma de muestras de concretos y aceros se hace con base en los requisitos del título C de la NSR-10 o en su defecto el fabricante suministra el certificado de calidad de estos materiales.
- Las medidas asentadas en los presentes planos deben ser verificadas en obra.
- Todos los elementos no estructurales deben ir separados de la estructura de resistencia sísmica para garantizar su estabilidad ante una eventualidad mínima un 0.8% de su altura.
- Todas las estructuras de obra falsa y encofrados para concreto deben ser aprobadas previo al vaciado por el interventor del proyecto.
- El presente diseño se hace con base en los requisitos de la NSR-10 ley 400 de 1997.
- Recubrimientos: Fundaciones 7.5cm, Columnas 4.0cm, Vigas 4.0cm, Nervios y Losetas 4.0cm

PLANO No:	EST_EDIFICIO MONSALVE	REV:	0
PROYECTO:	EDIFICIO MONSALVE		
TITULO:	DESPIECE ESCALERAS		
FECHA:	ESCALA:	ASPECTO TECNICO:	DIMENSIONES:
Octubre 2023	INDICADAS	INGENIERIA APLICADA	METROS
REVISO:	CONTRATO No.	FASE:	LEGALIZACION
			METROS
	DISEÑO:	REV:	HOJA:
		0	4
	DIBUJO:	DE:	e
	Juan Sebastián Monsalve Giraldo		





CONTROL DE CALIDAD

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEBEN REALIZARSE ENSAYOS QUE PUEDAN CERTIFICAR LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS POR MEDIO DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS.

A. CONCRETO

SE DEBE TOMAR PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA LO SIGUIENTE:

- A1. UNA MUESTRA POR CADA TIPO DE CONCRETO.
- A2. UNA MUESTRA POR DÍA.
- A3. UNA MUESTRA POR CADA 40m³ DE CONCRETO VACIADO.
- A4. UNA MUESTRA POR CADA 200m² DE ÁREA DE LOSA VACIADA.
- A5. UNA MUESTRA DE COLUMNAS POR PISO PARA FALLAR A LAS 24 HORAS.
- A6. LA MUESTRA COMPRENDE 4 CILINDROS TOMADOS DE LA MISMA MEZCLA. 2 PARA FALLAR A LOS 7 DÍAS Y 2 PARA FALLAR A LOS 28 DÍAS.

B. REFUERZO

SI EL CONSTRUCTOR LO CONSIDERA NECESARIO, DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS DEL ACERO DE REFUERZO SUMINISTRADAS POR EL FABRICANTE.

- B1. REFUERZO CORRUGADO DEBE CUMPLIR LA NORMA NTC 2289 (ASTM A 706)
- B2. REFUERZO LISO DEBE CUMPLIR LA NORMA NTC 161 (ASTM A 615).
- B3. MALLA ELECTROSOLDADA Y REFUERZO MILIMETRADO DEBEN CUMPLIR LA NORMA NTC 1925 (ASTM A185) Y NTC 2310 (ASTM A497) EN AMBOS CASOS CON LA EXCEPCIÓN DE ACUERDO AL VALOR DE fy.

C. MAMPOSTERIA

LA MAMPOSTERIA DEBE CUMPLIR LOS REQUISITOS DEL CAPITULO D.3

- C1. MORTERO DE PEGA: UN ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION POR CADA 200m² DE MURO O POR CADA DÍA DE PEGA.
- C2. MORTERO DE RELLENO: UN ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR CADA 10m³ DE MORTERO INYECTADO O POR CADA DÍA DE INYECCIÓN.
- C3. UNIDADES DE MAMPOSTERÍA: SE DEBEN REALIZAR ENSAYOS DE ABSORCIÓN INICIAL, ABSORCIÓN TOTAL, ESTABILIDAD DIMENSIONAL Y RESISTENCIA A LA COMPRESION; POR LO MENOS 5 UNIDADES POR LOTE POR LOTE DE PRODUCCIÓN Y NO MENOS DE UNA UNIDAD POR CADA 200m² DE MURO.
- C4. MURETES: TRES MURETES POR CADA 500m² DE MURO O FRACCIÓN.

NOTAS

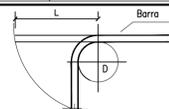
TODAS LAS EDIFICACIONES SE FUNDARAN EN MATERIAL DE REMPLAZO, EL CUAL TENDRA UN ESPESOR VARIABLE DEACUERDO AL NIVEL DE LA COTA MINIMA DE INUNDACION Y EL NIVEL DE DESCAPOTE DEL TERRENO NATURAL.

NOTAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

- 1.No se permite el uso de soldadura en el acero de refuerzo.
- 2.Cualquier plano del proyecto debe leerse conjuntamente con este.
- 3.Todas las medidas en metros, de lo contrario se indica.
- 4.No tomar medidas a escala de este plano.
- 5.Cualquier cambio en los presentes diseños debe ser consultado con el ingeniero diseñador estructural.
- 6.La toma de muestras de concretos y aceros se hace con base en los requisitos del titulo C de la NSR-10 o en su defecto el fabricante suministra el certificado de calidad de estos materiales.
- 7.Las medidas asentadas en los presentes planos deben ser verificadas en obra.
- 8.Todos los elementos no estructurales deben ir separados de la estructura de resistencia sísmica para garantizar su estabilidad ante una eventualidad mínima un 0.8% de su altura.
- 9.Todas las estructuras de obra falsa y encofrados para concreto deben ser aprobadas previo al vaciado por el interventor del proyecto.
- 10.El presente diseño se hace con base en los requisitos de la NSR-10 ley 400 de 1997.
- 11.Recubrimientos: Fundaciones 7.5cm, Columnas 4.0cm, Vigas 4.0cm, Nervios y Losetas 4.0cm

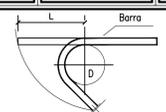
GANCHO DE 90 Y TRASLAPO REFUERZO PRINCIPAL

BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)	TRASLAPO (m)
# 2	0.10	0.02	0.28
# 3	0.15	0.03	0.42
# 4	0.20	0.08	0.56
# 5	0.25	0.10	0.70
# 6	0.30	0.12	0.84
# 7	0.35	0.14	1.22
# 8	0.40	0.16	1.40



GANCHO DE 135° ESTRIBOS

BARRA #	LONG. (m)	DIAM. DOBLAMIENTO (m)
# 2	0.07	0.03
# 3	0.10	0.04
# 4	0.14	0.06
# 5	0.17	0.07



NOTA:
LA SEPARACION SISMICA CONEDIFICACIONES ADYACENTES FUE TENIDA EN CUENTA DESDE ARQUITECTURA

NOTA:
LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DEBERÁ SER AVALADA POR EL GEOTECNISTA A CARGO DEL ESTUDIO DE SUELOS.

FIRMA DEL INGENIERO GEOTECNISTA

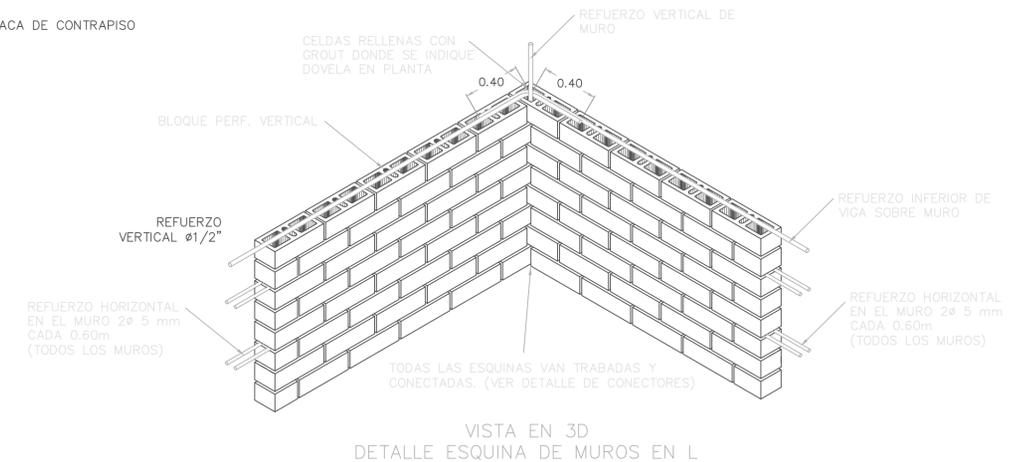
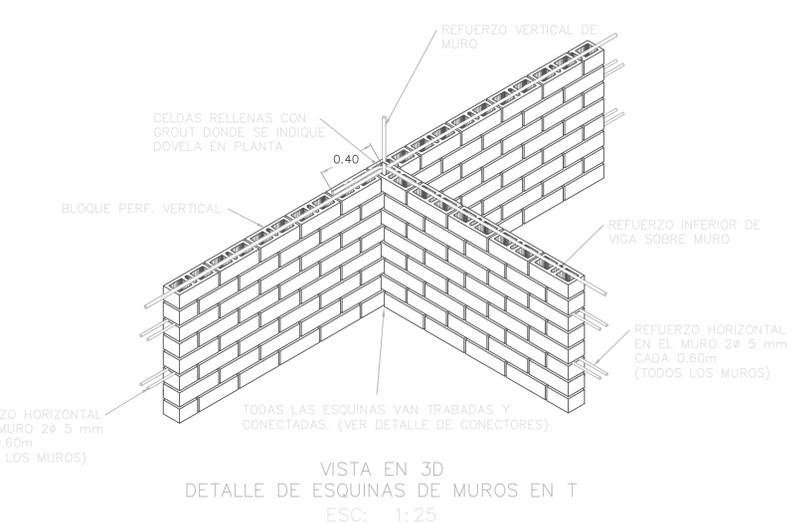
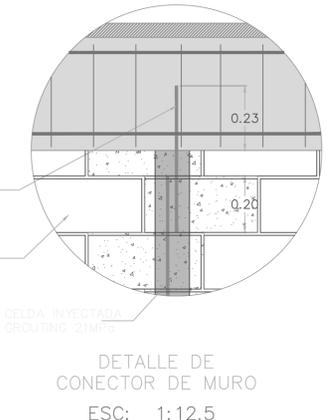
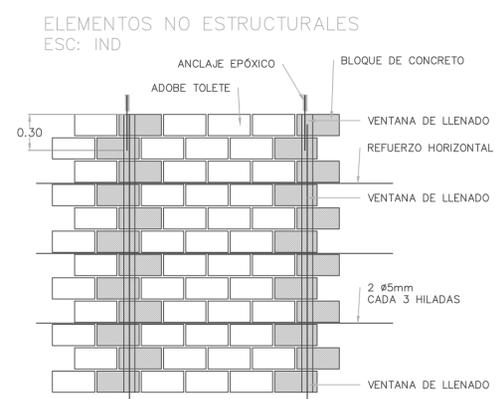
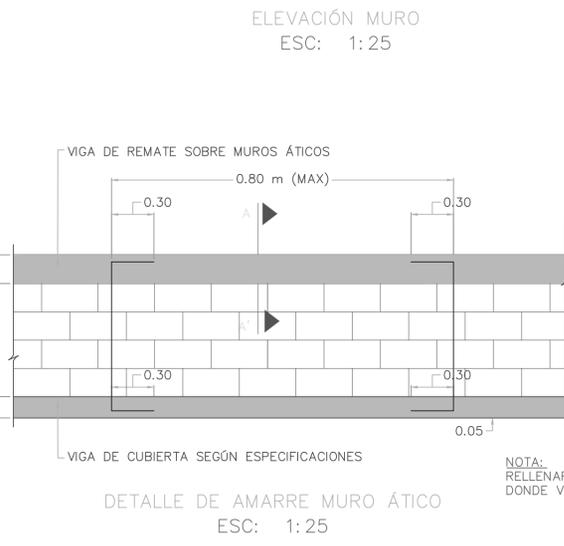
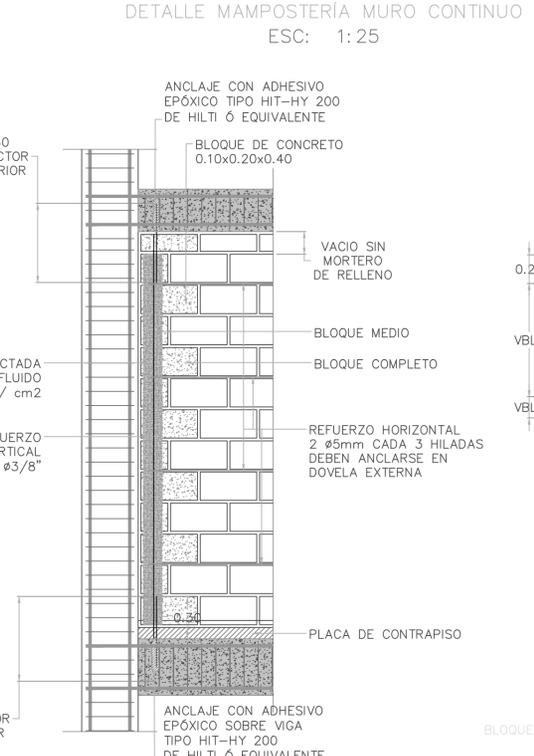
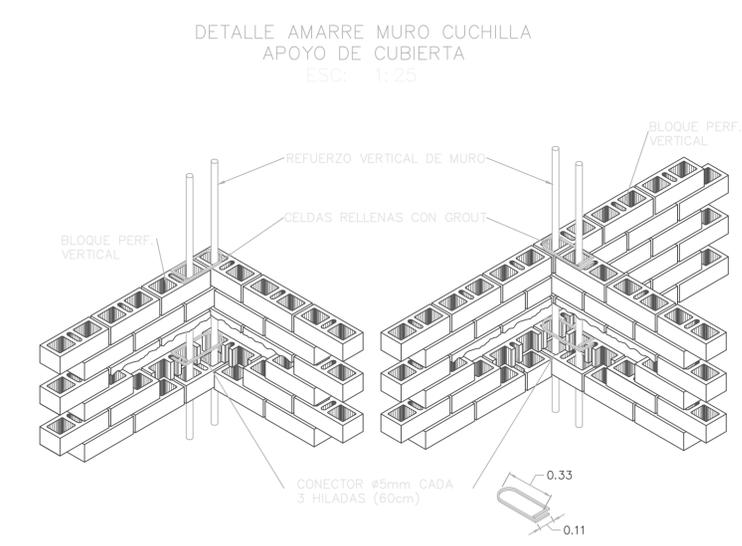
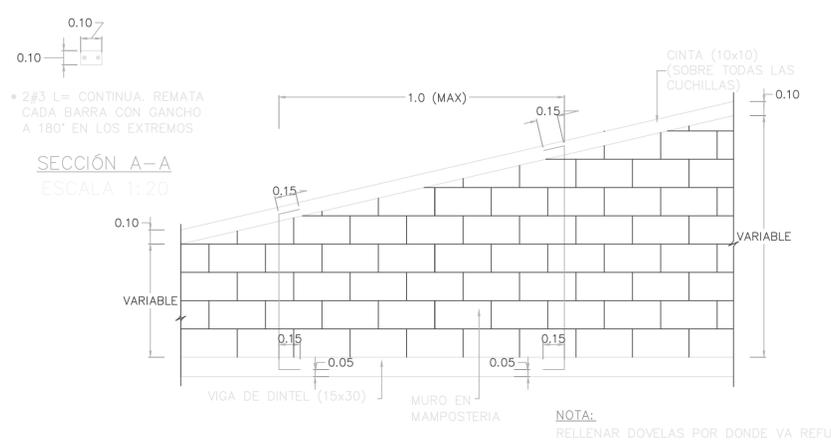
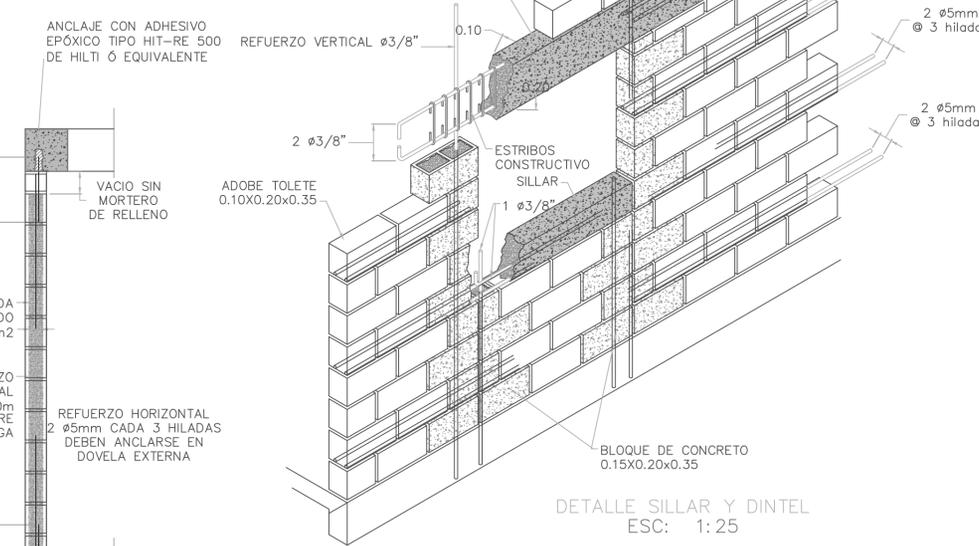
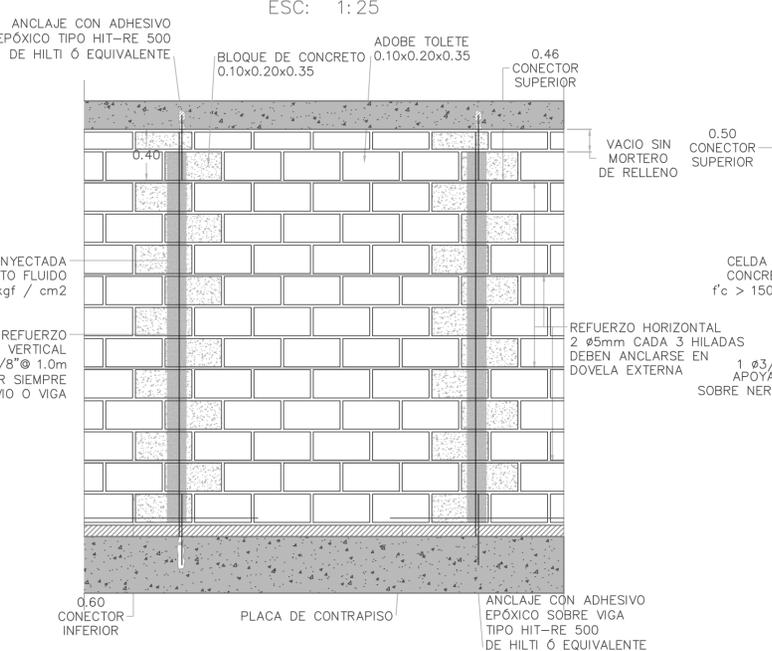
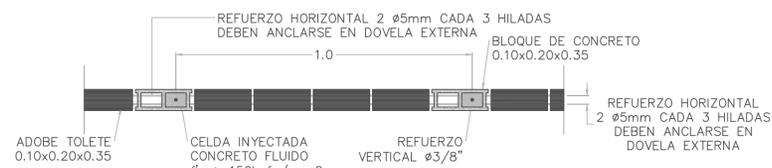
NOTAS PILOTES SOBRE SUELO MEJORADO

- 1.Las zapatas y pilotes se deben ubicar con comisión de topografía de acuerdo con la planta estructural, no difiriendo la localización de las mismas por mas de 3.00 cm.
- 2.Se hará solado de limpieza con mortero relación 1:8 y espesor de 3.0 cm.
- 3.El estrato y la profundidad de desplante se verificaran primero con el estudio de suelos y luego con visita del ingeniero geotecnista se dará aprobación a la profundidad de desplante.
- 4.Luego de establecida la profundidad de desplante en campo el constructor deberá comunicar al ingeniero diseñador estructural los cambios en las dimensiones en los elementos de fundación, el cual dará el visto bueno para continuar con el mismo diseño o realizar los cambios pertinentes al mismo.
- 5.En caso de encontrar agua en el proceso de excavación se usaran bombas sumergibles, y se garantizara que la excavación no se encuentra llena de agua previo al comienzo del vaciado de la misma.
- 6.En caso de encontrarse con estratos que no garanticen verticalidad e las paredes de los pilotes, se usara bentonita en el proceso de excavación de los mismos, ya se por medios mecánicos y manuales.
- 7.Entibado estrictamente necesario en madera o metal en el proceso de excavación para profundidades mayores de 1.50 m.
- 8.Luego del proceso de excavación se procede al vaciado de la zapata y/o los pilotes en el menor tiempo posible.
- 9.Cualquier cambio en las dimensiones, especificaciones o cantidad de acero de refuerzo debe ser aprobada por el ingeniero diseñador estructural.

PLANO No:	EST_EDIFICIO MONSALVE	REV:	0
PROYECTO:	EDIFICIO MONSALVE		
TITULO:	DESPIECES PILOTES Y COLUMNAS		
FECHA:	Octubre 2023	ESCALA:	INDICADAS
REVISO:		ASPECTO TECNICO:	INGENIERIA APLICADA
		CONTRATO No.	
		DISEÑO:	
		REVISOR:	PHUA: 5
		DE:	0
DIBUJADO:	Juan Sebastián Monsalve Giraldo		



INGEPRISMA
S.A.S.



ESP. PARA EL ANCLAJE ANCLAJE SUPERFICIAL CON EPÓXICO TIPO HILTI HSE-2411 Ó SIMILAR ASTM C 881-90

ESPECIFICACIONES PARA EL GROUT NORMA NTC-4048 PARTES EN VOLUMEN: 1 PARTE DE CEMENTO 1/10 PARTES DE CAL HIDRATADA 3 PARTES DE AGREGADO FINO EL AGREGADO FINO DEBE CUMPLIR LA NORMA NTC-4020 (ASTM-C-404)

ESPECIFICACIONES PARA BLOQUES NORMA NTC-4205 No Estructurales: Perf. Hztal $f_m = 5\text{ MPa}$ Perf. Vtal $f_m = 8\text{ MPa}$ GRUPO DE USO: 1 GRADO DE DESEMPEÑO: BAJO

PLANO No: EST_EDIFICIO MONSALVE		REV: 0
PROYECTO: EDIFICIO MONSALVE		
TÍTULO: ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.		
FECHA: Octubre 2023	ESCALA: INDICADAS	ASPECTO TÉCNICO INGENIERÍA APLICADA
REVISÓ:	CONTRATO No.	DIMENSIONES: METROS
	DISEÑO:	FASE: LEGALIZACIÓN
	DIBUJO: Juan Sebastián Monsalve Gralido	REV: 0
		HOJA: 6
		DE: e

