

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PORTICO EN CONCRETO REFORZADO PARA
TANQUE ELEVADO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CON CAPACIDAD DE
300m³.**

JOSE DAVID NIÑO LIZARAZO

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C
2016**

“Ing. Carmen Alicia Villate”

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE TORRE PORTICO EN CONCRETO REFORZADO
PARA TANQUE ELEVADO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CON
CAPACIDAD DE 300m³.**

JOSE DAVID NIÑO LIZARAZO

**Propuesta de opción de grado presentada como requisito parcial para optar al
Título de Ingeniero Civil**

Tutor: Ing. CARMEN ALICIA VILLATE

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

2016

TABLA DE CONTENIDO.

1	Introducción	8
2	Planteamiento del estudio.....	9
2.1	Problema	9
2.2	Antecedentes	9
2.3	Delimitación.....	10
2.3.1	Geográfica	10
2.3.2	Cronológica	10
2.3.3	Conceptual.....	10
2.4	Justificación	11
2.5	Objetivos	11
2.5.1	General	11
2.5.2	Específicos	11
3	Marco técnico.....	12
3.1	Análisis estructural	12
3.1.1	Predimensionamiento.....	13
3.1.2	Estudio geotécnico	16
3.1.3	Avalúo de cargas.....	17
3.1.4	Análisis sísmico	18
4	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	27
4.1	VIGAS	27
4.1.1	REQUISITOS DE DISEÑO	27
4.2	Columnas	30
4.2.1	Requisitos de diseño	30
4.2.2	Unión viga-columna.....	31
4.2.3	Longitudes de desarrollo.....	31
4.3	LOZA.....	32
4.3.1	Diseño de la placa de cubierta en dos direcciones.	32
5	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	33
5.1	MODELAMIENTO	33
5.2	Sismo	34
6	Diseño de placa maciza en dos direcciones con SAFE	46
6.1.1	Dimensiones.....	46

6.1.2	Propiedades de placa.....	46
6.1.3	Secciones de viga.....	47
6.1.4	Sección de columna.....	48
6.1.5	Cargas.....	49
6.1.6	Solicitaciones de diseño para la placa.....	49
6.2	RESULTADOS	50
6.2.1	1. Diseño a flexión.....	50
6.2.2	Barras y espaciamiento.....	52
6.3	Diseño de vigas de placa nivel superior.....	53
6.3.1	Esquema general de momentos vigas de cubierta.	53
6.3.2	VIGA TIPO V-2 (0.40X0.65).	54
6.3.3	Viga Tipo V-3 (0.40x0.65)	56
6.3.4	Viga Tipo V-4 (0.40x0.65).	58
6.3.5	Viga Tipo V-5 (0.40x0.65).	60
6.4	Vigas tipo (0.4x0.65) niveles 5, 4, 3, 2, 1.....	62
6.4.1	Diagrama de momentos.	62
6.4.2	Momentos máximos cortante y torsión.....	63
6.5	Diseño de columnas.	69
6.5.1	Disposición de columnas.	70
6.5.2	Disposición de columnas en el modelo.	70
6.6	PLANOS DE DISEÑO	83
7	Conclusiones	88
8	Bibliografía.....	89

Índice De Tablas.

Tabla 1 Geometría de la cimentación y pilotes individuales.....	16
Tabla 2 Capacidad lateral de pilotes.....	16
Tabla 3 masas de los materiales tomada de la NSR 10 apartado B.3.2-1	17
Tabla 4Parámetros sísmicos de Bogotá tomado del decreto 523 del 2010.	20
Tabla 5 Valores Coeficiente de disipacion basico de energia R0 Tabla A-1.3-1.....	24
Tabla 6Diametros nominales y longitudes de desarrollo.....	31
Tabla 7 Parametros sismicos de diseño.	34
Tabla 8 Valores de Sa para valoes de T(s).	35
Tabla 9 Resultados Análisis Sísmico.	36
Tabla 10 Tablas de derivas respecto a cada combinación.	38
Tabla 11 Valores de respuesta (Sa) umbral de daño.	39
Tabla 12 Derivas de piso por umbral de daño (mm).	41
Tabla 13 Momento máximo de la placa.	51
Tabla 14 Momento maximo de diseño y area de refuerzo.	52
Tabla 15Momento, cortante y área de refuerzo.....	55
Tabla 16 Momento, cortante y area de refuerzo Viga Tipo V-3.	57
Tabla 17 Momento, cortante y area de refuerzo Viga Tipo V-4	59
Tabla 18 Momento, cortante y area de refuerzo Viga Tipo V-5	61
Tabla 19 Momentos maximos y cortante en los pisos inferiores.	63
Tabla 20 Área de refuerzo.	64
Tabla 21 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 4.....	65
Tabla 22 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 3.....	66
Tabla 23 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 2.....	67
Tabla 24 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 2.....	68
Tabla 25 olicitaciones de la columna C4.....	71
Tabla 26 Area de refuerzo de la columna C2.	71
Tabla 27 Solictaciones de la columna D2.	72
Tabla 28Area de refuerzo de la columna D2.	72
Tabla 29 Solictaciones de columna C10.	74
Tabla 30 Solicitaciones de columnsa B4	75
Tabla 31 Área de refuerzo de la columna B4	76
Tabla 32 Solictaciones de la columna C5.	77
Tabla 33 Area de refuerzo de la columna C5.	77
Tabla 34Solicitudes de la columna D5	78
Tabla 35 Area de refuerzo de la columna C5.	79
Tabla 36 Solicitaciones de la columna E4.....	80
Tabla 37 Area de Refuerzo de la columna E4.	80
Tabla 38 Solictaciones de la columna E3.....	81
Tabla 39 area de refuerzo de la columna E3.	82

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema General Del Tanque.....	9
Ilustración 2 Esquema preliminar del pórtico	13
Ilustración 3 ESQUEMA SELECCIONADO POR EL DISEÑADOR	14
Ilustración 4 Predimensionamiento de vigas columnas	15
Ilustración 5 Zonas de amenaza sismica según NSR 10 título A, Con base en la información suministrada por este apartado de la norma, se precisan parámetros sísmicos como aceleración pico efectiva y velocidad pico efectiva.....	18
Ilustración 6 Espectro elástico de aceleración tomado de NSR título A.	19
Ilustración 7 Espectro de diseño tomado del decreto 523 del 16 de diciembre 2010.	19
Ilustración 8Familia de espectros elásticos de respuesta para cada zona establecida en la MSB.....	21
Ilustración 9 COMBINACIONES BASICAS DE CARGA SEGUN NSR 10	25
Ilustración 10 Modelo en ETABS.....	33
Ilustración 11 Derivas de piso (mm).....	37
Ilustración 12 Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño con un amortiguamiento de 2% del crítico.	39
Ilustración 13 Derivas de piso por umbral de daño menores del 0.4%.....	40
Ilustración 14 Irregularidad en planta (AIS, 2010)	42
Ilustración 15 Definicion de viga 0.40x0.60	47
Ilustración 16 Definición Viga de borde 0.35x0.60m.	47
Ilustración 17 Sección de columna.....	48
Ilustración 18 Asignación de cargas.....	49
Ilustración 19 Definición casos de carga.....	49
Ilustración 20 Disposición de vigas nivel de cubierta.	53
Ilustración 21 Momentos en vigas de cubierta.	53
Ilustración 22 Diagramma de momentos Viga Tipo V2	54
Ilustración 23 Diagrama de cortante Viga Tipo V2	54
Ilustración 24 Diagrama de momentos Viga Tipo V-3	56
Ilustración 25 Diagrama de cortante Viga Tipo V-3	56
Ilustración 26Diagrama de momentos Viga Tipo V-4	58
Ilustración 27 Diagrama de cortantea Tipo V-4	58
Ilustración 28 Diagrama de momentos Viga Tipo V-5..	60
Ilustración 29 Diagrama de cortante Viga Tipo V-5	60
Ilustración 30Disposicion de vigas de los niveles inferiores en ETABS.	62
Ilustración 31 Diagrama de momentos en los pisos inferiores en ETABS.....	62
Ilustración 32 Vigas del Nivel 5.	64
Ilustración 33 Vigas del Nivel 4.	65
Ilustración 34 Vigas del Nivel 3.	66
Ilustración 35 Vigas del Nivel 2.	67
Ilustración 36 Vigas nivel 1.....	68

Ilustración 37 Modelo 3D ETABS v13.	69
Ilustración 38 vista en planta de cubierta.	70
Ilustración 39 Disposición de vigas interiores de la estructura.	70

1 Introducción.

Este proyecto tiene como finalidad realizar el diseño de una estructura aporticada de soporte para un tanque elevado en zona rural del municipio de Mosquera (Cundinamarca), para la optimización del suministro de agua en el distrito capital de Bogotá. Debido a interrupciones en el servicio de agua en el sector noroccidental y occidental.

Por tal motivo se decido hacer la estructura y con este diseño se piensa tener en cuenta para la construcción de otros 20 tanques en el mismo sector con el fin de que se garantice un caudal apropiado a la comunidad y no se presenten más falencias en la zona.

El diseño se realizara bajo los parámetros que establece la norma colombiana de diseño sismo resistente del 2010 (NSR10) y la microzonificación sísmica de Bogotá, todos los requisitos exigidos por la norma deben cumplirse obligatoriamente para garantizar la integridad de la estructura.

2 Planteamiento del estudio.

2.1 Problema

Garantizar el suministro de agua potable en el occidente de la ciudad de Bogotá D.C. y Optimizar el servicio prestado en el occidente de la ciudad de por parte de la compañía de acueducto y alcantarillado de la Bogotá D.C.

2.2 Antecedentes

Debido al crecimiento poblacional en el distrito capital y la población inmigra hacia Bogotá, en búsqueda de nuevas oportunidades, empleo y mejor calidad de vida. Este fenómeno poblacional genera mayor demanda del recurso hídrico, haciendo que la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá emplee estrategias entre las cuales plantean soluciones como obras para la captación y distribución del recurso.

Por tanto para la optimización del acueducto se ha decidido realizar la implementación de un tanque de acero al carbón con una capacidad de 300m³ para el almacenamiento de agua, el cual estará apoyado sobre una estructura aporticada de 30m en altura Con el fin de suministrar agua potable hacia el sector occidental de la ciudad, será ubicado este tanque en los límites de la ciudad de Bogotá con el municipio de Mosquera (Cundinamarca).

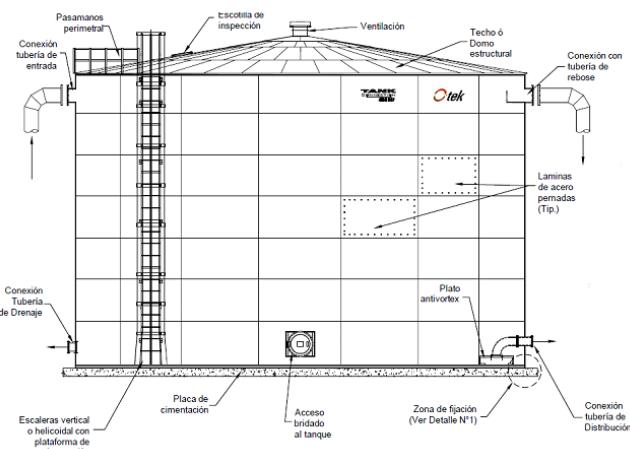


Ilustración 1 Esquema General Del Tanque.

En cuanto el antiguo plan de ordenamiento territorial y el nuevo POT, establecido por la alcaldía de Bogotá, indica que al no haber más espacios donde urbanizar hacia el norte o hacia el sur el único lugar disponible para la construcción sobre todo de tipo vertical se hará hacia el sector occidental de la ciudad. Este nuevo POT indica que la construcción vertical tendrá un gran auge en este sector y con el fin de terminar con la intermitencia del recurso en esta zona se toman medidas.

Para este estudio se cuenta con un análisis geotécnico que indican cuales son las estructuras de cimentación adecuadas para lograr un diseño óptimo del de la cimentación y de su debido diseño estructural.

Sera necesario analizar el desempeño durante un evento sísmico y cuál será el comportamiento suelo estructura debido a los empujes generados.

2.3 Delimitación

2.3.1 Geográfica

La estructura se ubicara en Mosquera, Bogotá D.C.

2.3.2 Cronológica

El diseño de la torre, con respectivos diseños y planos debe ser de tres meses.

2.3.3 Conceptual

La investigación comprenderá los siguientes aspectos:

- a. Introducción.
- b. Antecedentes.
- c. Información relacionada con especificaciones técnicas del tanque.
- d. Planteamiento de materiales y parámetros de diseño.
- e. Análisis del comportamiento sísmico.
- f. Cálculo de esfuerzos.
- g. Diseño de los elementos.
- h. Memorias y planos.

2.4 Justificación

Bogotá es una de las ciudades más extensas y con la mayor densidad de población comparada con otras ciudades del mundo (DANE, 2016), esta ciudad debe garantizar la calidad de vida de sus residentes y lograr satisfacer las necesidades del usuario. Con el fin de que esto sea posible es necesario crear nuevos proyectos para que toda la ciudadanía como usuarios de la ciudad tengan un servicio adecuado.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el diseño estructural de un pórtico en concreto reforzado de 30m de altura con el fin de apoyar en la placa de cubierta un tanque con la capacidad de almacenar 300m³ de agua. Este diseño de la estructura se realizará bajo la categoría de disipación de energía especial (DES), esta estructura debe diseñarse bajo la categoría de edificación indispensable ya que debe garantizar el suministro agua durante una eventualidad sismica o cualquier otra catástrofe.

2.5 Objetivos

2.5.1 General.

- a. Realizar el diseño estructural del soporte para un tanque elevado de 30m de altura.

2.5.2 Específicos.

- a. Analizar condiciones y parámetros para establecer la estructura que más convenga para el soporte del tanque en estudio.
- b. Modelar la estructura y analizar el comportamiento bajo condiciones críticas debidas a cargas por peso propio, sismo y viento.
- c. Diseñar los diferentes elementos de la estructura de acuerdo con los requerimientos y solicitudes a las que va a estar sometida la estructura, teniendo en cuenta las recomendaciones de la NSR-10.

3 Marco técnico

3.1 Análisis estructural

Para el diseño de la estructura en el soporte del tanque se seguirá la normatividad vigente propuesta en el Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10, siguiendo el procedimiento como lo estipula en el capítulo A, Requisitos generales de diseño y de construcción sismo resistente:

- a. Pre dimensionamiento y coordinación con los otros profesionales
- b. Evaluación de las solicitudes definitivas
- c. Obtención del nivel de amenaza sísmica y parámetros A_A y A_v .
- d. Movimientos sísmicos de diseño.
- e. Características de la estructura y el material empleado.
- f. Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis
- g. Determinación de las fuerzas sísmicas
- h. Análisis sísmico de la estructura
- i. Desplazamientos horizontales
- j. Verificación de derives
- k. Combinación de las diferentes solicitudes
- l. Diseño de los elementos estructurales

3.1.1 Predimensionamiento

En el presente estudio se considera una estructura para un tanque con capacidad de 300 m³, dispondría de 6 alturas ,la altura total desde el nivel 00 hasta la parte superior donde se va a apoyar el tanque es de 28.27m, luego podemos dejar 5 alturas de 4.70 y la primera de 4.77, para completar los 28.27m, para la estructura de soporte se , plantea un sistema aporticado con las 8 columnas de circulares de 0.70m y vigas de amarre, conformando nuestro perímetro en forma de octágono. (AIS, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010)

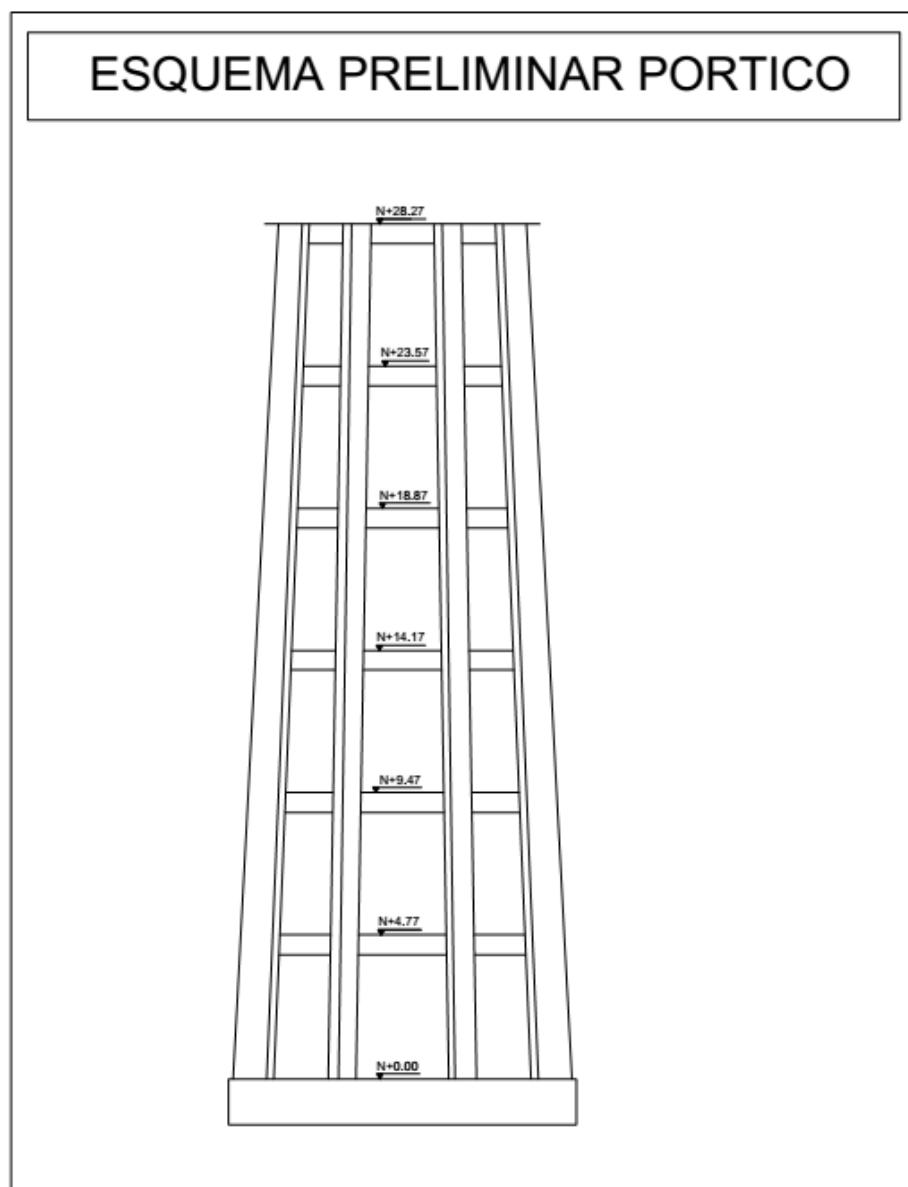


Ilustración 2 Esquema preliminar del pórtico.

ESQUEMA FINAL.

Disposición de pilotes.

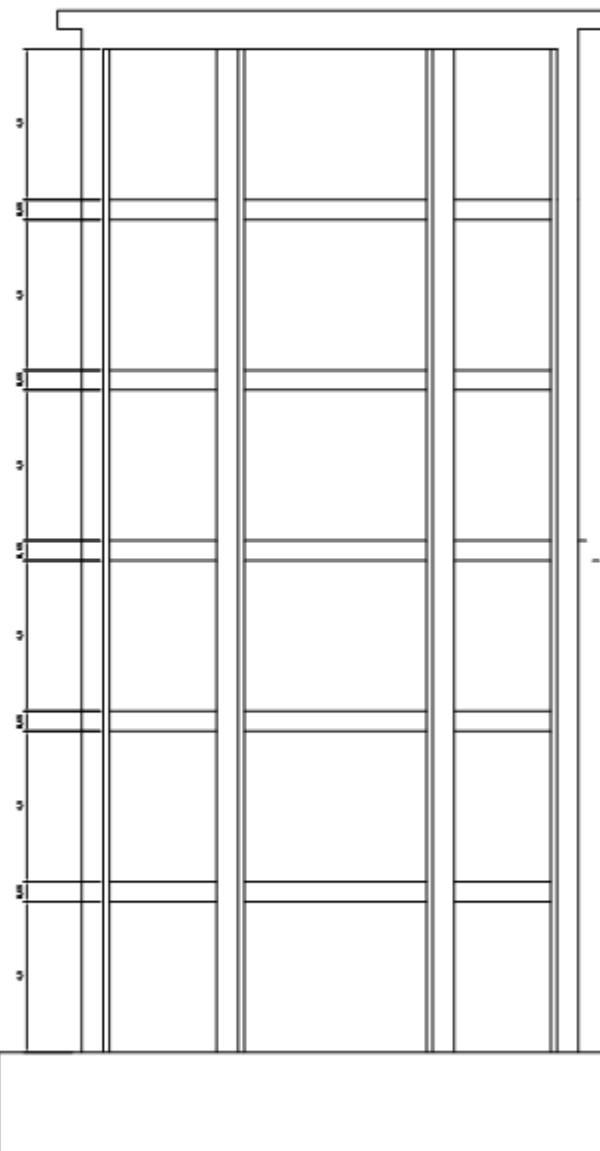


Ilustración 3 ESQUEMA SELECCIONADO POR EL DISEÑADOR.

La disposición de vigas y columnas en planta se pre-establecido así:

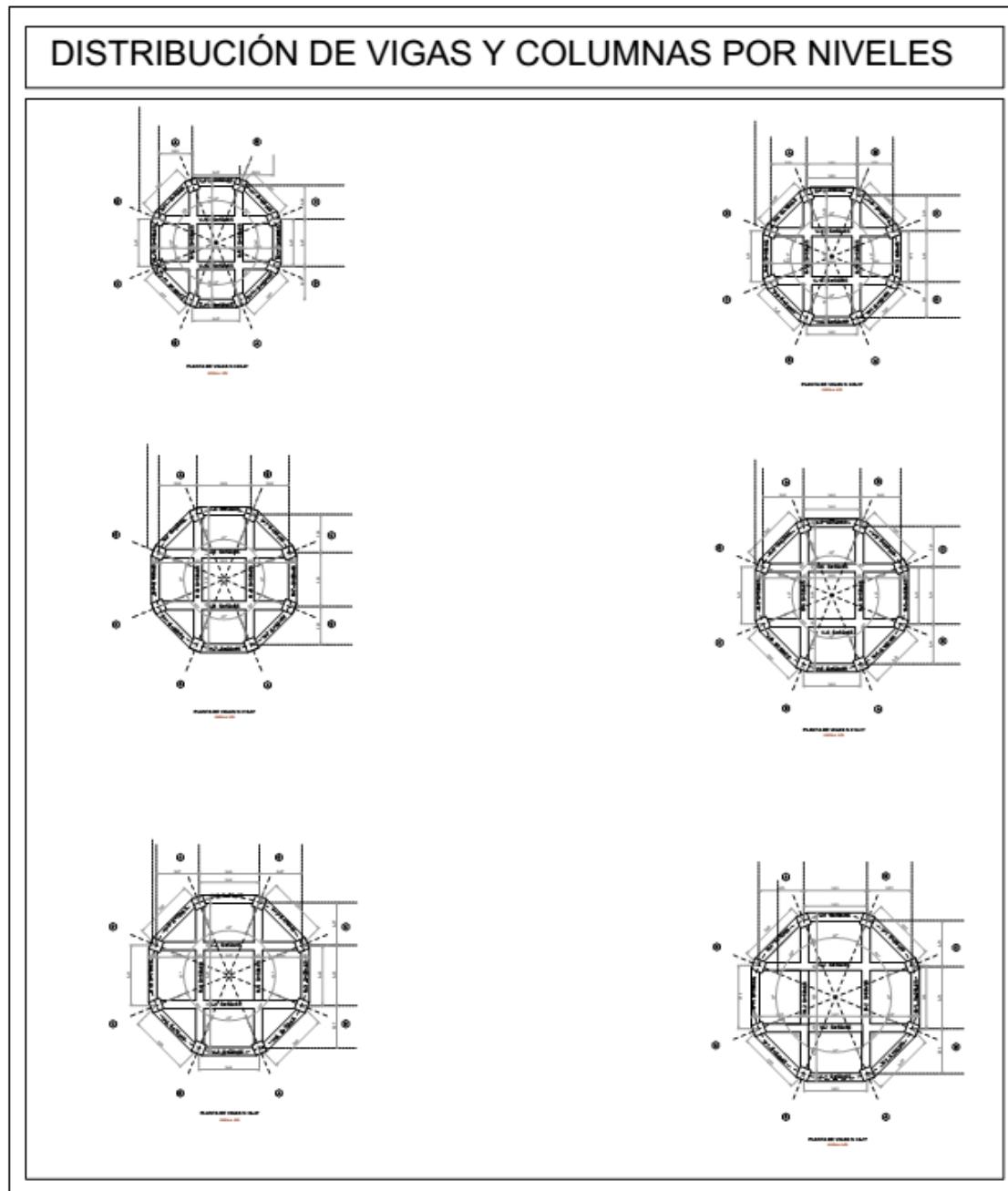


Ilustración 4 **Predimensionamiento de vigas columnas.**

3.1.2 Estudio geotécnico

- Análisis de estabilidad y deformación**

Teniendo en cuenta las condiciones de carga excéntrica e inclinada, que se generan por acciones temporales de sismo y viento, se analizó una alternativa de cimentación de una placa maciza con vigas descolgadas reforzada en la base con pilotes pre-excavados de concreto reforzado. Se contempló una placa de sección circular de 11.5 m de diámetro reforzado con una batería de 16 pilotes de concreto reforzado en concreto tremie, de 0,6 m de diámetro y a 30 m de profundidad.

Tabla 1 Geometría de la cimentación y pilotes individuales.

GEOMETRIA DE LA CIMENTACION		Zona Franca	Z-100	Z-200	Tres Esquinas	UNID
Diametro de la placa de concreto	Dplaca	11.5	11.5	11.5	11.5	m
Profundidad del Pilote	Z	30.0	30.0	30.0	30.0	m
Diametro del Pilote	d	0.60	0.60	0.60	0.60	m
Numero de pilotes	Npil	16	16	16	16	
Capacidad portante ultima en la base	σbu	75.0	74.0	72.7	74.9	ton/m ²
Carga ultima en el fuste	Pfu	156.4	175.1	147.2	161.0	ton
Carga ultima en la base	Pbu	21.2	20.9	20.6	21.2	ton

Tabla 2 Capacidad lateral de pilotes.

CAPACIDAD LATERAL DE PILOTES EN GRUPO- EXTREMO LIBRE		Zona Franca	Z-100	Z-200	Tres Esquinas	UNID
Cuantía de acero	As	1.5	1.5	1.5	1.5	%
Excentricidad de carga	e	0.00	0.00	0.00	0.00	m
Diámetro	d	0.60	0.60	0.60	0.60	m
Resistencia al corte ND del suelo	Cu	2.99	3.60	3.38	3.60	ton/m ²
Empotramiento crítica	Dcrit	4.09	3.78	3.89	3.78	m
Empotramiento de diseño	D	5.32	4.92	5.05	4.92	m
Prof. Del momento máximo	f	1.2	1.0	1.1	1.0	m
Momento máximo	Mmax	27.6	27.6	27.6	27.6	ton-m
Carga horizontal de falla	Hu	18.7	19.6	19.3	19.6	ton

3.1.3 Avalúo de cargas

En el avalúo de cargas verticales se hace un cálculo detallado del peso propio de los elementos que conformas la estructura a porticada en concreto (vigas, columnas, placa) y el peso propio del tanque en acero. La norma NSR 10 establece en detalle los valores de cada material (AIS, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010).

Tabla 3 masas de los materiales tomada de la NSR 10 apartado B.3.2-1

<i>Material</i>	<i>Densidad (kg/m³)</i>	<i>Material</i>	<i>Densidad (kg/m³)</i>
Acero	7 800	Mortero de inyección para mampostería	2 250
Agua		Mortero de pega para mampostería	2 100
Dulce	1 000	Piedra	
Marina	1 030	Caliza, mármol, cuarzo	2 700
Aluminio	2 700	Basalto, granito, gneis	2 850
Arena		Arenisca	2 200
Limpia y seca	1 440	Pizarra	2 600
Seca de río	1 700	Plomo	11 400
Baldosa cerámica	2 400	Productos bituminosos	
Bronce	8 850	Asfalto y alquitrán	1 300
Cal		Gasolina	700
Hidratada suelta	500	Grafito	2 160
Hidratada compacta	730	Parafina	900
Carbón, apilado	800	Petróleo	850
Carbón vegetal	200	Relleno de ceniza	920
Cemento pórtland, a granel	1 440	Tableros de madera aglutinada	750
Cobre	9 000	Terracota	
Concreto simple	2 300	Poros saturados	1 950
Concreto reforzado	2 400	Poros no saturados	1 150
Corcho, comprimido	250	Tierra	
Estaño	7 360	Arcilla húmeda	1 750
Grava seca	1 660	Arcilla seca	1 100
Hielo	920	Arcilla y grava seca	1 600
Hierro		Arena y grava húmeda	1 900
Fundido	7 200	Arena y grava seca apisonada	1 750
Forjado	7 700	Arena y grava seca suelta	1 600
Latón	8 430	Limo húmedo consolidado	1 550
Madera laminada	600	Limo húmedo suelto	1 250
Madera seca	450-750	Vidrio	2 600
Mampostería de concreto	2 150	Yeso en tableros para muros	800
Mampostería de ladrillo macizo	1 850	Yeso suelto	1 150
Mampostería de piedra	2 200	Zinc en láminas enrolladas	7 200

3.1.4 Análisis sísmico

- *Zona de amenaza sismica.*

Según la NSR 10 en Colombia encontramos tres zonas en las cuales se presenta la probabilidad de que ocurra un sismo, dichas zonas están clasificada zona de amenaza sísmica baja, zona de amenaza sísmica intermedia y zona de amenaza sísmica alta. (AIS, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente , 2010)

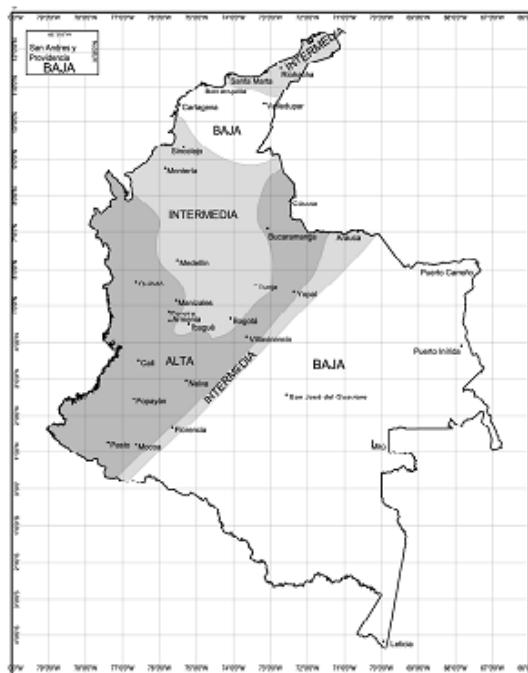


Ilustración 5 Zonas de amenaza sísmica según NSR 10 título A, Con base en la información suministrada por este apartado de la norma, se precisan parámetros sísmicos como aceleración pico efectiva y velocidad pico efectiva.

- **Espectro elástico de aceleraciones de diseño.**

El espectro elástico de diseño expresado como fracción de la gravedad con una amortiguación del 5%, tiene como función generar una función la cual asemeja a el comportamiento de un evento sísmico cuya función es generar un resultado aproximado de los valores que puede tomar el cortante en la base.

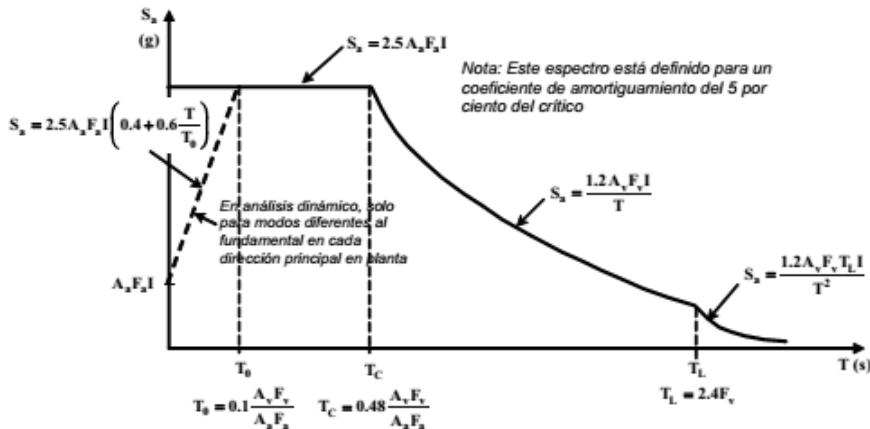


Ilustración 6 Espectro elástico de aceleración tomado de NSR título A.

- **Microzonificación sísmica de Bogotá.**

En cumplimiento al decreto 523 del 16 de diciembre del 2010 expedido por la alcaldía de Bogotá y en el cual se cita la microzonificación sísmica de Bogotá, un análisis más detallado en el cual se establece zonas de con diferentes tipos de suelos y sus respectivos parámetros (Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010). Cada zona tiene su propio espectro de diseño según lo establecido por la NSR 10.

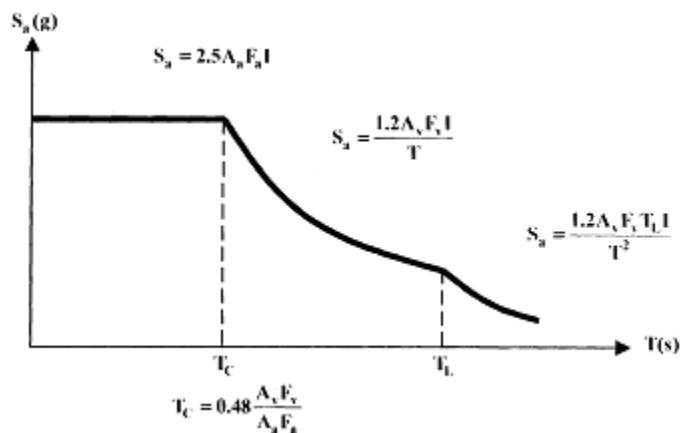


Ilustración 7 Espectro de diseño tomado del decreto 523 del 16 de diciembre 2010.

Los parámetros del espectro tomados de decreto 523 de 16 de diciembre son:

Aa = Aceleración horizontal pico efectiva de diseño. Aa = 0.15 g

Av = Aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva de diseño, Av 0.20 g

Ao = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (g)

Fa = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos

F_i = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios

I = Coeficiente de importancia

S_a = Aceleración espectral (g)

T = Período de vibración (s)

T_e = Período corto (s)

T_L = Período largo (s)

Tabla 4 Parámetros sísmicos de Bogotá tomado del decreto 523 del 2010.

ZONA	F _a	F _v	T _c	T _L
CERROS	1.35	1.30	0.62	3.0
PIEDEMONT A	1.65	2.00	0.87	3.0
PIEDEMONT B	1.95	1.70	0.56	3.0
PIEDEMONT C	1.80	1.70	0.60	3.0
LACUSTRE-50	1.40	2.90	1.33	4.0
LACUSTRE-100	1.30	3.20	1.58	4.0
LACUSTRE-200	1.20	3.50	1.87	4.0
LACUSTRE-300	1.05	2.90	1.77	5.0
LACUSTRE-500	0.95	2.70	1.82	5.0
LACUSTRE- ALUVIAL200	1.10	2.80	1.63	4.0
LACUSTRE- ALUVIAL 300	1.00	2.50	1.60	5.0
ALUVIAL-50	1.35	1.80	0.85	3.5
ALUVIAL-100	1.20	2.10	1.12	3.5
ALUVIAL-200	1.05	2.10	1.28	3.5
ALUVIAL-300	0.95	2.10	1.41	3.5
DEPÓSITO DE LADERA	1.65	1.70	0.66	3.0

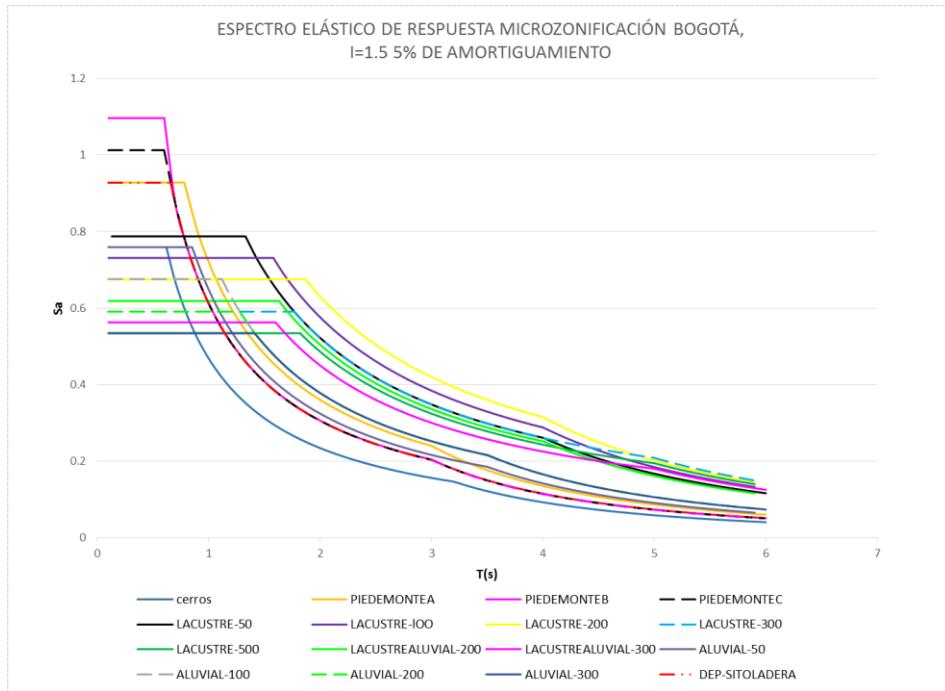


Ilustración 8 Familia de espectros elásticos de respuesta para cada zona establecida en la MSB.

- ***Periodo aproximado Ta***

El periodo aproximado se calcula en relación al tipo de sistema estructural y la altura de la edificación:

$$T_a = C_t h^\alpha \quad (3.1.3.1)$$

- ***Umbral de daño***

Es la probabilidad de daño que puede recibir una estructura ante una eventualidad que afecte la integridad de la estructura y se calcula con el mismo procedimiento para el sismo de diseño. Para el cual se utiliza el siguiente espectro estipulado por la microzonificación sísmica de Bogotá (Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. , 2010).

- ***Coeficientes de umbral de daño***

Tabla 3 Coeficientes Umbral de Daño Según Microzonificación Sísmica De Bogotá.

Zona	F _a (31)	F _v (31)	T _{0d} (s)	T _{Cd} (s)	T _{Ld} (s)	A _{0d} (31) (g)
CERROS	1.50	1.70	0.11	0.57	3.0	0.08
PIEDEMONT A	1.90	2.75	0.14	0.72	3.0	0.10
PIEDEMONT B	2.20	2.25	0.10	0.51	3.0	0.12
PIEDEMONT C	2.05	2.25	0.11	0.55	3.0	0.11

LACUSTRE -50	1.55	4.00	0.26	1.29	4.0	0.09
LACUSTRE -100	1.45	4.40	0.30	1.52	4.0	0.09
LACUSTRE -200	1.35	4.75	0.35	1.76	4.0	0.08
LACUSTRE -300	1.25	4.00	0.32	1.60	5.0	0.08
LACUSTRE -500	1.10	3.75	0.34	1.70	5.0	0.07
LACUSTRE ALUVIAL -200	1.30	3.85	0.30	1.48	4.0	0.08
LACUSTRE ALUVIAL -300	1.20	3.50	0.29	1.46	5.0	0.07
ALUVIAL-50	1.50	2.50	0.17	0.83	3.5	0.09
ALUVIAL-100	1.40	2.90	0.21	1.04	3.5	0.08
ALUVIAL-200	1.20	2.90	0.24	1.21	3.5	0.07
ALUVIAL-300	1.10	2.90	0.26	1.32	3.5	0.07
DEPOSITO LADERA	1.90	2.25	0.12	0.59	3.0	0.10

- **Curva de umbral de daño para un coeficiente de amortiguamiento de 2 % del crítico.**

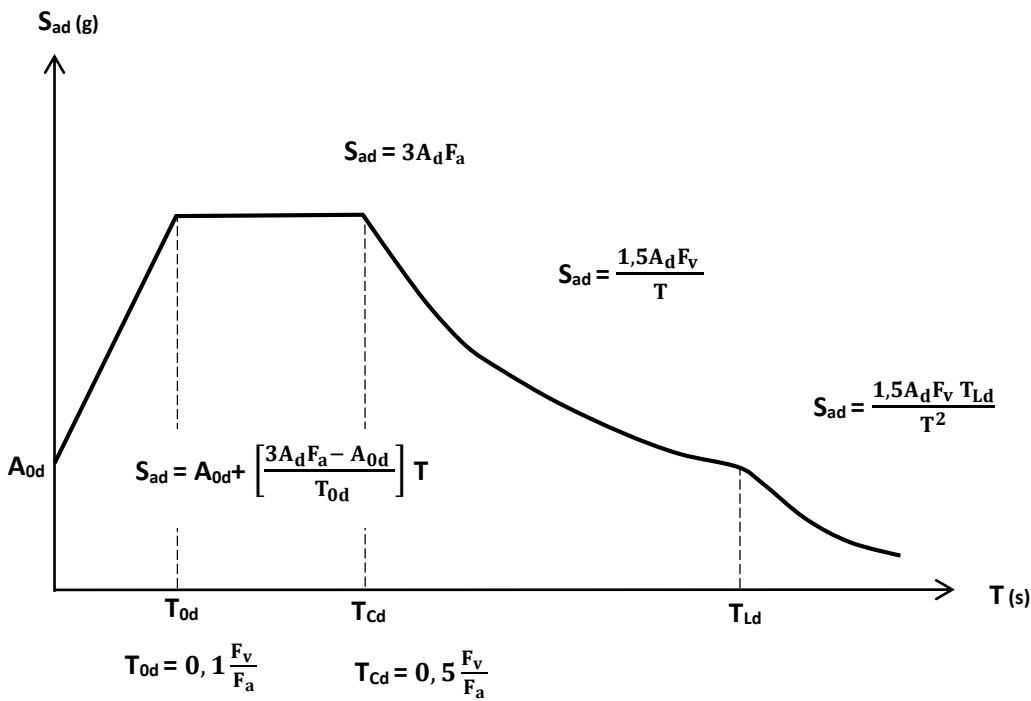


Ilustración 8 Familia de espectros elásticos de respuesta para cada zona establecida en la MSB.

Parámetros

A_d = Aceleración horizontal pico efectiva de umbral de daño. $A_d = 0,06 g$

A_{0d} = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno para umbral de daño en superficie (g)

F_a = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos

F_v = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios

T = Periodo de vibración (s)

T_{0d} = Periodo inicial de umbral de daño (s)

T_{c_d} = Periodo corto de umbral de daño (s)

T_{L_d} = Periodo largo de umbral de daño (s)

- ***Derivas máximas permisibles.***

Las derivas son los desplazamientos horizontales que puede tener la estructura al momento que exista una solicitud que obligue a desplazar la estructura. La NSR10 en el título A 4.6.4 establece que la deriva máxima que este tipo de estructura puede presentar es del 1% de la altura de piso.

- ***Proceso de análisis dinámico espectral modal***

En esta etapa se evalúa el efecto que llega a tener la estructura en respuesta a un evento que haga que la estructura pase de un sistema estático a un sistema dinámico (AIS, 2010).

- ***Modos de vibración.***

En esta etapa se analiza el comportamiento de la estructura, esta respuesta dinámica en la estructura la NSR 10 la expresa como la superposición de los diferentes modos de vibración. Dichos modos de vibración se pueden presentar como grados de libertad tenga la estructura (AIS, 2010).

- ***Cortante basal.***

El cortante basal es el cortante generado en la base de la estructura debido a la aplicación de una carga horizontal.

Para realizar el análisis dinámico se debe hacer una comparación entre el cortante basal estático y el cortante basal dinámico. El cortante basal se calcula de la siguiente forma.

$$V_s = S_a g M \quad ECUACIÓN 3.1.3.2.$$

Donde Sa es la aceleración calculada con el espectro, g es el valor de la gravedad y M es la masa participativa de la estructura.

Se debe tener en cuenta que la NSR 10 estipula que el periodo T usado para calcular el cortante basal estático debe ser:

$$T \leq C_u T_a \quad ECUACIÓN 3.1.3.3.$$

Donde Ta es el periodo aproximado y Cu es calculado con la siguiente ecuación:

$$C_u = 1.75 - 1.2 A_v F_v \geq 1.2 \quad ECUACIÓN 3.1.3.4.$$

Para el ajuste del cortante basal se realiza con la siguiente expresión:

$$\frac{V_{se}}{V_{sd}} \quad ECUACIÓN 3.1.3.5.$$

Para estructuras regulares como es el caso del pórtico se toma el 90% de este factor de ajuste (AIS, 2010).

- ***Factor de disipación de energía R.***

La disipación de energía depende del tipo de sistema estructural y la ductilidad dada por el elemento. Estos parámetros se encuentran establecidos por la NSR 10

Para el cálculo R se realiza por medio de la siguiente ecuación.

$$R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0 \quad \text{ECUACIÓN 3.1.3.6.}$$

Para el calculo de Ro la NSR 10 estipula: **Tabla A-1.3-1**

Tabla 5 Valores Coeficiente de disipacion basico de energia R0 Tabla A-1.3-1

Tipo de estructura	Valor de R0
Tanques, contenedores de líquidos y gases a presión, apoyados sobre columnas arriostadas, con diagonales, o no	2.0
Silos y chimeneas de concreto reforzado vaciado en sitio, cuyas paredes son continuas hasta la fundación	3.5
Estructuras en forma de torre cuya masa está distribuida en la altura, tales como chimeneas, silos y tanques, cuyos apoyos consisten en faldones.	3.0
Torres en celosía, autoportantes o con templete, chimeneas y torres con templete.	3.0
Estructuras de tipo péndulo invertido	2.0
Tolvas sobre columnas, con o sin contravientos	3.0
Torres de enfriamiento	3.5
Torres o anaqueles de almacenamiento	3.0
Avisos y vallas publicitarias	3.5
Monumentos y estructuras de parques de diversión	2.0
estructuras autoportantes, no incluidas anteriormente	3.0

Los tres factores restantes en la ecuación son irregularidad en alzado, ausencia de redundancia e irregularidad en planta.

Una vez determinada las solicitudes que afectan la edificación se debe realizar un análisis de cada una de estas, con el fin de analizar el comportamiento que tiene la estructura con respecto a cada una de las solicitudes.¹

El diseño se realizara con las hipótesis de cargas teniendo en cuenta que se esta diseñando con el método de resistencia última, para lo cual usaremos un fator de reducción de la resistencia, para estas hipótesis de carga están reglamentadas en la NSR 10 en el titulo B:

NORMA” Titulo B numeral B.2.4.2 combinaciones básicas. El diseño de las estructuras, sus componentes y cimentaciones debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones” (ASOCIACIÓN DE INGENÍERIA SÍSMICA, 2010):

1.4(D+F)	(B.2.4-1)
1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_T ó G ó L_v)	(B.2.4-2)
1.2D+1.6(L_T ó G ó L_v)+ (L ó 0.8W)	(B.2.4-3)
1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_T ó G ó L_v)	(B.2.4-4)
1.2D+1.0E+1.0L	(B.2.4-5)
0.9D+1.6W+1.6H	(B.2.4-6)
0.9D+1.0E+1.6H	(B.2.4-7)

Ilustración 9 COMBINACIONES BASICAS DE CARGA SEGUN NSR 10

D = carga Muerta consistente

E = fuerzas sísmicas reducidas de diseño (E= F s/R) que se emplean para diseñar los miembros estructurales.

F = cargas debidas al peso y presión de fluidos con densidades bien definidas y alturas máximas controlables.

G = carga debida al granizo, sin tener en cuenta la contribución del empozamiento.

L = cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación, incluyendo cargas debidas a objetos móviles, particiones que se pueden cambiar de sitio. L incluye cualquier reducción que se permita. Si se toma en

¹ Solicitudes: Es la acción externa de cualquier carga hacia la estructura.

cuenta la resistencia a cargas de impacto este efecto debe tenerse en cuenta en la carga viva L.

H = cargas debidas al empuje lateral del suelo, de agua freática o de materiales almacenados con restricción horizontal.

R₀ = coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural. Véase el Capítulo A.3.

T = fuerzas y efectos causados por efectos acumulados de variación de temperatura, retracción de fraguado, flujo plástico, cambios de humedad, asentamiento diferencial o combinación de varios de estos efectos.

4 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.1 VIGAS

4.1.1 REQUISITOS DE DISEÑO.

Para un elemento sometido a una carga perpendicular a su eje se presentan dos esfuerzos:

- Esfuerzo de flexión $f = \frac{My}{I}$

- Esfuerzo por cortante $v = \frac{VQ}{Ib}$

Donde:

M_y = *Momento respecto a y.*

I = *Inercia del elemento.*

Q = *primer momento de area.*

- **Diseño a cortante.**

El estado de fuerzas en una sección de viga bajo efectos de carga, se presentan cuatro esfuerzos. El primero es la fuerza cortante proporcionada por el concreto en zona de compresión (V_c), fuerza cortante por interacción del concreto y el refuerzo (V_d), fuerza cortante mayorada (V_u) y fuerza cortante resistente última ($V_{u\prime}$).

Si el cortante es mayor al que resiste el concreto V_c , la viga requiere refuerzo para cortante, el código NSR 10 especifica los siguientes tipos de refuerzo a cortante (AIS, 2010).

- Estriplos a 90° con respecto al eje del elemento.
- Refuerzo electro soldado con alambres perpendiculares al eje del elemento.
- Espirales y estribos circulares y estribos cerrados de confinamiento para el elemento.

- **Diseño a Flexión.**

Nomenclatura

A_s – A'_s = Área del refuerzo de tensión correspondiente a la compresión en el concreto.

C_s = Fuerza de compresión generada por el refuerzo de la compresión A'_s

C_c = Fuerza de compresión proporcionada por el concreto

F_u = Fuerza de tensión en el acero A_s

M_a = Momento resistente ultimo de falla de la sección

Mn1 = Momento generado por As – A's

Mn2 = Momento generado por A's en compresión y una cantidad equivalente en tracción

Se asume que el esfuerzo de compresión A's y de la acción As, llegan al límite de falla al mismo tiempo, por consiguiente se le puede escribir la expresión

$$Mn = Mn1 + Mn2$$

$$Mn = (As - A's) fg \left(d - \frac{a}{2} \right) + As fg (d - d')$$

$$Mn1 = (As - A's) fg \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn1 = As fg (d - d')$$

Si se define.

$$\rho = \frac{As}{bd} \quad Y \quad \rho' = \frac{A's}{bd}$$

$$(\rho - \rho') = \frac{As - A's}{bd} \quad \text{Cuantía de vigas con solo esfuerzo de tensión}$$

$$a = \frac{(\rho - \rho') fg}{0,35 fc}$$

Para hallar el momento último de diseño se requiere de acuerdo a la NSR – 10 aparcar el coeficiente de reducción de resistencia.

$$\emptyset Mn = \emptyset (As - A's) fg \left(d - \frac{a}{2} \right) + \emptyset A's fg (d - d') \quad I$$

$$\emptyset Mn_1 = \emptyset (As - A's) fg \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\emptyset Mn_2 = \emptyset A's (fg (d - d')) \quad II$$

La cuantía del esfuerzo debe cumplir.

$$(\rho - \rho') = \frac{As - A's}{bd} \leq \rho \max \text{ diseño}$$

- **Diseño refuerzo de compresión**

La compresión es el concreto y A_s – A'_s conforman un Al máximo posible, se asume que una cantidad de -- actuante solo ref tensión. (McCormac, 2011)

$$A_s = \rho bd - A'_s$$

De la expresión II $\emptyset Mn_2 = \emptyset A'_s (fg(d - d'))$

$$A'_s \frac{\emptyset Mn_2}{\emptyset fg(d - d')}$$

Por equilibrio momento resistente deber ser igual a momento

$$\emptyset Mn = Mo = UM$$

$$\emptyset Mn_2 = Mo - \emptyset Mn_1$$

Para ρ_t el momento que se genere será

$$\emptyset Mn_1 = Kmax bd^2$$

$$As = \rho_t bd + \frac{\emptyset Mn_2}{\emptyset fg(d - d')}$$

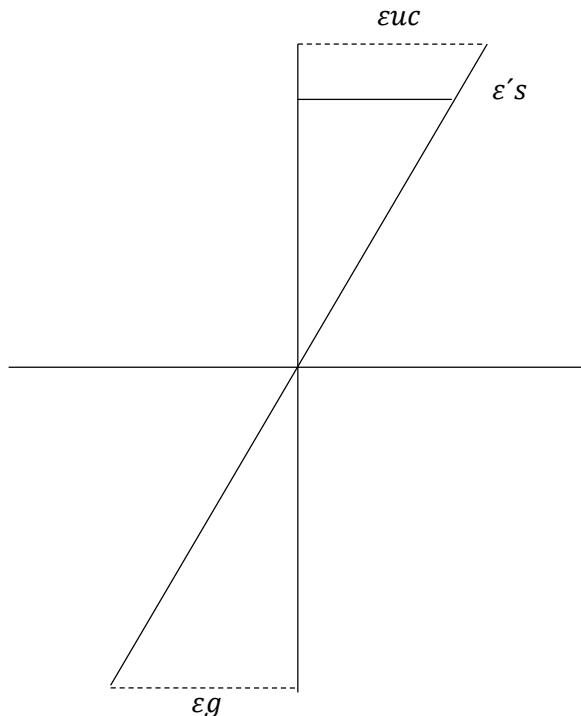
b) De compresión

$$A'_s = \frac{\emptyset Mn_2}{\emptyset fg(d - d')}$$

Los diseñadores proponen que para el cálculo de $A's$ se utilice un valor de δs en valor de f_g

$$f's = \delta s - 0,85 f_c$$

$$A's = \frac{\emptyset M n_2}{\emptyset \delta s (d - d')}$$



Se requiere comprobar que

$$(\rho - \rho') = \frac{As - A's}{bd} \leq \rho t = \rho \text{ max diseño}$$

4.2 Columnas

4.2.1 Requisitos de diseño

- **Diseño a flexión y compresión.**

En las secciones de columnas no se desea un comportamiento inelástico, por ello deben protegerse mediante factores de seguridad adecuados. Existen dos maneras de proceder (Awad, 2012):

- a) Usando los mismos valores del análisis elástico pero aumentando los factores de seguridad.

- b) Determinar las acciones mecánicas en las secciones que se desean proteger cuando las vigas lleguen a la fluencia, y diseñar para estos valores con un factor de seguridad.

4.2.2 Unión viga-columna

La unión viga-columna es el punto en el cual la columna hace parte de la altura de la viga formando nodos, estos nodos son parte critica de la estructura ya que permiten la continuidad del elemento y es donde se transmiten las fuerzas entre ellos (Awad, 2012).

- ***Requisitos de diseño***

- El nodo debe ser un elemento con alta resistencia para que no exista la posibilidad de reparar en este punto ya que son inaccesibles.
- La resistencia de la columna no debe afectarse debido a una reducción de la resistencia del nodo.
- Deben responder en el intervalo elástico.
- Se debe evitar el refuerzo que venga de otros elementos.

Los factores mas importantes para tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de estos puntos son:

- Cortante
- Anclaje de refuerzo
- Transmisión de carga axial
- Adherencia.
- Confinamiento del hormigón.

4.2.3 Longitudes de desarrollo.

Las longitudes de desarrollo se usan para que el refuerzo no transmita tensiones de puntas por su mecanismo de adherencia con el concreto, considerables y que no se generen agrietamientos en el elemento. Los traslapos se usan para transmitir la carga entre segmentos de refuerzo, que por construcción tienen una longitud determinada y cada barra por sí sola no logra cubrir la longitud en que se le requiere.

Las longitudes de traslapo y de desarrollo dependen tanto del diámetro nominal de la barra de refuerzo como de la separación y de las características del elemento estructural respecto al entorno (es decir si el elemento está en contacto con el suelo o no).

El capítulo C.7 de la NSR-10 trata este tema con toda la formulación, pero es de práctica común aplicar tablas de diseño, que hacen depender, para el caso de muros en concreto reforzado, estas características, de la resistencia del diámetro nominal de la barra. (S.)

Tabla 6 Diametros nominales y longitudes de desarrollo.

DIAMETRO NOMINAL	L. desarrollo (cm)	L. traslapo (cm)	Longitud gancho (cm)
#3	35	50	15
#4	47	63	20
#5	59	79	25
#6	71	94	30

4.3 LOZA

4.3.1 Diseño de la placa de cubierta en dos direcciones.

La loza de cubierta al ser el elemento de soporte para el tanque, es el elemento de soporte más importante en la estructura, la losa de cubierta trabaja fundamentalmente bajo las solicitudes que genera el peso del tanque.

La loza se diseñara como un elemento en dos direcciones, por ende el refuerzo de la loza dependerá del mayor momento a flexión en el elemento.

- **Diseño a flexión de la loza.**

El mayor momento de la loza se determinara por bien sea por estática o por el método de Cross para cálculo de momentos en vigas indeterminadas. En este caso el modelo en elementos finitos calculado por el programa SAFE nos proporciona el valor del momento.

- **Calculo del refuerzo a flexión.**

Para el cálculo de cuantía calculamos el coeficiente K que relaciona el área de la sección transversal por unidad de metro y la altura efectiva de la loza.

$$K = \frac{m}{b * d^2} \quad E.C (4.3.1.1)$$

Para pórticos con demanda especial de ductilidad, DES, la NSR-10, Sec.C.21.5.2.1, no especifica el diámetro de este refuerzo, pero un diámetro de 5/8", tal como lo prescribía la NSR-98, es apropiado.

$$p = 0.80 * \sqrt{f' \frac{c}{f_y}} \quad E.C (4.3.1.2)$$

O de las tablas de iteraciones de cuantía de diseño resistencia ultima.

- **Area de refuerzo**

El area de refuerzo se determina por medio de la ecuación.

$$As = pbd \cdot E.C (4.3.1.3)$$

Esto por metro cuadrado.

5 DISEÑO ESTRUCTURAL

5.1 MODELAMIENTO

- *Selección de materiales.*

$$f_c = 28.1 \text{ MPa}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$f_{yt} = 240 \text{ MPa}$$

- *Dimensiones.*

Espesor de placa = 0.40m

Vigas de borde = 0.35x0.65m

Vigas interiores= 0.40x0.65m

Columnas circulares de diámetro = 0.70m

- *Modelo en ETABS*

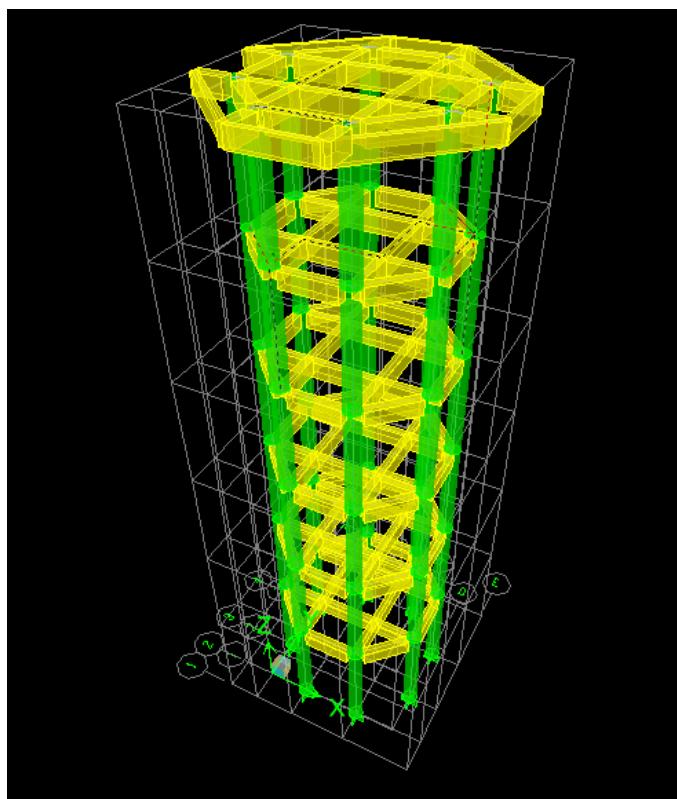


Ilustración 10 Modelo en ETABS.

5.2 Sismo

- *Espectro de diseño*

Espectros de respuesta microzonificación sísmica Bogotá D.C.

Ubicación: occidente de Bogotá

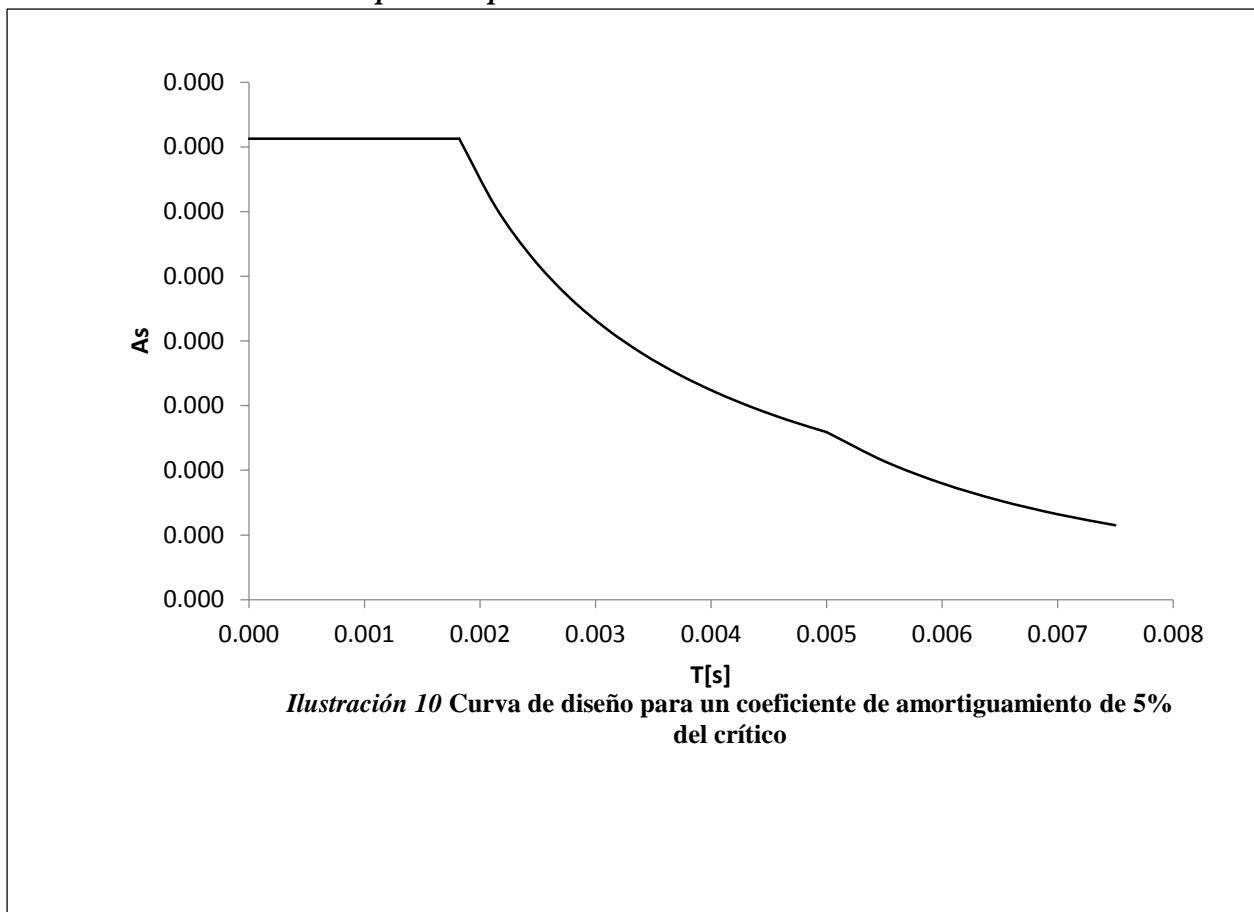
Tabla 7 Parametros sismicos de diseño.

Zona:	Grupo de uso: IV	
LACUSTRE-500		
Aa=	0.150	I= 1.5
Av=	0.200	
Fa=	0.95	Tc= 1.820
Fv=	2.70	TL= 5.000

- *Calculo del valor del espectro de aceleraciones de diseño para un período de vibración dado.*

Tabla 8 Valores de Sa para valoes de T(s).

T[s]	Sa
0.000	0.356
0.910	0.356
1.820	0.356
2.138	0.303
2.456	0.264
2.774	0.234
3.092	0.210
3.410	0.190
3.728	0.174
4.046	0.160
4.364	0.148
4.682	0.138
5.000	0.130
5.500	0.107
6.000	0.090
6.500	0.077
7.000	0.066
7.500	0.058



- **Resultado análisis modal.**

Periodo por análisis modal (T) = 0.926

Periodo fundamental aproximado (T_a) de la ecuación:

$$T_a = C_t h^\alpha = 0.960$$

Según El código colombiano para estructuras sismoresistente del 2010 en la sección 4.2 establece que El valor de T no puede exceder CuTa.

Tabla 9 Resultados Análisis Sísmico.

	X	Y
T=	0.926	0.920
Ta=	0.960	0.960
T=	0.926	0.920
CuTa=	1.152	1.152
Sa=	0.356	0.356
W[ton]=	494.3	
Vs[ton]=	176.102	176.102
Vtj[ton]=	141.270	16.700
Vtj[ton]=	6.78	141.940
Porcentaje=	80%	80%
Ajuste=	9.715	9.726

Calculo de los valores del periodo y masa involucrada en el análisis sísmico de la estructura como respuesta.

- *Cálculo de derivas*

Maxima deriva: 1% ALTURA DE PISO. = 4.9mm

- *Combinaciones evaluadas:*

COMB3A	1.2D+0.5L+1.0SPECX+0.3SPECY
COMB3E	1.2D+0.5L+1.0SPECY+0.3SPECX
COMB4A	0.9D+1.0SPECX+0.3SPECY
COMB4E	0.9D+1.0SPECY+0.3SPECX
SPECX	SISMO DIR X
SPECY	SISMO DIR Y

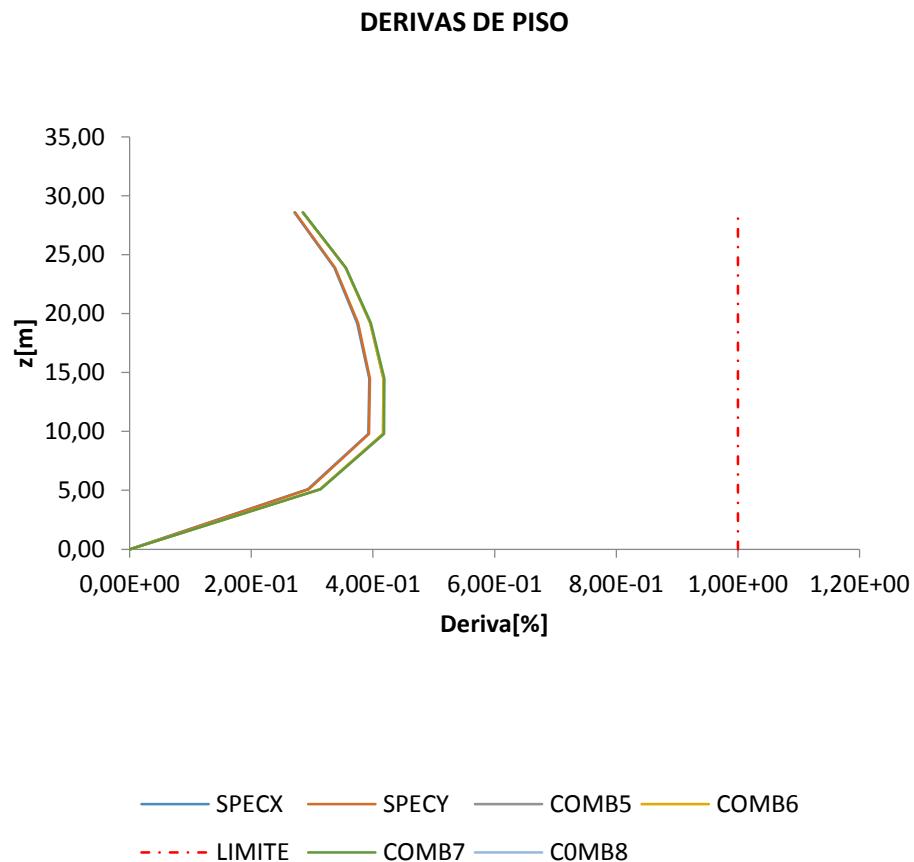


Ilustración 11 Derivas de piso (mm).

- *Tabla de derivas (mm).*

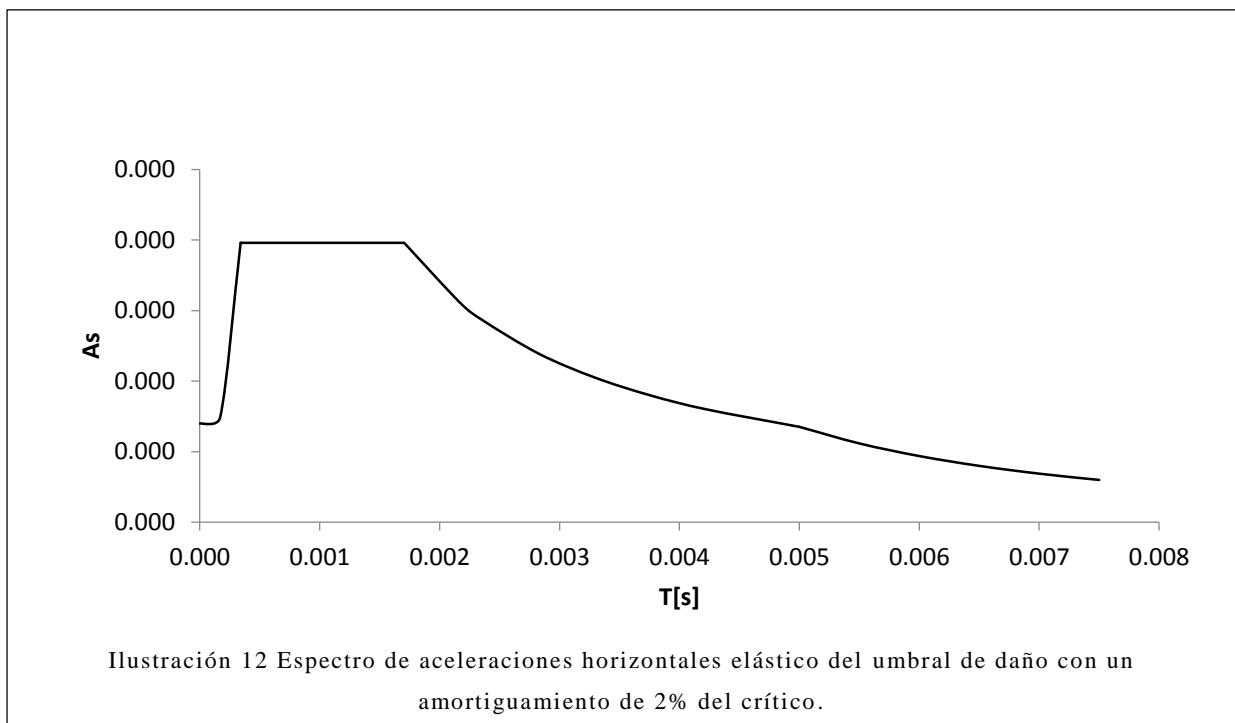
Tabla 10 Tablas de derivas respecto a cada combinación.

		SPECX			SPECY		
		Max	Max		Max	Max	
		Drift X	Drift Y	DriftTot	Drift X	Drift Y	DriftTot
		DriftX	DriftY	DriftTot	DriftX	DriftY	DriftTot
BASE	0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
STORY1	5.10	0.2928000	0.0111000	0.2930103	0.0126000	0.2941000	0.2943698
STORY2	9.80	0.3921000	0.0115000	0.3922686	0.0133000	0.3935000	0.3937247
STORY3	14.50	0.3937000	0.0097000	0.3938195	0.0113000	0.3951000	0.3952616
STORY4	19.20	0.3741000	0.0074000	0.3741732	0.0089000	0.3754000	0.3755055
STORY4-1	23.90	0.3365000	0.0047000	0.3365328	0.0061000	0.3378000	0.3378551
STORY4-2	28.60	0.2709000	0.0019000	0.2709067	0.0029000	0.2718000	0.2718155
COMB5							
		Max	Max		Max	Max	
		Drift X	Drift Y	DriftTot	Drift X	Drift Y	DriftTot
		DriftX	DriftY	DriftTot	DriftX	DriftY	DriftTot
BASE	0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
STORY1	5.10	0.2966000	0.0993000	0.3127812	0.2966000	0.0993000	0.3127812
STORY2	9.80	0.3962000	0.1296000	0.4168580	0.3962000	0.1296000	0.4168580
STORY3	14.50	0.3972000	0.1282000	0.4173764	0.3972000	0.1282000	0.4173764
STORY4	19.20	0.3769000	0.1200000	0.3955422	0.3769000	0.1200000	0.3955422
STORY4-1	23.90	0.3386000	0.1061000	0.3548340	0.3386000	0.1061000	0.3548340
STORY4-2	28.60	0.2723000	0.0835000	0.2848149	0.2723000	0.0835000	0.2848149
COMB7							
		Max	Max		Max	Max	
		Drift X	Drift Y	DriftTot	Drift X	Drift Y	DriftTot
		DriftX	DriftY	DriftTot	DriftX	DriftY	DriftTot
BASE	0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
STORY1	5.10	0.1005000	0.2974000	0.3139220	#N/A	#N/A	#N/A
STORY2	9.80	0.1310000	0.3970000	0.4180550	#N/A	#N/A	#N/A
STORY3	14.50	0.1296000	0.3980000	0.4185692	#N/A	#N/A	#N/A
STORY4	19.20	0.1214000	0.3776000	0.3966355	#N/A	#N/A	#N/A
STORY4-1	23.90	0.1074000	0.3392000	0.3557969	#N/A	#N/A	#N/A
STORY4-2	28.60	0.0847000	0.2724000	0.2852645	#N/A	#N/A	#N/A

- ***Umbral de daño.***

Tabla 11 Valores de respuesta (Sa) umbral de daño.

T[s]	Sa
0.000	0.070
0.170	0.074
0.340	0.198
0.806	0.198
1.272	0.198
1.705	0.198
2.171	0.155
2.360	0.143
2.826	0.119
3.292	0.103
3.758	0.090
4.224	0.080
5.000	0.068
5.500	0.056
6.000	0.047
6.500	0.040
7.000	0.034
7.500	0.030



- *Derivas por umbral de daño.*

MAXIMA DERIVA: 0.4%

- *Combinaciones evaluadas:*

COMB3A	1.2D+0.5L+1.0SPECX+0.3SPECY
COMB3E	1.2D+0.5L+1.0SPECY+0.3SPECX
COMB4A	0.9D+1.0SPECX+0.3SPECY
COMB4E	0.9D+1.0SPECY+0.3SPECX
SPECX	SISMO DIR X
SPECY	SISMO DIR Y

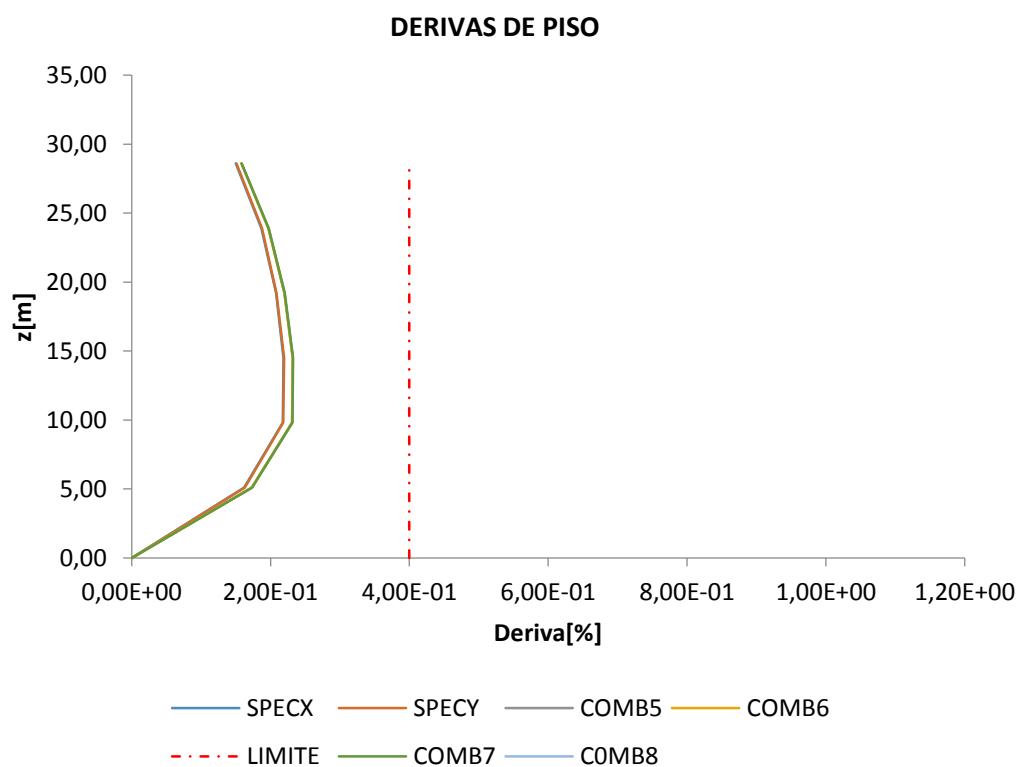


Ilustración 13 Derivas de piso por umbral de daño menores del 0.4%

- *Tablas de derivas(mm).*

Tabla 12 Derivas de piso por umbral de daño (mm).

		SPECX			SPECY		
		Max Drift X DriftX	Max Drift Y DriftY	DriftTot	Max Drift X DriftX	Max Drift Y DriftY	DriftTot
BASE	0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
STORY1	5.10	0.1620000	0.0057000	0.1621002	0.0066000	0.1627000	0.1628338
STORY2	9.80	0.2175000	0.0061000	0.2175855	0.0071000	0.2183000	0.2184154
STORY3	14.50	0.2187000	0.0052000	0.2187618	0.0061000	0.2195000	0.2195847
STORY4	19.20	0.2078000	0.0040000	0.2078385	0.0049000	0.2086000	0.2086575
STORY4-1	23.90	0.1868000	0.0026000	0.1868181	0.0034000	0.1876000	0.1876308
STORY4-2	28.60	0.1502000	0.0011000	0.1502040	0.0016000	0.1507000	0.1507085
		COMB5			COMB6		
		Max Drift X DriftX	Max Drift Y DriftY	DriftTot	Max Drift X DriftX	Max Drift Y DriftY	DriftTot
BASE	0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
STORY1	5.10	0.1640000	0.0545000	0.1728185	0.1640000	0.0545000	0.1728185
STORY2	9.80	0.2197000	0.0716000	0.2310728	0.2197000	0.0716000	0.2310728
STORY3	14.50	0.2207000	0.0710000	0.2318394	0.2207000	0.0710000	0.2318394
STORY4	19.20	0.2095000	0.0666000	0.2198313	0.2095000	0.0666000	0.2198313
STORY4-1	23.90	0.1881000	0.0589000	0.1971061	0.1881000	0.0589000	0.1971061
STORY4-2	28.60	0.1513000	0.0463000	0.1582257	0.1513000	0.0463000	0.1582257
		COMB7			C0MB8		
		Max Drift X DriftX	Max Drift Y DriftY	DriftTot	Max Drift X DriftX	Max Drift Y DriftY	DriftTot
BASE	0.00	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
STORY1	5.10	0.0552000	0.1644000	0.1734197	#N/A	#N/A	#N/A
STORY2	9.80	0.0724000	0.2202000	0.2317969	#N/A	#N/A	#N/A
STORY3	14.50	0.0719000	0.2210000	0.2324018	#N/A	#N/A	#N/A
STORY4	19.20	0.0674000	0.2098000	0.2203606	#N/A	#N/A	#N/A
STORY4-1	23.90	0.0597000	0.1883000	0.1975373	#N/A	#N/A	#N/A
STORY4-2	28.60	0.0472000	0.1511000	0.1583005	#N/A	#N/A	#N/A

- *Coeficiente de disipación de la energía.*

Asensia de redundancia. ϕ_r

Irregularidad en planta. ϕ_p

Irregularidad en alzado. Φ_a

Coeficiente de disipación de energía básico. R_0

ϕ_r	1
ϕ_p	1
ϕ_a	0.9
R_0	2
R	1.8

- *Irregularidad en planta. ϕ_p*

Tipo 1aP — Irregularidad torsional

Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema

$$\phi_p = 0.9$$

$$\phi_p = 0.8$$

$$1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

$$\Delta_1 > 1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$$

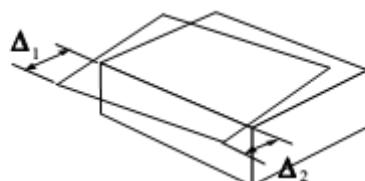


Ilustración 14 Irregularidad en planta (AIS, 2010)

- *Irregularidad en planta con sismo en dirección Y.*

SISMO EN Y					
<i>PISO 4.2</i>	combinacion	7.punto	8.punto	PRUEBA	IT
	SPECX	53.4191	53.5899	74.9063	64.2054
	SPECY	16.5136	16.5646	23.15474	19.84692
	COMB5 MAX	-16.5136	-16.5646	-23.1547	-19.8469
	COMB5 MIN	16.5136	16.5646	23.15474	19.84692
	COMB6 MAX	-16.5136	-16.5646	-23.1547	-19.8469
	COMB6 MIN	53.5655	53.7361	75.11112	64.38096
	COMB7 MAX	-53.5655	-53.7361	-75.1111	-64.381
	COMB7 MIN	53.5655	53.7361	75.11112	64.38096
	COMB8 MAX	-53.5655	-53.7361	-75.1111	-64.381
	COMB8 MIN	0.4876	1.1776	1.16564	0.99912
<i>PISO 4.2</i>	combinacion	6.punto	9.punto	PRUEBA	IT
	SPECX	53.9882	54.4009	75.87237	65.03346
	SPECY	17.3743	17.4978	24.41047	20.92326
	COMB5 MAX	-17.3743	-17.4978	-24.4105	-20.9233
	COMB5 MIN	17.3743	17.4978	24.41047	20.92326
	COMB6 MAX	-17.3743	-17.4978	-24.4105	-20.9233
	COMB6 MIN	54.3416	54.7542	76.36706	65.45748
	COMB7 MAX	-54.3416	-54.7542	-76.3671	-65.4575
	COMB7 MIN	54.3416	54.7542	76.36706	65.45748
	COMB8 MAX	-54.3416	-54.7542	-76.3671	-65.4575
	COMB8 MIN	0.4879	1.1776	1.16585	0.9993
<i>PISO 4.2</i>	combinacion	5.punto	10.punto	PRUEBA	IT
	SPECX	53.9882	54.4009	75.87237	65.03346
	SPECY	17.3743	17.4978	24.41047	20.92326
	COMB5 MAX	-17.3743	-17.4978	-24.4105	-20.9233
	COMB5 MIN	17.3743	17.4978	24.41047	20.92326
	COMB6 MAX	-17.3743	-17.4978	-24.4105	-20.9233
	COMB6 MIN	54.3416	54.7542	76.36706	65.45748
	COMB7 MAX	-54.3416	-54.7542	-76.3671	-65.4575
	COMB7 MIN	54.3416	54.7542	76.36706	65.45748
	COMB8 MAX	-54.3416	-54.7542	-76.3671	-65.4575
	COMB8 MIN	1.1779	0.4669	1.15136	0.98688
<i>PISO 4.2</i>	combinacion	2.punto	3.punto	PRUEBA	IT
	SPECX	53.4191	53.5899	74.9063	64.2054

SPECY	16.5136	16.5646	23.15474	19.84692	NO IT
COMB5 MAX	-16.5136	-16.5646	-23.1547	-19.8469	NO IT
COMB5 MIN	16.5136	16.5646	23.15474	19.84692	NO IT
COMB6 MAX	-16.5136	-16.5646	-23.1547	-19.8469	NO IT
COMB6 MIN	53.5655	53.7361	75.11112	64.38096	NO IT
COMB7 MAX	-53.5655	-53.7361	-75.1111	-64.381	NO IT
COMB7 MIN	53.5655	53.7361	75.11112	64.38096	NO IT
COMB8 MAX	-53.5655	-53.7361	-75.1111	-64.381	NO IT
COMB8 MIN	0.4876	1.1779	1.16585	0.9993	NO IT

• *Irregularidad en planta con sismo en dirección X.*

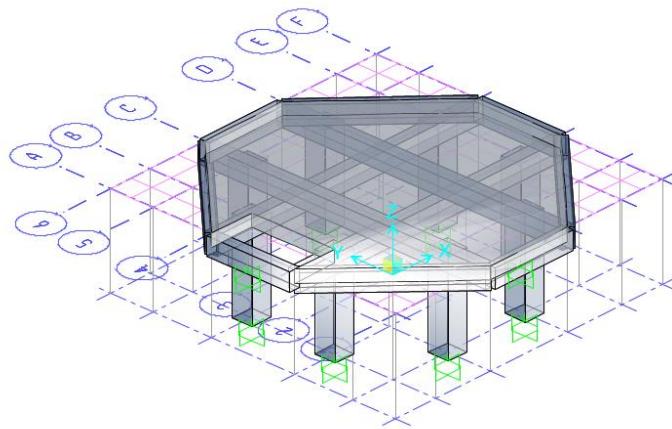
SISMO EN X					
combinacion	6.punto	5.punto	PRUEBA	IT	
SPECX	0.5881	0.5881	0.82334	0.70572	NO IT
SPECY	53.7383	53.7383	75.23362	64.48596	NO IT
COMB5	-	-	-75.0603	-64.3374	NO IT
MAX	53.6145	53.6145			
COMB5	53.7383	53.7383	75.23362	64.48596	NO IT
MIN					
COMB6	-	-	-75.0603	-64.3374	NO IT
MAX	53.6145	53.6145			
COMB6	16.7	16.7	23.38	20.04	NO IT
MIN					
COMB7	-	-	-23.2067	-19.8914	NO IT
MAX	16.5762	16.5762			
COMB7	16.7	16.7	23.38	20.04	NO IT
MIN					
COMB8	-	-	-23.2067	-19.8914	NO IT
MAX	16.5762	16.5762			
COMB8	54.1899	53.5	75.38293	64.61394	NO IT
MIN					
combinacion	7.punto	2.punto	PRUEBA	IT	
SPECX	1.42	1.42	1.988	1.704	NO IT
SPECY	54.6778	54.6778	76.54892	65.61336	NO IT
COMB5	-54.554	-54.554	-76.3756	-65.4648	NO IT
MAX					
COMB5	54.6778	54.6778	76.54892	65.61336	NO IT
MIN					
COMB6	-54.554	-54.554	-76.3756	-65.4648	NO IT
MAX					
COMB6	17.7388	17.7388	24.83432	21.28656	NO IT
MIN					
COMB7	-	-	-24.6611	-21.1381	NO IT
MAX	17.6151	17.6151			

	COMB7	17.7388	17.7388	24.83432	21.28656	NO IT
	MIN					
	COMB8	-	-	-24.6611	-21.1381	NO IT
	MAX	17.6151	17.6151			
	COMB8	54.1899	54.1899	75.86586	65.02788	NO IT
	MIN					
<i>PISO 4.2</i>	combinacion	8.punto	3.punto	PRUEBA	IT	
	SPECX	1.42	1.42	1.988	1.704	NO IT
	SPECY	54.6778	54.6778	76.54892	65.61336	NO IT
	COMB5	-54.554	-54.554	-76.3756	-65.4648	NO IT
	MAX					
	COMB5	54.6778	54.6778	76.54892	65.61336	NO IT
	MIN					
	COMB6	-54.554	-54.554	-76.3756	-65.4648	NO IT
	MAX					
	COMB6	17.7388	17.7388	24.83432	21.28656	NO IT
	MIN					
	COMB7	-	-	-24.6611	-21.1381	NO IT
	MAX	17.6151	17.6151			
	COMB7	17.7388	17.7388	24.83432	21.28656	NO IT
	MIN					
<i>PISO 4.2</i>	COMB8	-	-	-24.6611	-21.1381	NO IT
	MAX	17.6151	17.6151			
	COMB8	53.5	53.5	74.9	64.2	NO IT
	MIN					
	combinacion	9.punto	10.punto	PRUEBA	IT	
	SPECX	0.5881	0.5881	#REF!	#REF!	#REF!
	SPECY	53.7383	53.7383	38.02848	32.59584	NO IT
	COMB5	-	-	-75.0603	-64.3374	NO IT
	MAX	53.6145	53.6145			
	COMB5	53.7383	53.7383	75.23362	64.48596	NO IT
	MIN					
	COMB6	-	-	-75.0603	-64.3374	NO IT
	MAX	53.6145	53.6145			
	COMB6	16.7	16.7	23.38	20.04	NO IT
	MIN					
	COMB7	-	-	-23.2067	-19.8914	NO IT
	MAX	16.5762	16.5762			
	COMB7	16.7	16.7	23.38	20.04	NO IT
	MIN					
	COMB8	-	-	-23.2067	-19.8914	NO IT
	MAX	16.5762	16.5762			
	COMB8	53.5	47.1858	70.48006	60.41148	NO IT
	MIN					

6 Diseño de placa maciza en dos direcciones con SAFE.

$f'_c = 28.1 \text{ MPa}$

$f_y = 420 \text{ MPa}$



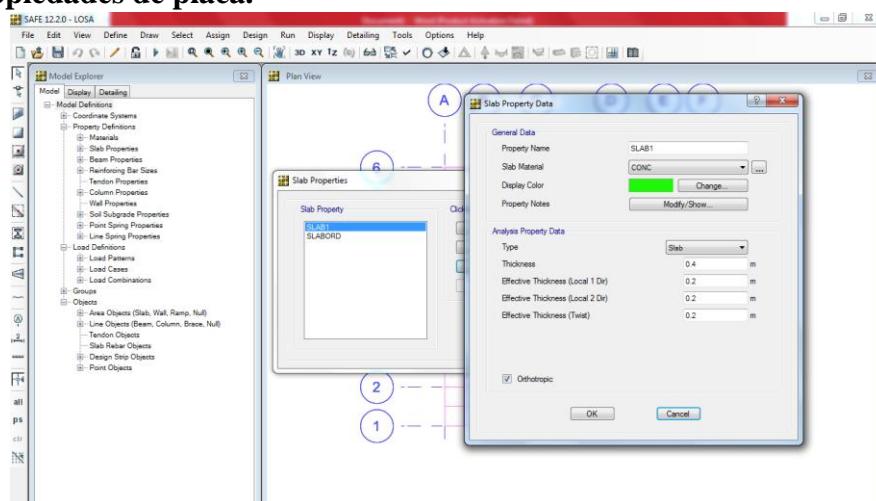
6.1.1 Dimensiones

Espesor de placa = 0.40m

Vigas de borde = 0.35x0.65m

Vigas interiores= 0.40x0.65m

6.1.2 Propiedades de placa.



6.1.3 Secciones de viga.

- Viga interna 0.4x0.6m

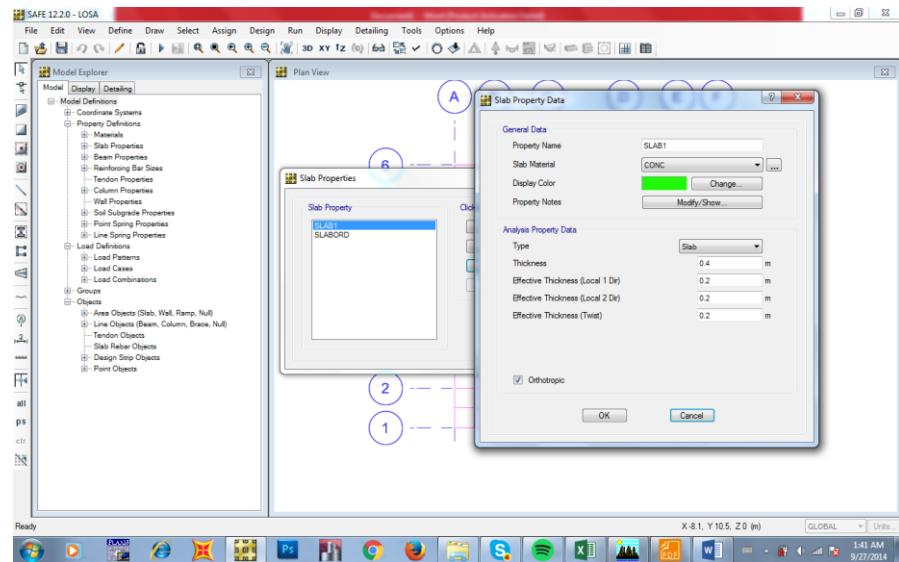


Ilustración 15 Definicion de viga 0.40x0.60

- Viga de borde 0.35x0.60m

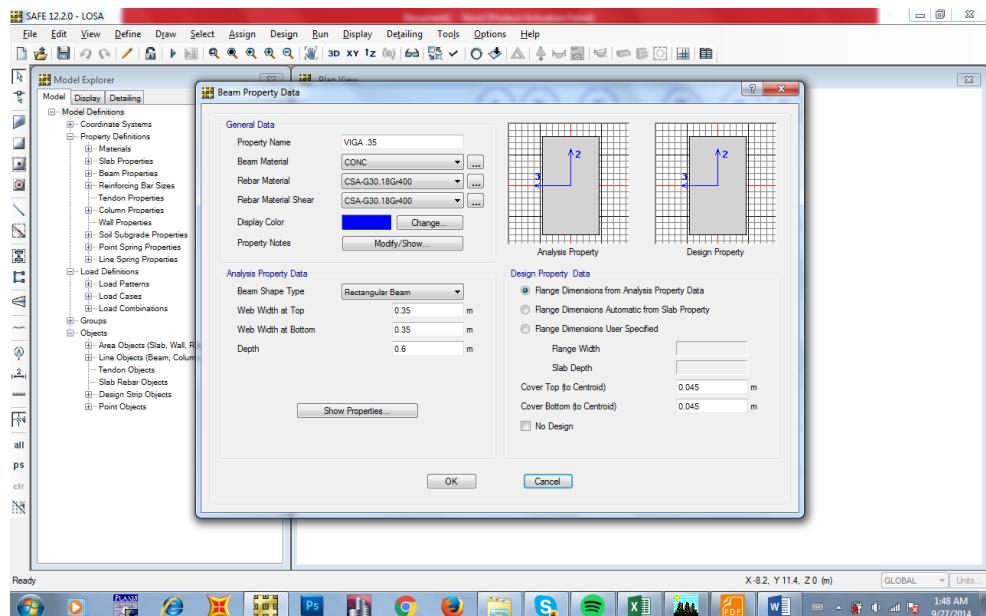


Ilustración 16 Definición Viga de borde 0.35x0.60m.

6.1.4 Sección de columna.

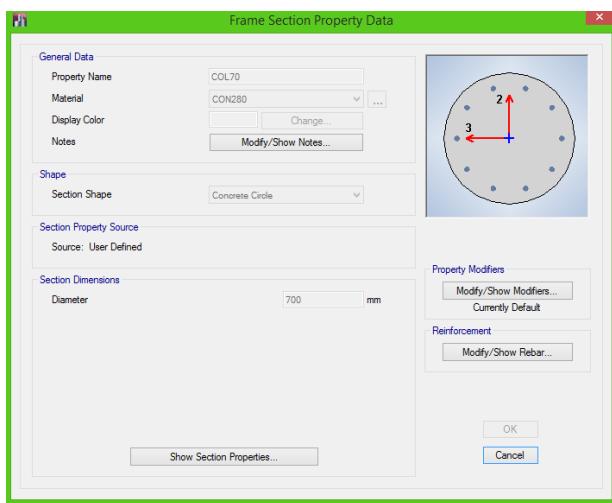


Ilustración 17 Sección de columna.

6.1.5 Cargas

Diseño de placa maciza por Cargas Muertas (CD) y Cargas Vivas (DL)

Peso tanque lleno = 300 Ton

Área de apoyo del tanque = 45m^2

Carga por unidad de metro = 6.60 ton/m^2

Cargas vivas = 0.35 ton/m^2

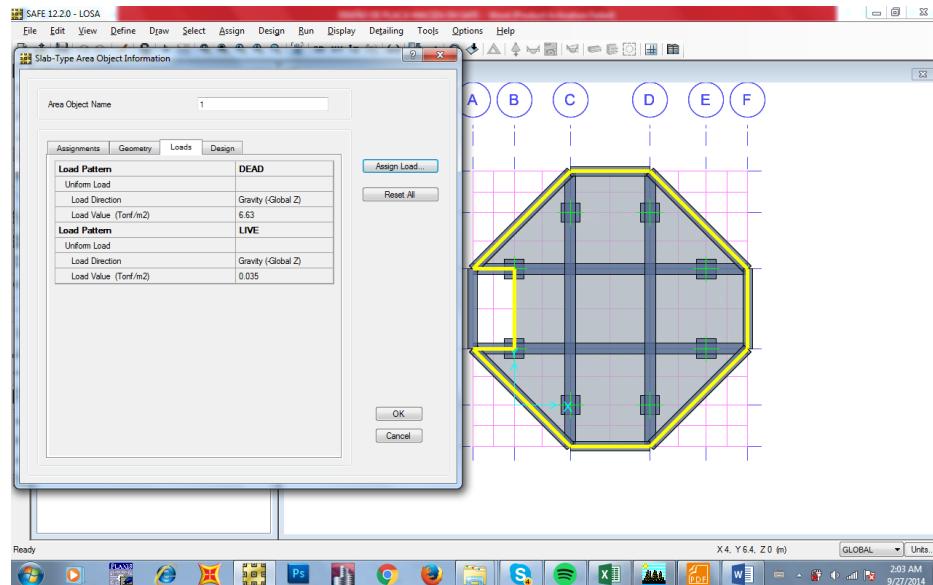


Ilustración 18 Asignación de cargas.

6.1.6 Solicitaciones de diseño para la placa.

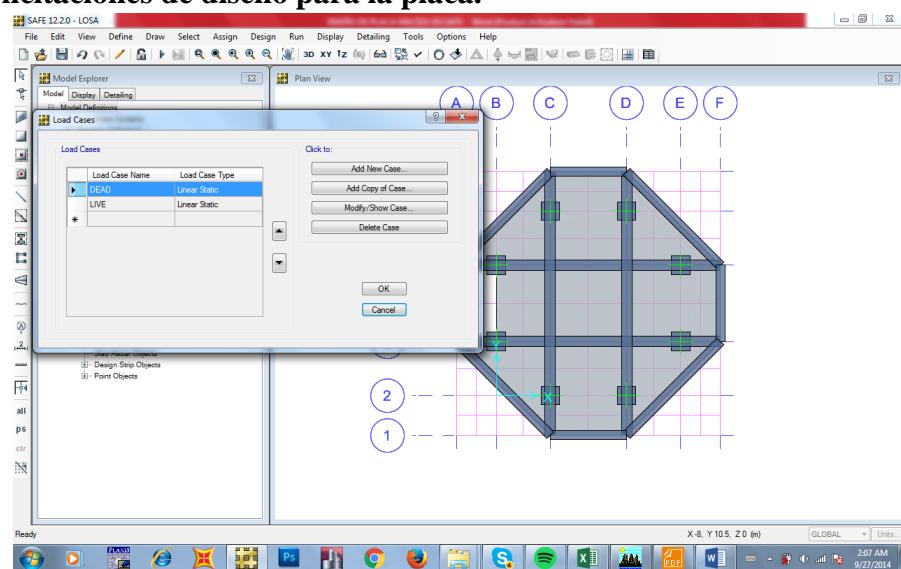
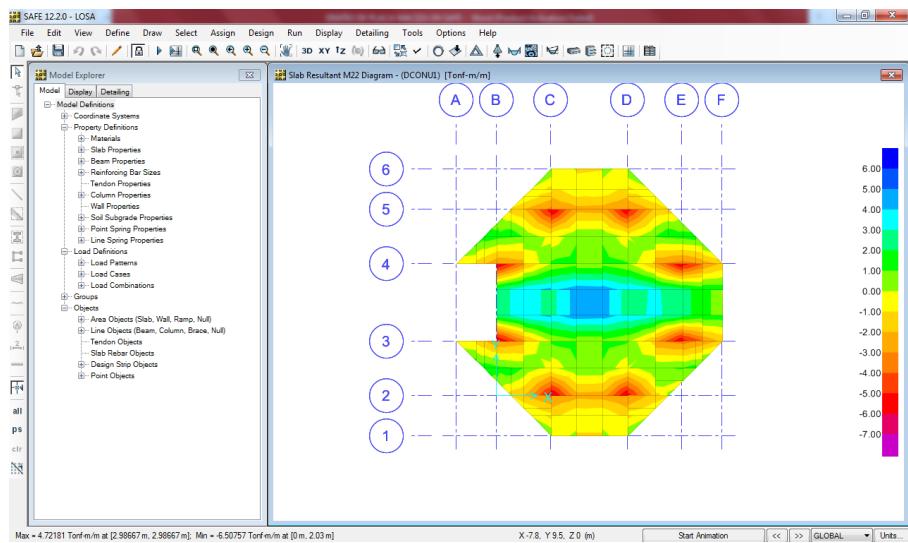


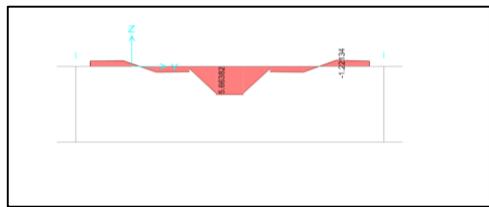
Ilustración 19 Definición casos de carga.

6.2 RESULTADOS

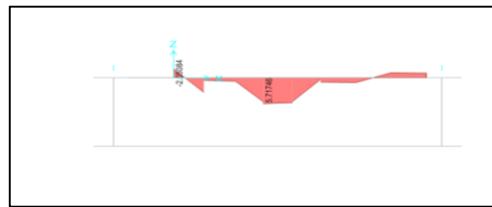
6.2.1 1. Diseño a flexión.



En el análisis del modelo muestra un momento negativo máximo sobre los apoyos (columnas) las cuales están resaltados con zonas rojas, mientras que el mayor momento a flexión se presenta en el centro de la placa como es de esperarse.



Momento máximo en el centro de la loza en dirección x.



Momento máximo en el centro de la loza en dirección y.

Con el máximo momento calculamos el área de refuerzo para la placa.

Tabla 13 Momento máximo de la placa.

Strip Text	Station m	CaseType Text	M3 Tonf-m	Strip Text	Station m	CaseType Text	M3 Tonf-m
SA1	6.39	Combination	-0.81136	SA11	6.39	Combination	-0.72476
SA2	4.47667	Combination	1.61318	SA12	3.52	Combination	-0.32335
SA2	6.39	Combination	-2.7074	SA12	6.39	Combination	-0.32357
SA3	4.47667	Combination	3.60326	SA13	2.775	Combination	0.26247
SA3	6.39	Combination	-4.88097	SA13	6.39	Combination	-1.04619
SA4	4.47667	Combination	2.42548	SA14	3.52	Combination	-2.89055
SA4	4.47667	Combination	3.1563	SA14	5.43333	Combination	2.07691
SA5	1.49	Combination	-5.52552	SA15	3.52	Combination	-2.32772
SA5	4.47667	Combination	4.54045	SA15	5.43333	Combination	3.53368
SA6	1.49	Combination	-2.05084	SA16	4.47667	Combination	4.70889
SA6	4.47667	Combination	5.71746	SA16	8.42	Combination	-6.48304
SA7	5.43333	Combination	4.54938	SA17	4.47667	Combination	5.66382
SA7	8.42	Combination	-6.46395	SA17	8.73667	Combination	-1.22134
SA8	1.015	Combination	-0.33346	SA18	4.47667	Combination	4.53005
SA8	4.47667	Combination	4.27981	SA18	8.42	Combination	-6.36701
SA8	6.39	Combination	-2.83696	SA19	3.52	Combination	-2.77487
SA9	5.43333	Combination	3.61707	SA19	4.47667	Combination	4.28234
SA9	6.39	Combination	-4.87549	SA20	3.52	Combination	-4.73574
SA10	5.43333	Combination	2.09431	SA20	4.47667	Combination	3.58122
SA10	6.39	Combination	-3.3874	SA21	3.52	Combination	-2.51143
SA11	4.47667	Combination	0.5207	SA21	6.39	Combination	-3.31943
SA11	6.39	Combination	-0.80647	SA22	3.52	Combination	-0.75441
				SA22	5.43333	Combination	0.52183

- mayor momento negativo de **-6.48 ton.m**
- mayor momento positivo de **5.71 ton.m**

del modelo tomamos el área de refuerzo para el momento máximo de diseño.

Tabla 14 Momento maximo de diseño y area de refuerzo.

Strip	Station	FTopCombo	FBotMoment	FBotArea
Text	m	Text	kN-m	m ²
SA6	5.43333	DCONU1	59.4269	0.000443
SA16	8.42	DCONU1	-73.3111	0.000547

6.2.2 Barras y espaciamiento.

Area de refuerzo 547mm²

Con barras N°4 As= 129mm². C 20cm

43Barras N°4 C23cm, en ambas direcciones.

6.3 Diseño de vigas de placa nivel superior.

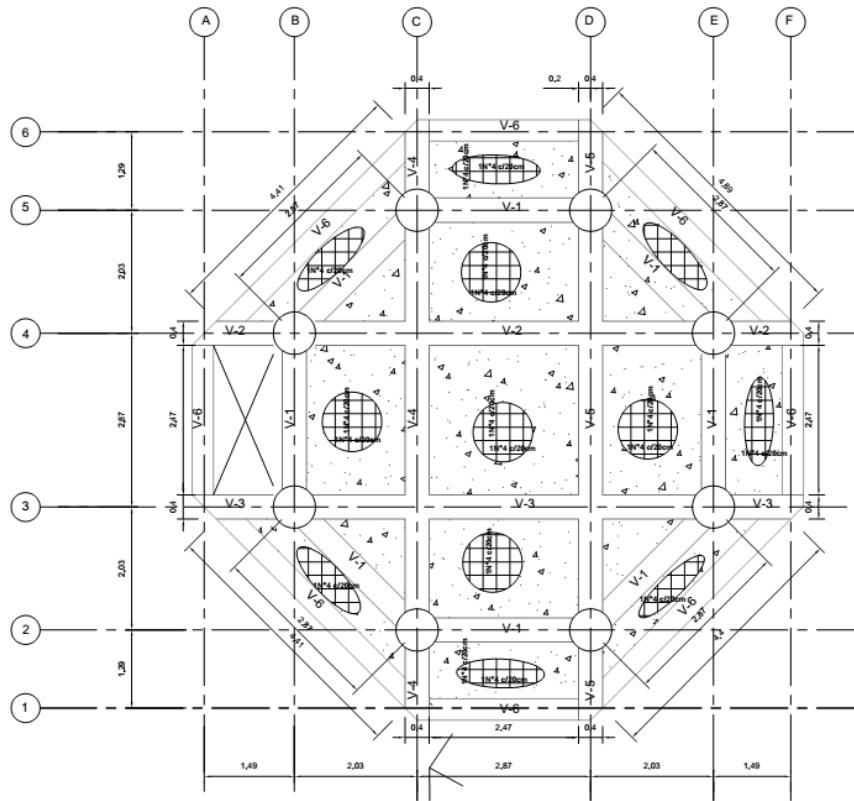


Ilustración 20 Disposición de vigas nivel de cubierta.

6.3.1 Esquema general de momentos vigas de cubierta.

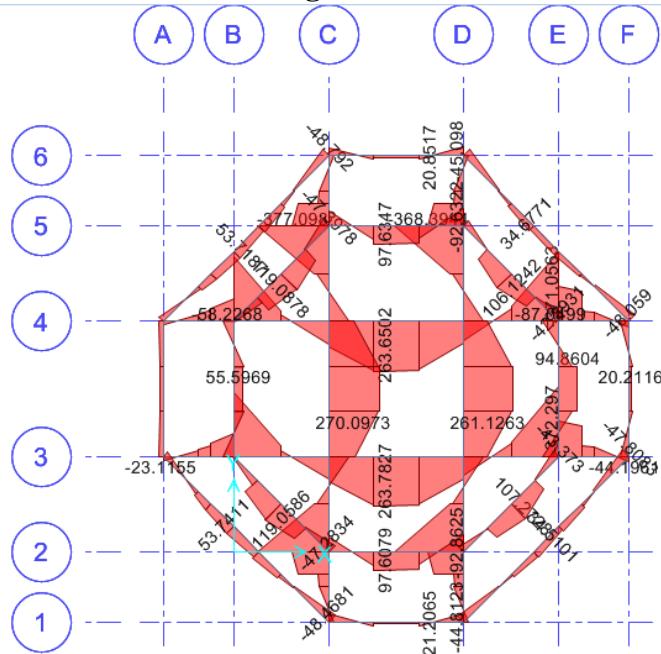


Ilustración 21 Momentos en vigas de cubierta.

6.3.2 VIGA TIPO V-2 (0.40X0.65).

- *Diagrama de momentos.*

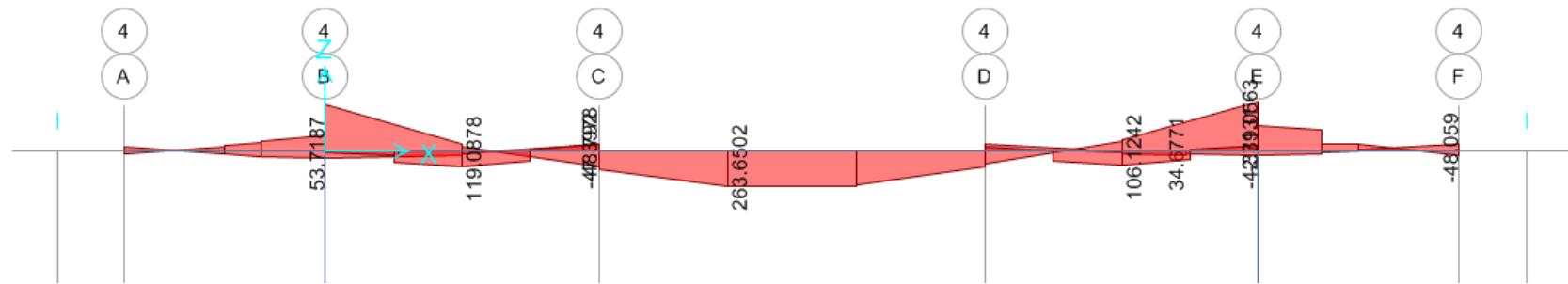


Ilustración 22 Diagramma de momentos Viga Tipo V2

- *Diagrama Cortante.*

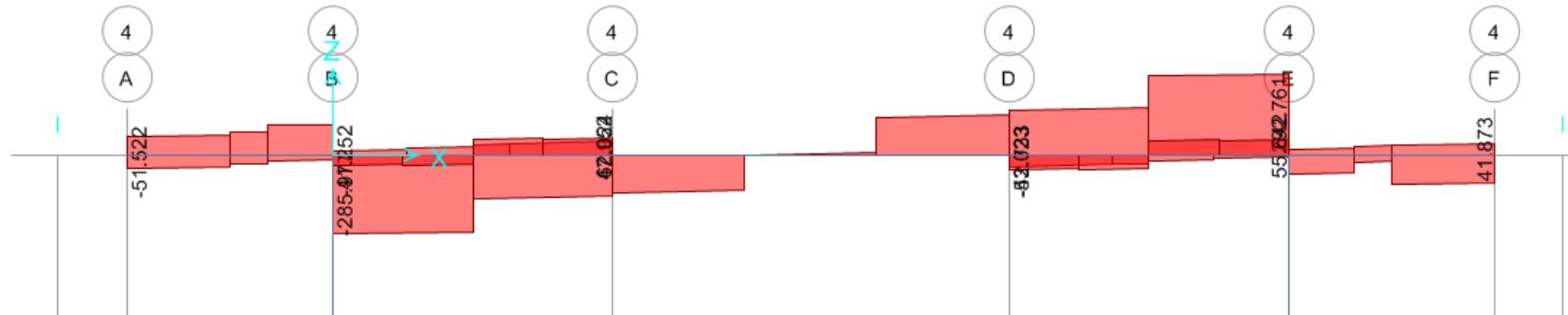


Ilustración 23 Diagrama de cortante Viga Tipo V2

- *Momento, cortante y área de refuerzo.*

Tabla 15 Momento, cortante y área de refuerzo.

Location	FTopCombo	FtopMoment	FtopAMin	FbotCombo	FbotMoment	FbotAMin	Vcombo	Vforce
m	Text	Kn-m	m2	Text	Kn-m	m2	Text	Kn
0		0	0	DCONU1	20.511	0.000147	DCONU1	67.983
0.745	DCONU1	-36.6755	0.000273		0	0	DCONU1	80.403
1.015	DCONU1	-68.119	0.000487		0	0	DCONU1	105.701
1.49	DCONU1	-341.2888	0.000765		0	0	DCONU1	285.977
2.505	DCONU1	-55.1003	0.000314		0	0	DCONU1	277.941
3.52		0	0	DCONU1	133.6256	0.000765	DCONU1	149.091
4.47667		0	0	DCONU1	263.6502	0.000765	DCONU1	128.328
5.43333		0	0	DCONU1	259.6267	0.000765	DCONU1	136.768
6.39		0	0	DCONU1	118.8541	0.000765	DCONU1	161.542
7.405	DCONU1	-77.982	0.000484		0	0	DCONU1	284.725
8.42	DCONU1	-371.0563	0.000765		0	0	DCONU1	292.761
8.895	DCONU1	-156.706	0.000765		0	0	DCONU1	64.93
9.165	DCONU1	-47.5709	0.000344		0	0	DCONU1	107.344
9.91		0	0	DCONU1	28.1549	0.000197	DCONU1	101.445

6.3.3 Viga Tipo V-3 (0.40x0.65)

- *Diagrama de momento.*

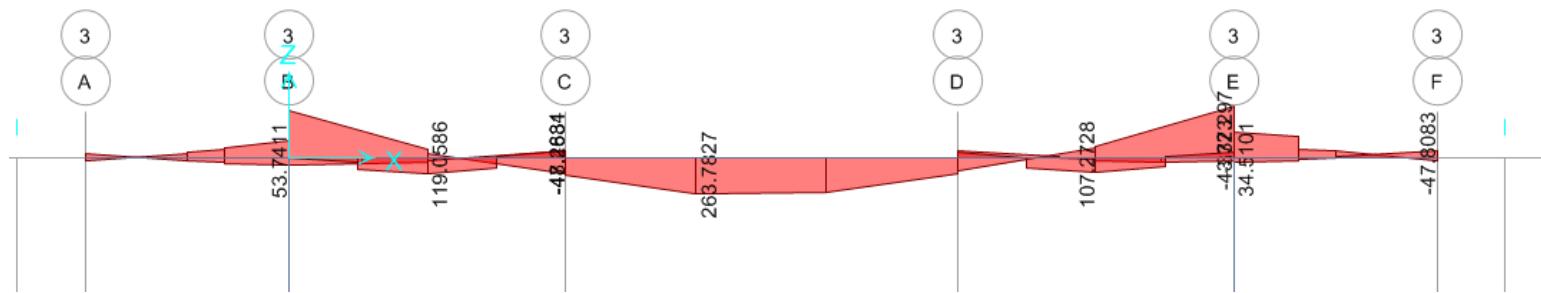


Ilustración 24 Diagrama de momentos Viga Tipo V-3

- *Diagrama para Cortante.*

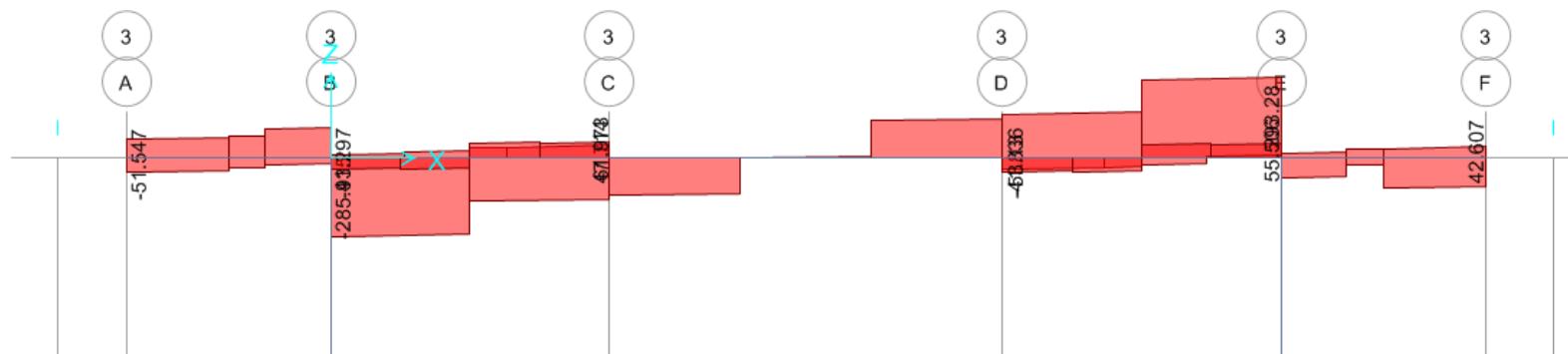


Ilustración 25 Diagrama de cortante Viga Tipo V-3

- **Momento, cortante y area de refuerzo.**

Tabla 16 Momento, cortante y area de refuerzo Viga Tipo V-3.

Location	FtopCombo	FtopMoment	FtopAMin	FbotCombo	FbotMoment	FbotAMin	Vcombo	Vforce
m	Text	Kn-m	m2	Text	Kn-m	m2	Text	Kn
0		0	0	DCONU1	20.534	0.000147	DCONU1	68.024
0.745	DCONU1	-36.6845	0.000273		0	0	DCONU1	80.442
1.015	DCONU1	-68.1404	0.000487		0	0	DCONU1	105.747
1.49	DCONU1	-341.2957	0.000765		0	0	DCONU1	285.935
2.505	DCONU1	-55.1499	0.000314		0	0	DCONU1	277.899
3.52		0	0	DCONU1	133.607	0.000765	DCONU1	149.047
4.47667		0	0	DCONU1	263.783	0.000765	DCONU1	128.305
5.43333		0	0	DCONU1	259.743	0.000765	DCONU1	136.805
6.39		0	0	DCONU1	119.108	0.000765	DCONU1	161.955
7.405	DCONU1	-78.6961	0.000489		0	0	DCONU1	285.244
8.42	DCONU1	-372.297	0.000765		0	0	DCONU1	293.28
8.895	DCONU1	-158.5679	0.000765		0	0	DCONU1	65.332
9.165	DCONU1	-48.522	0.000351		0	0	DCONU1	107.776
9.91		0	0	DCONU1	28.1134	0.000197	DCONU1	101.877

6.3.4 Viga Tipo V-4 (0.40x0.65).

- *Diagrama de momentos.*

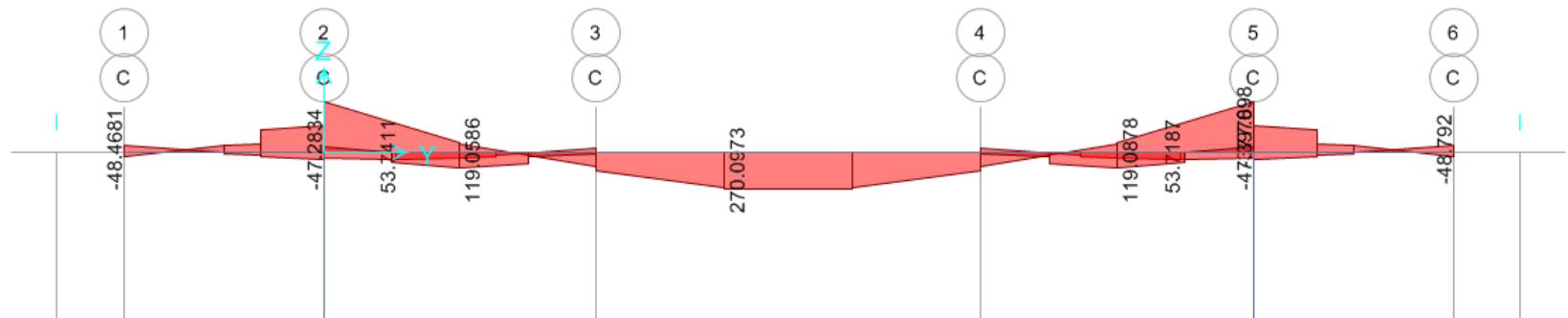


Ilustración 26 Diagrama de momentos Viga Tipo V-4

- *Diagrama para cortante.*

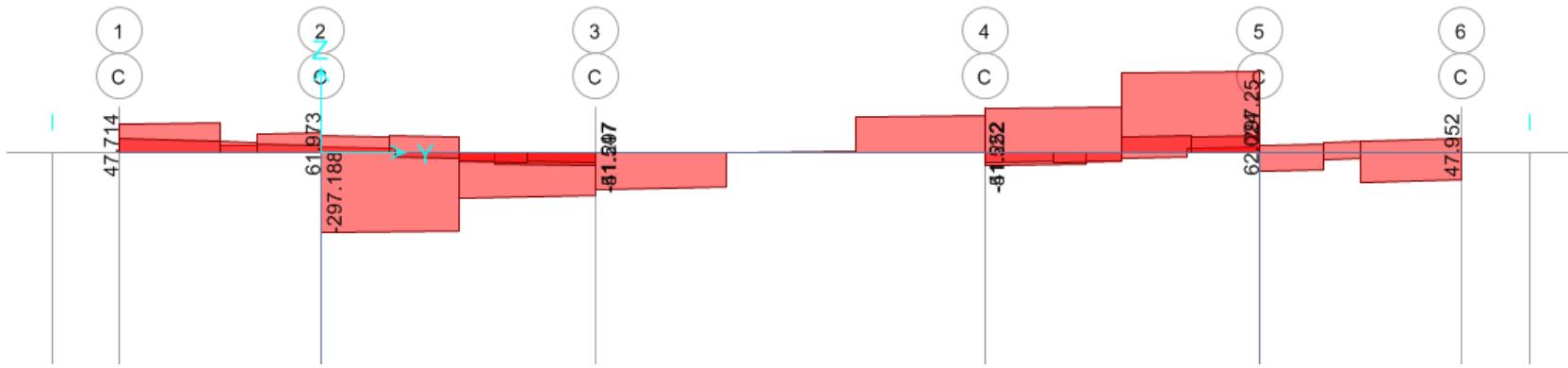


Ilustración 27 Diagrama de cortantea Tipo V-4

- **Momento, cortante y area de refuerzo.**

Tabla 17 Momento, cortante y area de refuerzo Viga Tipo V-4 .

Location m	FtopCombo Text	FtopMoment Kn-m	FtopAMin m2	FbotCombo Text	FbotMoment Kn-m	FbotAMin m2	Vcombo Text	Vforce Kn	Varea m2/m
0		0	0	DCONU1	27.6837	0.000194	DCONU1	104.255	0.000345
0.745	DCONU1	-52.677	0.000378		0	0	DCONU1	110.153	0.000345
1.015	DCONU1	-164.409	0.000765		0	0	DCONU1	66.364	0
1.49	DCONU1	-377.016	0.000765		0	0	DCONU1	297.188	0.000907
2.505	DCONU1	-79.4485	0.000499		0	0	DCONU1	289.152	0.000859
3.52		0	0	DCONU1	135.6367	0.000765	DCONU1	160.068	0.000345
4.47667		0	0	DCONU1	270.0973	0.000765	DCONU1	128.701	0.000345
5.43333		0	0	DCONU1	270.0564	0.000765	DCONU1	128.777	0.000345
6.39		0	0	DCONU1	135.5218	0.000765	DCONU1	160.16	0.000345
7.405	DCONU1	-79.4677	0.000499		0	0	DCONU1	289.214	0.00086
8.42	DCONU1	-377.098	0.000765		0	0	DCONU1	297.25	0.000908
8.895	DCONU1	-164.364	0.000765		0	0	DCONU1	66.382	0
9.165	DCONU1	-52.6087	0.000377		0	0	DCONU1	110.364	0.000345
9.91		0	0	DCONU1	27.8384	0.000195	DCONU1	104.466	0.000345

6.3.5 Viga Tipo V-5 (0.40x0.65).

- *Diagrama de momentos.*

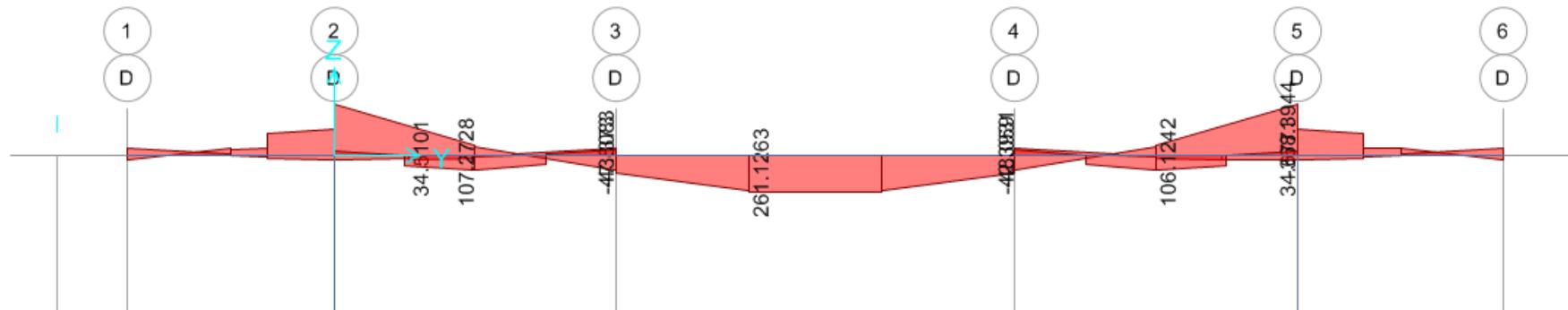


Ilustración 28 Diagrama de momentos Viga Tipo V-5..

- *Diagrama para cortante.*

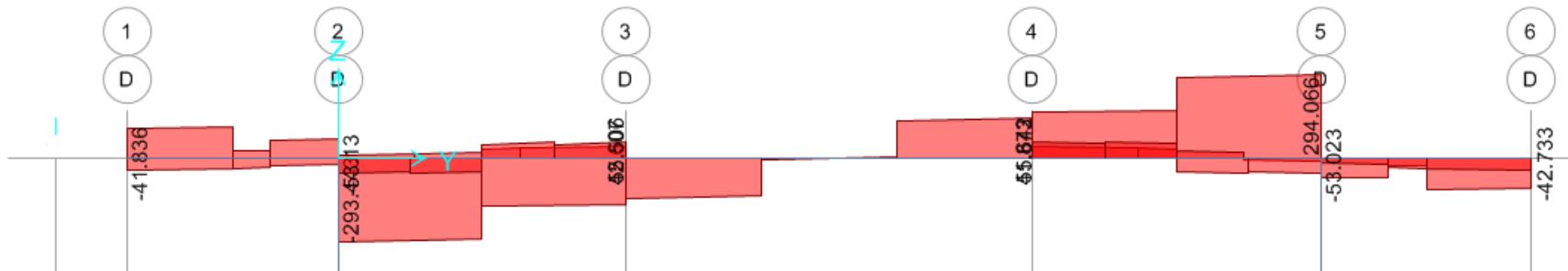


Ilustración 29 Diagrama de cortante Viga Tipo V-5 .

- **Momento, cortante y area de refuerzo.**

Tabla 18 Momento, cortante y area de refuerzo Viga Tipo V-5 .

Location	FtopCombo	FtopMoment	FtopAMin	FbotCombo	FbotMoment	FbotAMin	Vcombo	Vforce	Varea
m	Text	Kn-m	m2	Text	Kn-m	m2	Text	Kn	m2/m
0		0	0	DCONU1	28.4662	0.000199	DCONU1	102.883	0.000345
0.745	DCONU1	-50.379	0.000348		0	0	DCONU1	108.782	0.000345
1.015	DCONU1	-156.798	0.000765		0	0	DCONU1	65.449	0
1.49	DCONU1	-367.071	0.000765		0	0	DCONU1	293.443	0.000885
2.505	DCONU1	-73.3045	0.000457		0	0	DCONU1	285.408	0.000837
3.52		0	0	DCONU1	125.0978	0.000765	DCONU1	161.339	0.000345
4.47667		0	0	DCONU1	261.1263	0.000765	DCONU1	132.803	0.000345
5.43333		0	0	DCONU1	261.0753	0.000765	DCONU1	132.926	0.000345
6.39		0	0	DCONU1	125.2567	0.000765	DCONU1	161.868	0.000345
7.405	DCONU1	-73.9951	0.000462		0	0	DCONU1	286.031	0.000841
8.42	DCONU1	-368.394	0.000765		0	0	DCONU1	294.066	0.000889
8.895	DCONU1	-158.595	0.000765		0	0	DCONU1	65.871	0
9.165	DCONU1	-50.735	0.00035		0	0	DCONU1	109.393	0.000345
9.91		0	0	DCONU1	28.566	0.0002	DCONU1	103.495	0.000345

6.4 Vigas tipo (0.4x0.65) niveles 5, 4, 3, 2, 1.

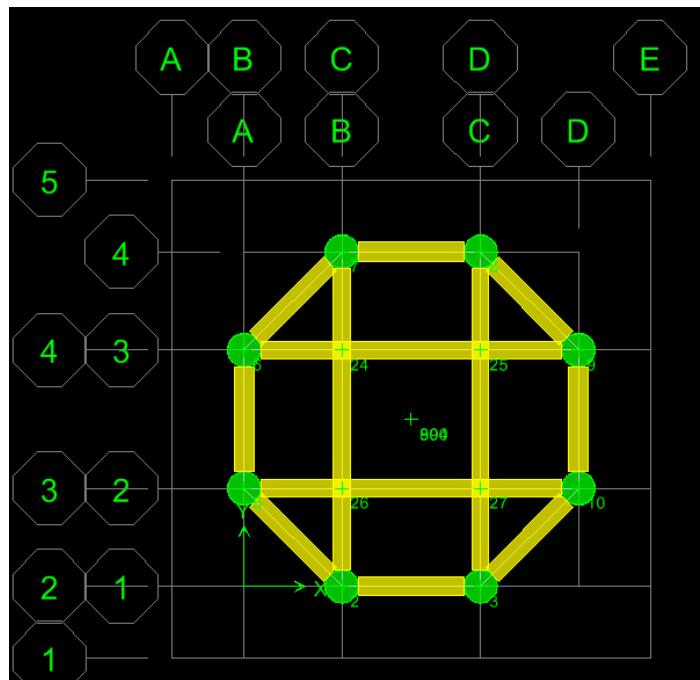


Ilustración 30 Disposición de vigas de los niveles inferiores en ETABS.

6.4.1 Diagrama de momentos.

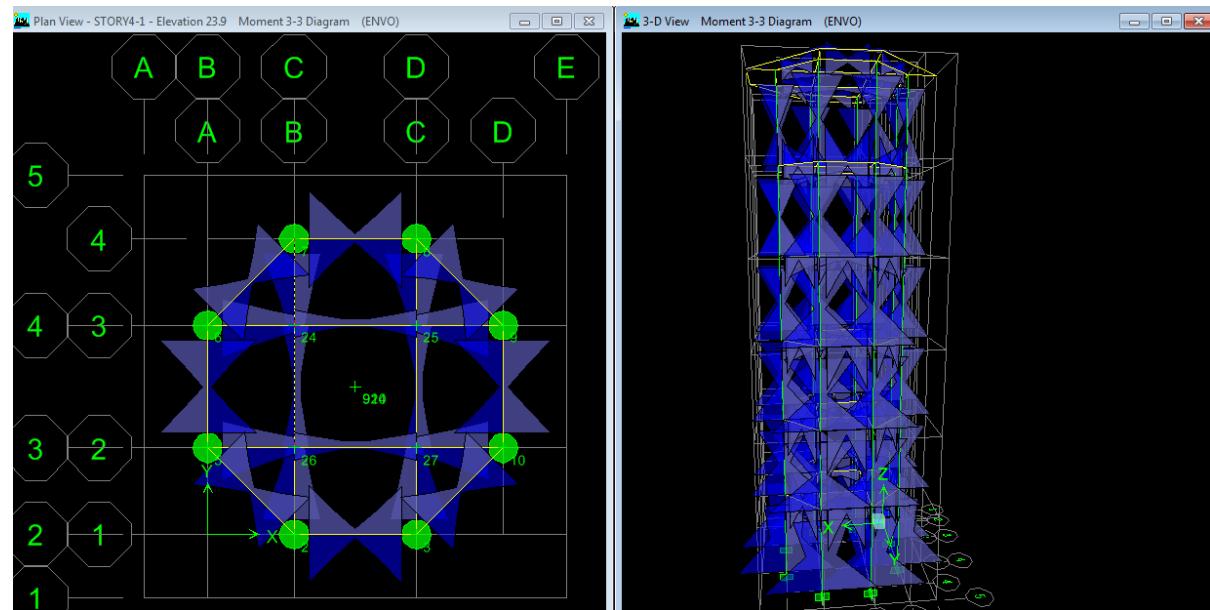


Ilustración 31 Diagrama de momentos en los pisos inferiores en ETABS.

6.4.2 Momentos maximos cortante y torsión.

Tabla 19 Momentos maximos y cortante en los pisos inferiores.

Story	Load	V2 Kn	T Kn- m	M3 Kn-m
NIVEL 5				
STORY4-1	ENVVV MAX	453.55	14.694	513.579
STORY4-1	ENVVV MAX	449.34	14.694	275.965
STORY4-1	ENVVV MAX	445.12	14.694	50.863
STORY4-1	ENVVV MAX	448.37	14.694	274.829
STORY4-1	ENVVV MAX	452.59	14.694	510.266
NIVEL 4				
STORY4	ENVVV MAX	568.71	18.961	646.343
STORY4	ENVVV MAX	564.5	18.961	346.037
STORY4	ENVVV MAX	560.28	18.961	60.991
STORY4	ENVVV MAX	563.89	18.961	344.35
STORY4	ENVVV MAX	568.1	18.961	642.815
NIVEL 3				
STORY3	ENVVV MAX	655.7	21.735	746.116
STORY3	ENVVV MAX	651.48	21.735	398.502
STORY3	ENVVV MAX	647.26	21.735	68.481
STORY3	ENVVV MAX	651.06	21.735	396.894
STORY3	ENVVV MAX	655.27	21.735	742.726
NIVEL 2				
STORY2	ENVVV MAX	721.88	22.976	820.507
STORY2	ENVVV MAX	717.66	22.976	436.889
STORY2	ENVVV MAX	713.44	22.976	71.96
STORY2	ENVVV MAX	717.4	22.976	435.252
STORY2	ENVVV MAX	721.62	22.976	817.141
NIVEL 1				
STORY1	ENVVV MAX	706.89	26.984	812.099
STORY1	ENVVV MAX	702.68	26.984	436.538
STORY1	ENVVV MAX	698.46	26.984	82.792
STORY1	ENVVV MAX	702.55	26.984	434.907
STORY1	ENVVV MAX	706.77	26.984	808.791

- **Nivel 5**

Tabla 20 Área de refuerzo.

Story	BayID	SecID	AsTopCombo	AsTop m2	AsBot m2	VCombo	VRebar m2
STORY4-2	V-1	VIGA40X65	ENVO	0.000568	0.000561	ENVO	0.000895
STORY4-2	V-2	VIGA40X65	ENVO	0.000291	0.00032	ENVO	0.000869
STORY4-2	V-3	VIGA40X65	ENVO	0.000142	0.000142	ENVO	0.000854
STORY4-2	V-4	VIGA40X65	ENVO	0.000289	0.000308	ENVO	0.000879
STORY4-2	V-5	VIGA40X65	ENVO	0.000574	0.000547	ENVO	0.000905

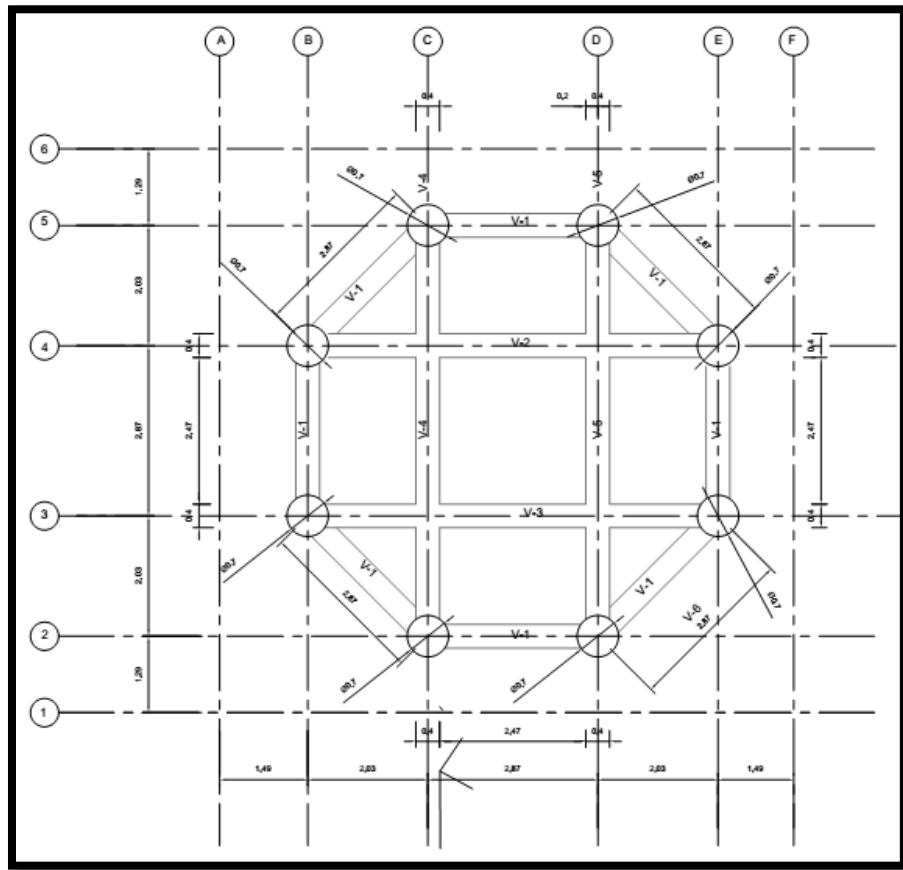


Ilustración 32 Vigas del Nivel 5.

• *Nivel 4*

Tabla 21 Área de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 4.

Story	BayID	SecID	AsTopCombo	AsTop m2	AsBot m2	VCombo	VRebar m2
STORY4-1	V-2	VIGA40X65	ENVO	0.000911	0.000924	ENVO	0.001401
STORY4-1	V-3	VIGA40X65	ENVO	0.000599	0.000659	ENVO	0.001376
STORY4-1	V-4	VIGA40X65	ENVO	0.0003	0.0003	ENVO	0.00135
STORY4-1	V-5	VIGA40X65	ENVO	0.000593	0.00066	ENVO	0.00137
STORY4-1	V-6	VIGA40X65	ENVO	0.0009	0.000922	ENVO	0.001395

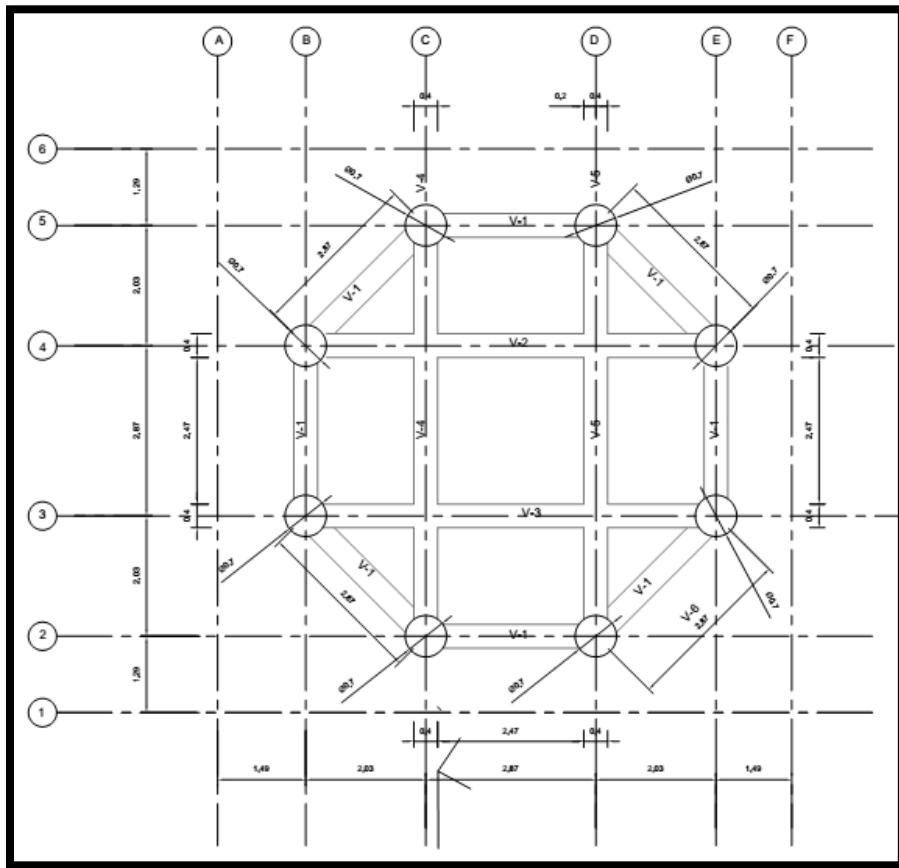


Ilustración 33 Vigas del Nivel 4.

• **Nivel 3**

Tabla 22 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 3.

Story	BayID	SecID	AsTopCombo	AsTop m2	AsBot m2	VCombo	VRebar m2
STORY3	V-2	VIGA40X65	ENVO	0.001353	0.001364	ENVO	0.002003
STORY3	V-3	VIGA40X65	ENVO	0.000783	0.000783	ENVO	0.001977
STORY3	V-4	VIGA40X65	ENVO	0.000437	0.000437	ENVO	0.001952
STORY3	V-5	VIGA40X65	ENVO	0.000783	0.000783	ENVO	0.001975
STORY3	V-6	VIGA40X65	ENVO	0.001345	0.001361	ENVO	0.002001

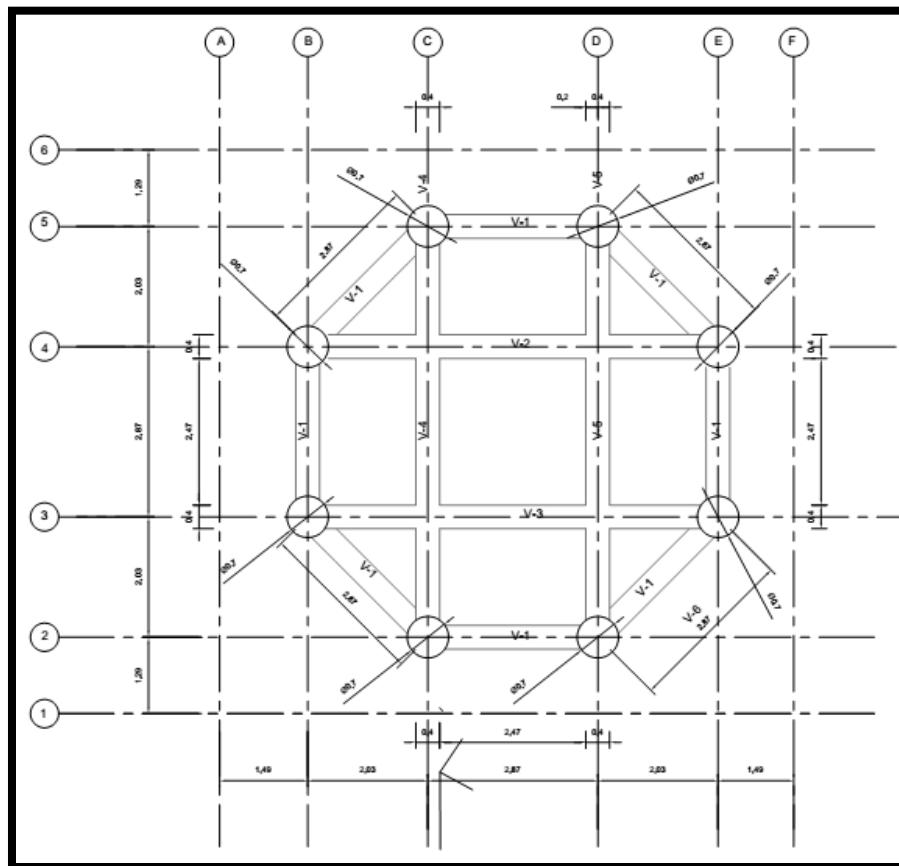


Ilustración 34 Vigas del Nivel 3.

• **Nivel 2**

Tabla 23 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 2.

Story	BayID	SecID	AsTopCombo	AsTop m2	AsBot m2	VCombo	VRebar m2
STORY2	V-2	VIGA40X65	ENVO	0.001499	0.001509	ENVO	0.002195
STORY2	V-3	VIGA40X65	ENVO	0.000783	0.000784	ENVO	0.00217
STORY2	V-4	VIGA40X65	ENVO	0.000481	0.000481	ENVO	0.002144
STORY2	V-5	VIGA40X65	ENVO	0.000783	0.000783	ENVO	0.002168
STORY2	V-6	VIGA40X65	ENVO	0.001492	0.001505	ENVO	0.002194

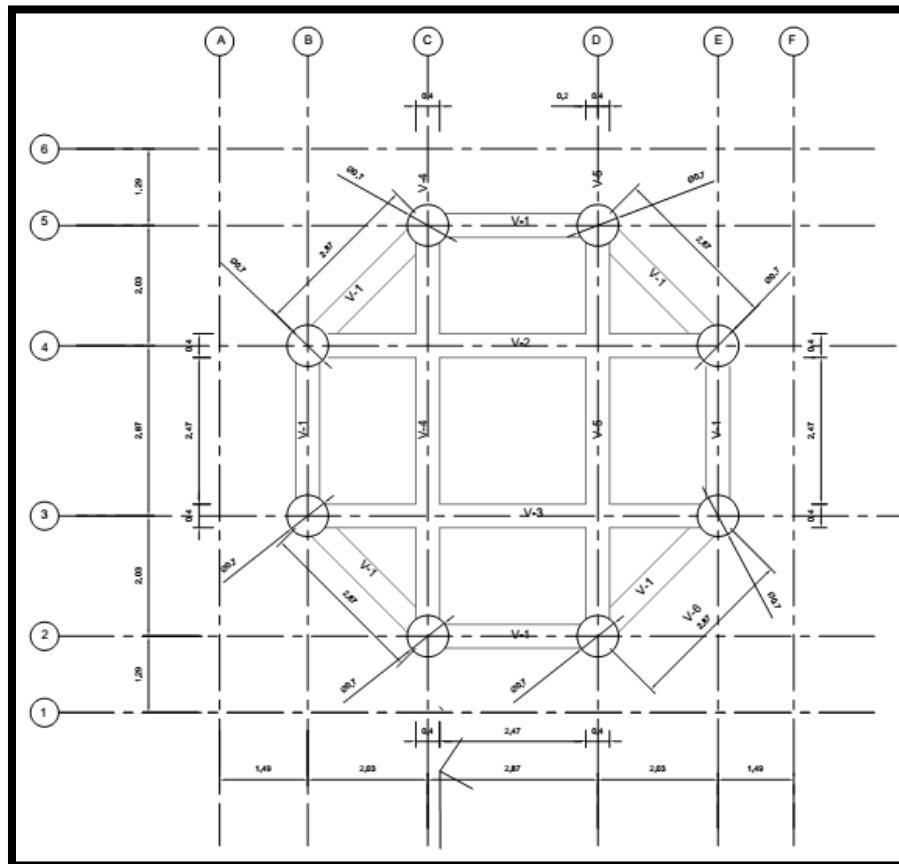


Ilustración 35 Vigas del Nivel 2.

- **Nivel 1.**

Tabla 24 Area de refuerzo Cortante(v) y momento nivel 2.

Story	BayID	SecID	AsTopCombo	AsTop m2	AsBot m2	VCombo	VRebar m2
STORY1	V-2	VIGA40X65	ENVO	0.001474	0.001492	ENVO	0.002167
STORY1	V-3	VIGA40X65	ENVO	0.000783	0.000783	ENVO	0.002141
7STORY1	V-4	VIGA40X65	ENVO	0.000476	0.000476	ENVO	0.002115
STORY1	V-5	VIGA40X65	ENVO	0.000783	0.000783	ENVO	0.00214
STORY1	V-6	VIGA40X65	ENVO	0.001468	0.001488	ENVO	0.002166

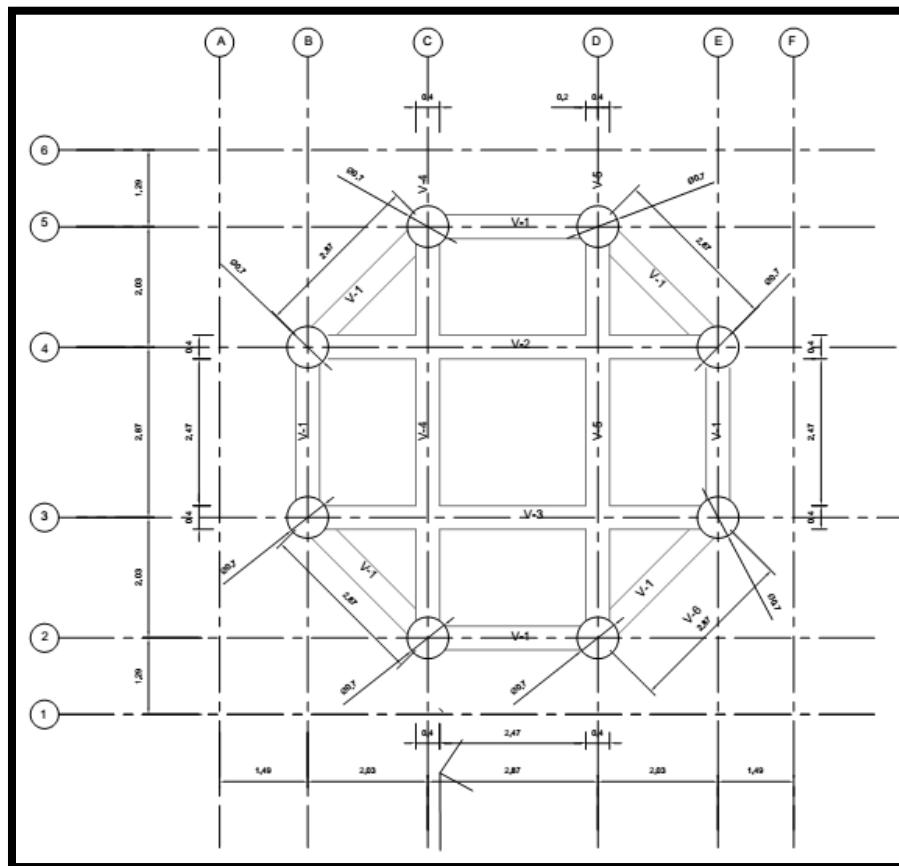


Ilustración 36 Vigas nivel 1.

6.5 Diseño de columnas.

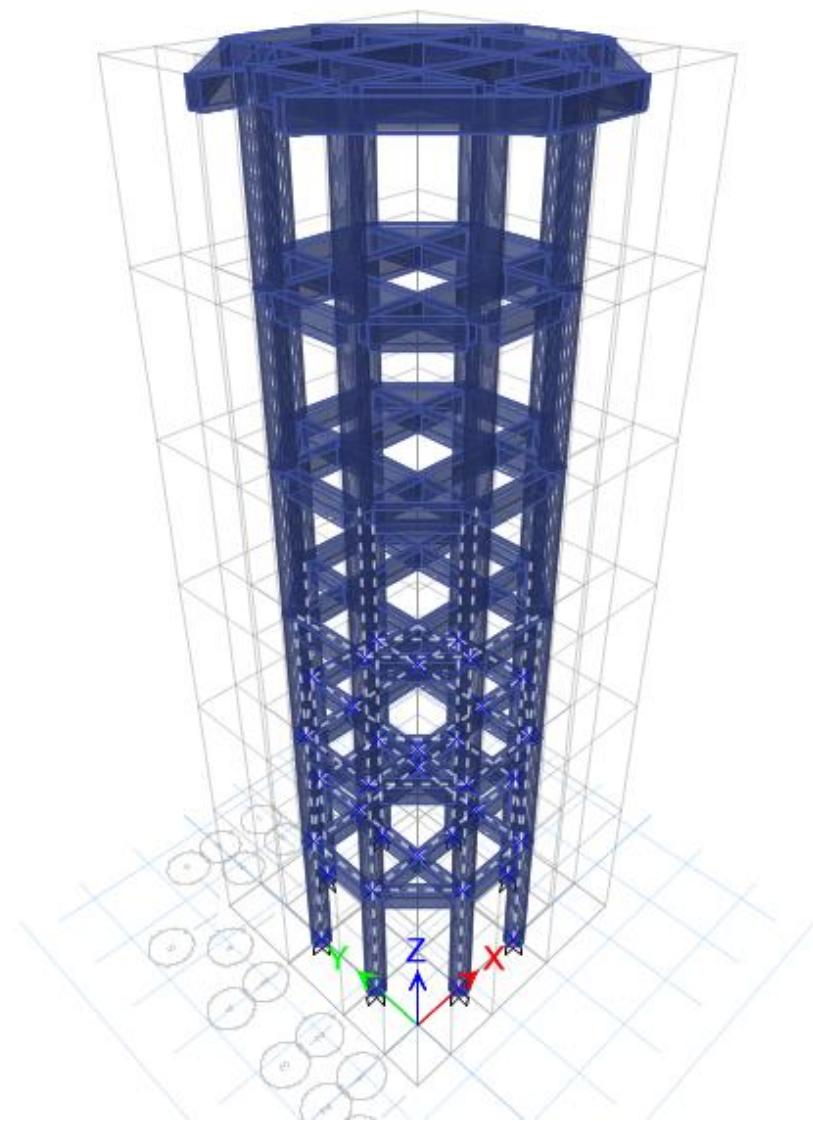


Ilustración 37 Modelo 3D ETABS v13.

6.5.1 Disposición de columnas.

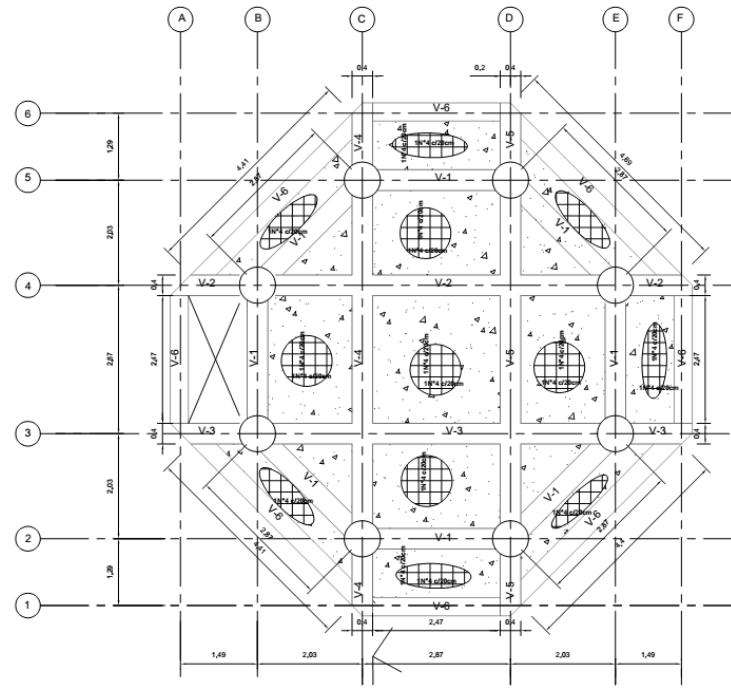


Ilustración 38 vista en planta de cubierta.

6.5.2 Disposición de columnas en el modelo.

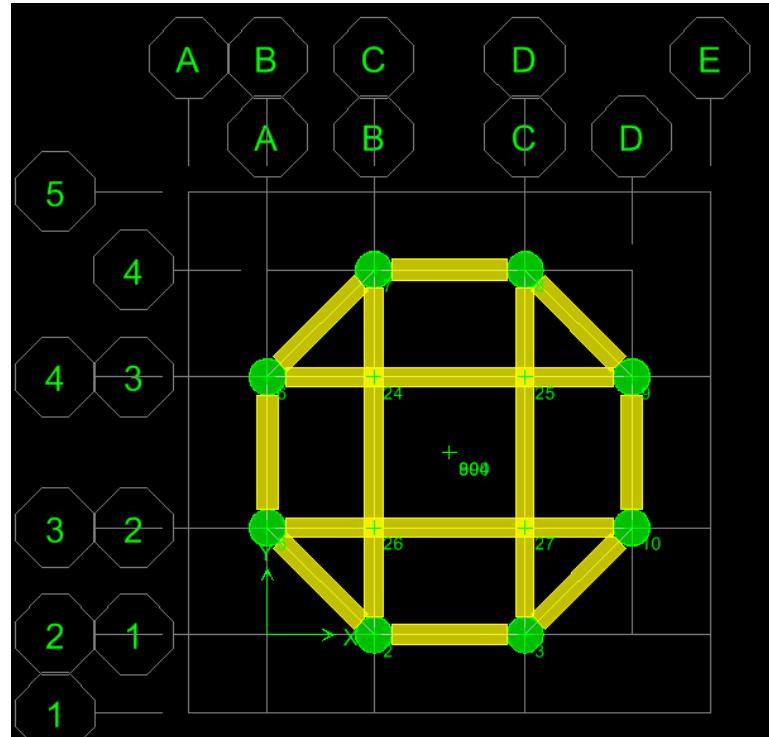


Ilustración 39 Disposición de vigas interiores de la estructura.

- **Columna C-4 cortante y momento.**

Tabla 25 olicitaciones de la columna C4.

Story	Column	Loc	P Kn	V2 Kn	T Kn-m	M3 Kn-m
STORY4-2	C2	0	620.63	273.31	4.246	578.045
STORY4-2	C2	4.05	-574.04	-273.31	-4.246	-528.966
STORY4-1	C2	4.05	1265.33	349.59	9.214	619.158
STORY4-1	C2	0	-1311.92	-349.59	-9.214	-796.935
STORY4	C2	0	2150.02	413.12	13.507	960.613
STORY4	C2	0	-2150.02	-413.12	-13.507	-960.613
STORY3	C2	0	3093.42	460.36	17.218	1084.756
STORY3	C2	0	-3093.42	-460.36	-17.218	-1084.76
STORY2	C2	0	4115.14	498.53	20.165	1202.407
STORY2	C2	0	-4115.14	-498.53	-20.165	-1202.41
STORY1	C2	0	5125.57	464.19	19.184	1399.56
STORY1	C2	0	-5125.57	-464.19	-19.184	-1399.56

- **Area de refuerzo**

Tabla 26 Area de refuerzo de la columna C2..

Story	ColLine	SecID	DesignOpt	Status	PMMCombo	As m ²	VMajRebar m ²	VMinRebar m ²
STORY4-2	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000852	0.000515
STORY4-2	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000852	0.000515
STORY4-2	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000852	0.000515
STORY4-1	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000906	0.00068
STORY4-1	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000906	0.00068
STORY4-1	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000906	0.00068
STORY4	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001069	0.000792
STORY4	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001069	0.000792

STORY4	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001069	0.000792
STORY3	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001192	0.000885
STORY3	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001192	0.000885
STORY3	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001192	0.000885

• *Columna D2 cortante y momento.*

Tabla 27 Solictaciones de la columna D2.

Story	Column	Loc	P Kn	V2 Kn	T Kn-m	M3 Kn-m
STORY4-2	D2	0	607.79	274.67	4.246	580.604
STORY4-2	D2	0	-607.79	-274.67	-4.246	-580.604
STORY4-1	D2	0	1307.05	350.2	9.214	798.582
STORY4-1	D2	0	-1307.05	-350.2	-9.214	-798.582
STORY4	D2	4.05	2102.41	413.93	13.507	714.277
STORY4	D2	4.05	-2102.41	-413.93	-13.507	-714.277
STORY3	D2	0	3094.85	461.18	17.218	1086.715
STORY3	D2	0	-3094.85	-461.18	-17.218	-1086.72
STORY2	D2	0	4118.44	499.37	20.165	1204.421
STORY2	D2	0	-4118.44	-499.37	-20.165	-1204.42
STORY1	D2	0	5130.2	465.07	19.184	1402.152
STORY1	D2	0	-5130.2	-465.07	-19.184	-1402.15

• *Columna D2 área de refuerzo.*

Tabla 28Area de refuerzo de la columna D2.

	ColLine	SecID	AsMin	As m ²	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar m ²
STORY4-2	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.475	ENVO	0.000853
STORY4-2	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.059	ENVO	0.000853
STORY4-2	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.45	ENVO	0.000853

STORY4-1	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.729	ENVO	0.000908
STORY4-1	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.108	ENVO	0.000908
STORY4-1	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.586	ENVO	0.000908
STORY4	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.949	ENVO	0.001073
STORY4	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.182	ENVO	0.001073
STORY4	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.744	ENVO	0.001073
STORY3	D2	COL70	0.003848	0.005182	1.171	ENVO	0.001195
STORY3	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.313	ENVO	0.001195
STORY3	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.909	ENVO	0.001195
STORY2	D2	COL70	0.003848	0.005182	1.397	ENVO	0.001296
STORY2	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.469	ENVO	0.001296
STORY2	D2	COL70	0.003848	0.005182	1.057	ENVO	0.001296
STORY1	D2	COL70	0.003848	0.005182	1.767	ENVO	0.001191
STORY1	D2	COL70	0.003848	0.005182	0.807	ENVO	0.001191
STORY1	D2	COL70	0.003848	0.005182	1.033	ENVO	0.001191

- **Columna C10 cortante y momento.**

Tabla 29 Solicitaciones de columna C10.

Story	Column	Loc	P Kn	V2 Kn	T Kn-m	M3 Kn-m
STORY4-2	C10	0	590.9	192.6	4.246	387.989
STORY4-2	C10	0	-590.9	-192.6	-4.246	-387.989
STORY4-1	C10	0	1292.73	252.48	9.214	560.679
STORY4-1	C10	0	-1292.73	-252.48	-9.214	-560.679
STORY4	C10	0	2136.43	295.13	13.507	679.103
STORY4	C10	0	-2136.43	-295.13	-13.507	-679.103
STORY3	C10	0	3084.06	330.58	17.218	778.461
STORY3	C10	0	-3084.06	-330.58	-17.218	-778.461
STORY2	C10	0	4108.22	354.31	20.165	856.175
STORY2	C10	0	-4108.22	-354.31	-20.165	-856.175
STORY1	C10	0	5120.1	389.95	19.184	1259.668
STORY1	C10	0	-5120.1	-389.95	-19.184	-1259.67

- **Area de refuerzo**

Tabla 27 Area de refuerzo de la columna C10..

Story	ColLine	SecID	DesignOpt	Status	PMMCombo	As m2	VMajRebar m2	VMinRebar m2
STORY4-2	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000852	0.000515
STORY4-2	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000852	0.000515
STORY4-2	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000852	0.000515
STORY4-1	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000906	0.00068
STORY4-1	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000906	0.00068

STORY4-1	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.000906	0.00068
STORY4	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001069	0.000792
STORY4	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001069	0.000792
STORY4	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001069	0.000792
STORY3	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001192	0.000885
STORY3	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001192	0.000885
STORY3	C2	COL70	Check	No Message	ENVO	0.003848	0.001192	0.000885

• **Columna B4 cortante y momento.**

Tabla 30 Solicitaciones de columnas B4

Story	Column	Loc	P Kn	V2 Kn	T Kn-m	M3 Kn-m
STORY4-2	B4	0	590.9	192.6	4.246	387.989
STORY4-2	B4	0	-590.9	-192.6	-4.246	-387.989
STORY4-1	B4	0	1292.73	252.48	9.214	560.679
STORY4-1	B4	0	-1292.73	-252.48	-9.214	-560.679
STORY4	B4	0	2136.43	295.13	13.507	<u>679.103</u>
STORY4	B4	0	-2136.43	-295.13	-13.507	-679.103
STORY3	B4	0	3084.06	330.58	17.218	778.461
STORY3	B4	0	-3084.06	-330.58	-17.218	-778.461
STORY2	B4	0	4108.22	354.31	20.165	856.175
STORY2	B4	0	-4108.22	-354.31	-20.165	-856.175
STORY1	B4	0	5120.1	389.95	19.184	1259.668
STORY1	B4	0	-5120.1	-389.95	-19.184	-1259.67

- *Columna B4 área de refuerzo.*

Tabla 31 Área de refuerzo de la columna B4

Story	ColLine	SecID	AsMin m ²	As m ²	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar m ²
STORY4-2	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.471	ENVO	0.00077
STORY4-2	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.057	ENVO	0.00077
STORY4-2	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.445	ENVO	0.00077
STORY4-1	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.724	ENVO	0.000685
STORY4-1	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.107	ENVO	0.000685
STORY4-1	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.582	ENVO	0.000685
STORY4	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.942	ENVO	0.000795
STORY4	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.183	ENVO	0.000795
STORY4	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.74	ENVO	0.000795
STORY3	B4	COL70	0.003848	0.005182	1.163	ENVO	0.000888
STORY3	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.315	ENVO	0.000888
STORY3	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.904	ENVO	0.000888
STORY2	B4	COL70	0.003848	0.005182	1.388	ENVO	0.000955
STORY2	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.471	ENVO	0.000955
STORY2	B4	COL70	0.003848	0.005182	1.053	ENVO	0.000955
STORY1	B4	COL70	0.003848	0.005182	1.76	ENVO	0.001011
STORY1	B4	COL70	0.003848	0.005182	0.807	ENVO	0.001011
STORY1	B4	COL70	0.003848	0.005182	1.031	ENVO	0.001011

- ***Columna C5 cortante y momento.***

Tabla 32 Solicitaciones de la columna C5.

Story	Column	Loc	P	V2 Kn	T Kn	M3 Kn-m	M3 Kn-m
STORY4-2	C5	0	620.63	273.31	4.246	578.045	
STORY4-2	C5	0	-620.63	-273.31	-4.246	-578.045	
STORY4-1	C5	0	1311.92	349.59	9.214	796.935	
STORY4-1	C5	0	-1311.92	-349.59	-9.214	-796.935	
STORY4	C5	0	2150.02	413.12	13.507	960.613	
STORY4	C5	0	-2150.02	-413.12	-13.507	-960.613	
STORY3	C5	0	3093.42	460.36	17.218	1084.756	
STORY3	C5	0	-3093.42	-460.36	-17.218	-1084.76	
STORY2	C5	0	4115.14	498.53	20.165	1202.407	
STORY2	C5	0	-4115.14	-498.53	-20.165	-1202.41	
STORY1	C5	0	5125.57	464.19	19.184	1399.56	
STORY1	C5	0	-5125.57	-464.19	-19.184	-1399.56	

- ***Columna C5 área de refuerzo.***

Tabla 33 Area de refuerzo de la columna C5.

Story	ColLine	SecID	AsMin	As	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar
STORY4-2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.471	ENVO	0.000852
STORY4-2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.059	ENVO	0.000852
STORY4-2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.447	ENVO	0.000852
STORY4-1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.726	ENVO	0.000906
STORY4-1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.108	ENVO	0.000906
STORY4-1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.584	ENVO	0.000906
STORY4	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.946	ENVO	0.001069

STORY4	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.182	ENVO	0.001069
STORY4	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.742	ENVO	0.001069
STORY3	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.167	ENVO	0.001192
STORY3	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.313	ENVO	0.001192
STORY3	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.906	ENVO	0.001192
STORY2	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.393	ENVO	0.001293
STORY2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.469	ENVO	0.001293
STORY2	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.055	ENVO	0.001293
STORY1	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.762	ENVO	0.001187
STORY1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.808	ENVO	0.001187
STORY1	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.031	ENVO	0.001187

• *Columna D5 cortante y momento.*

Tabla 34Solicitudes de la columna D5

Story	Column	Loc	P	V2	T	M3
			Kn	Kn	Kn-m	Kn-m
STORY4-2	D5	0	607.79	274.67	4.246	580.604
STORY4-2	C5	0	-607.79	-274.67	-4.246	-580.604
STORY4-1	C5	0	1307.05	350.2	9.214	798.582
STORY4-1	C5	0	-1307.05	-350.2	-9.214	-798.582
STORY4	C5	0	2149	413.93	13.507	962.53
STORY4	C5	0	-2149	-413.93	-13.507	-962.53
STORY3	C5	0	3094.85	461.18	17.218	1086.715
STORY3	C5	0	-3094.85	-461.18	-17.218	-1086.72
STORY2	C5	0	4118.44	499.37	20.165	1204.421
STORY2	C5	0	-4118.44	-499.37	-20.165	-1204.42
STORY1	C5	0	5130.2	465.07	19.184	1402.152

STORY1	C5	0	-5130.2	-465.07	-19.184	-1402.15
--------	----	---	---------	---------	---------	----------

- *Columna C5 área de refuerzo.*

Tabla 35 Area de refuerzo de la columna C5.

Story	ColLine	SecID	AsMin	As	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar
STORY4-2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.475	ENVO	0.000853
STORY4-2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.059	ENVO	0.000853
STORY4-2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.45	ENVO	0.000853
STORY4-1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.729	ENVO	0.000908
STORY4-1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.108	ENVO	0.000908
STORY4-1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.586	ENVO	0.000908
STORY4	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.949	ENVO	0.001073
STORY4	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.182	ENVO	0.001073
STORY4	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.744	ENVO	0.001073
STORY3	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.171	ENVO	0.001195
STORY3	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.313	ENVO	0.001195
STORY3	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.909	ENVO	0.001195
STORY2	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.397	ENVO	0.001296
STORY2	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.469	ENVO	0.001296
STORY2	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.057	ENVO	0.001296
STORY1	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.767	ENVO	0.001191
STORY1	C5	COL70	0.003848	0.005182	0.807	ENVO	0.001191
STORY1	C5	COL70	0.003848	0.005182	1.033	ENVO	0.001191

- ***Columna E4 cortante y momento.***

Tabla 36 Solicitaciones de la columna E4.

Story	Column	Loc	P	V2	T	M3
				Kn	Kn	Kn-m
STORY4-2	E4	0	608.43	193.74	4.246	389.851
STORY4-2	E4	0	-608.43	-193.74	-4.246	-389.851
STORY4-1	E4	0	1306.95	252.54	9.214	561.165
STORY4-1	E4	0	-1306.95	-252.54	-9.214	-561.165
STORY4	E4	0	2148.6	295.49	13.507	679.96
STORY4	E4	0	-2148.6	-295.49	-13.507	-679.96
STORY3	E4	0	3094.38	330.92	17.218	779.34
STORY3	E4	0	-3094.38	-330.92	-17.218	-779.34
STORY2	E4	0	4117.72	354.7	20.165	857.156
STORY2	E4	0	-4117.72	-354.7	-20.165	-857.156
STORY1	E4	0	5129.12	390.34	19.184	1260.821
STORY1	E4	0	-5129.12	-390.34	-19.184	-1260.82

- ***Columna E4 area de refuerzo.***

Tabla 37 Area de Refuerzo de la columna E4.

Story	ColLine	SecID	AsMin	As	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar
STORY4-2	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.474	ENVO	0.000813
STORY4-2	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.059	ENVO	0.000813
STORY4-2	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.449	ENVO	0.000813
STORY4-1	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.727	ENVO	0.000686
STORY4-1	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.108	ENVO	0.000686

STORY4-1	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.584	ENVO	0.000686
STORY4	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.945	ENVO	0.000797
STORY4	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.181	ENVO	0.000797
STORY4	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.741	ENVO	0.000797
STORY3	E4	COL70	0.003848	0.005182	1.166	ENVO	0.000889
STORY3	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.313	ENVO	0.000889
STORY3	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.906	ENVO	0.000889
STORY2	E4	COL70	0.003848	0.005182	1.392	ENVO	0.000957
STORY2	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.469	ENVO	0.000957
STORY2	E4	COL70	0.003848	0.005182	1.055	ENVO	0.000957
STORY1	E4	COL70	0.003848	0.005182	1.766	ENVO	0.001012
STORY1	E4	COL70	0.003848	0.005182	0.805	ENVO	0.001012

- *Columna E3 cortante y momento.*

Tabla 38 Solicitaciones de la columna E3.

Story	Column	Loc	P	V2	T	M3
				Kn	Kn	Kn-m
STORY4-2	E3		0	608.43	193.74	4.246
STORY4-2	E3		0	-608.43	-193.74	-4.246
STORY4-1	E3		0	1306.95	252.54	9.214
STORY4-1	E3		0	-1306.95	-252.54	-9.214
STORY4	E3		0	2148.6	295.49	13.507
STORY4	E3		0	-2148.6	-295.49	-13.507
STORY3	E3		0	3094.38	330.92	17.218
STORY3	E3		0	-3094.38	-330.92	-17.218
STORY2	E3		0	4117.72	354.7	20.165

STORY2	E3	0	-4117.72	-354.7	-20.165	-857.156
STORY1	E3	0	786.93	140.1	7.224	445.847
STORY1	E3	0	5129.12	390.34	19.184	1260.821
STORY1	E3	0	-5129.12	-390.34	-19.184	-1260.82

- *Columna E3 area de refuerzo.*

Tabla 39 area de refuerzo de la columna E3.

Story	ColLine	SecID	AsMin	As	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar
STORY4-2	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.474	ENVO	0.000813
STORY4-2	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.059	ENVO	0.000813
STORY4-2	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.449	ENVO	0.000813
STORY4-1	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.727	ENVO	0.000686
STORY4-1	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.108	ENVO	0.000686
STORY4-1	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.584	ENVO	0.000686
STORY4	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.945	ENVO	0.000797
STORY4	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.181	ENVO	0.000797
STORY4	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.741	ENVO	0.000797
STORY3	E3	COL70	0.003848	0.005182	1.166	ENVO	0.000889
STORY3	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.313	ENVO	0.000889
STORY3	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.906	ENVO	0.000889
STORY2	E3	COL70	0.003848	0.005182	1.392	ENVO	0.000957
STORY2	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.469	ENVO	0.000957
STORY2	E3	COL70	0.003848	0.005182	1.055	ENVO	0.000957
STORY1	E3	COL70	0.003848	0.005182	1.766	ENVO	0.001012
STORY1	E3	COL70	0.003848	0.005182	0.805	ENVO	0.001012
STORY1	E3	COL70	0.003848	0.005182	1.032	ENVO	0.001012

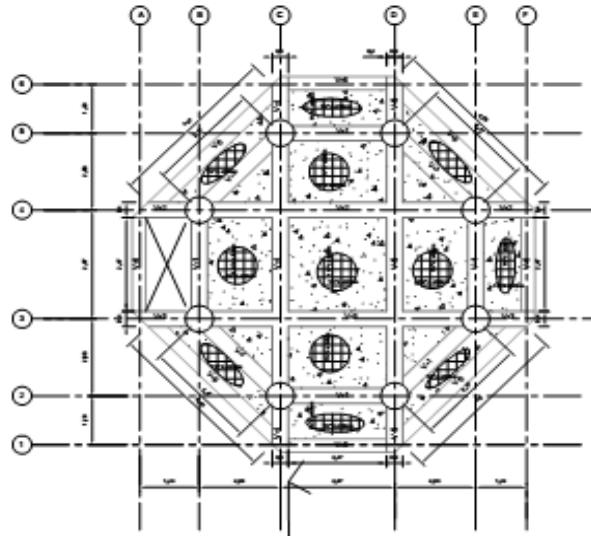
6.6 PLANOS DE DISEÑO

PLACA MACIZA DE CUBIERTA

Esp 40cm

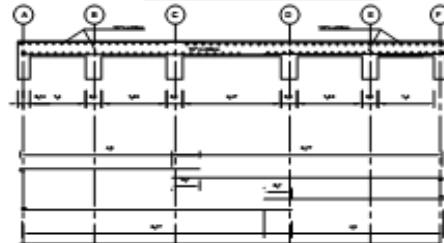
Refuerzo superior e inferior, sección tipo

Detalle del refuerzo superior

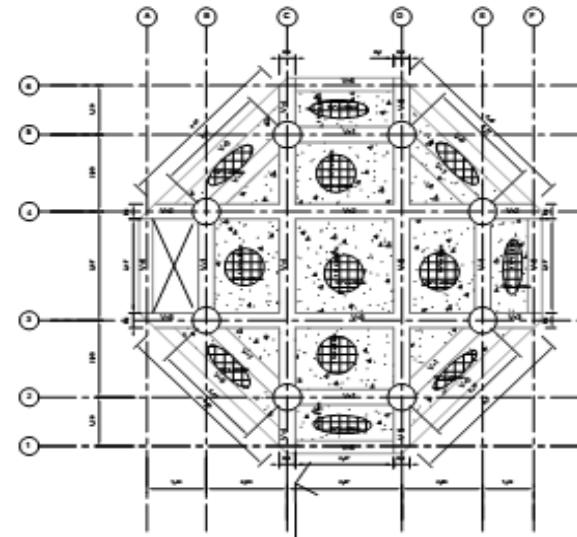


Sección transversal de placa tipo.

Detalle del refuerzo superior e inferior.



Detalle del refuerzo inferior



Zona de amenaza Sismica: Intermedia
Nivel de Importancia estructura: IV
coeficiente de importancia:1.5

Parametros sismicos
 Aa=0.150 Pv=2.70
 Av=0.200 Pa=0.95

$\Delta V = 0.200$ $R_s = 0.35$

Propiedades de

$f'_c = 28.1 \text{ MPa}$

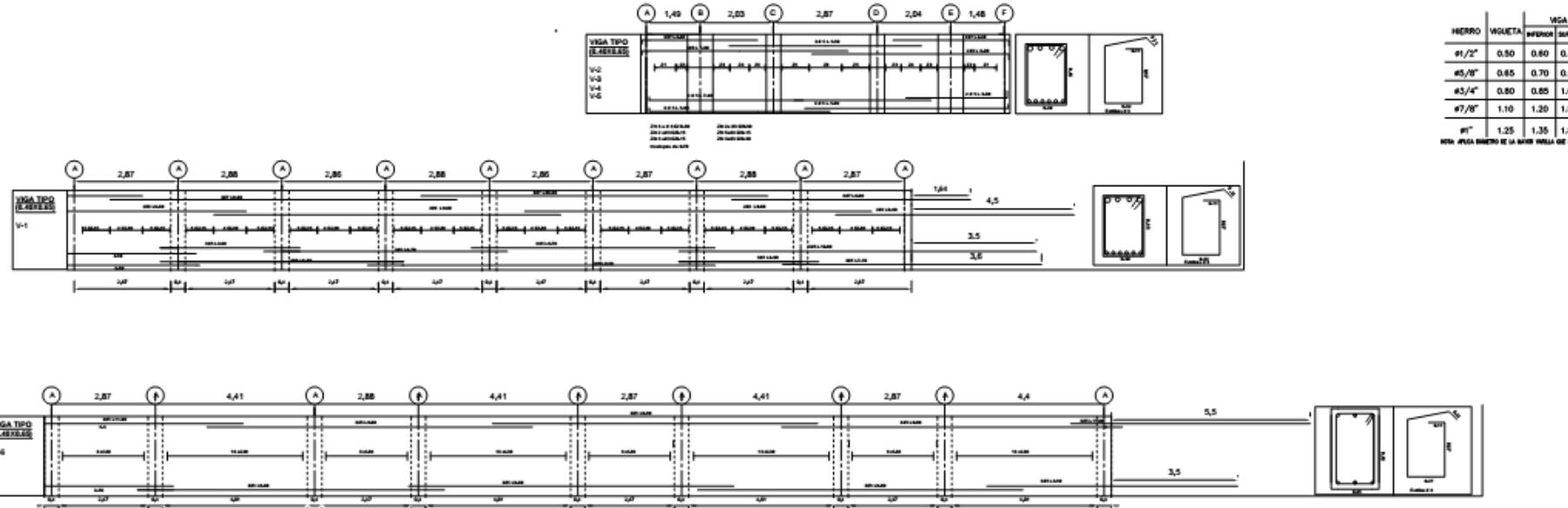
Fy = 420 Mpa

870 -

Digitized by srujanika@gmail.com

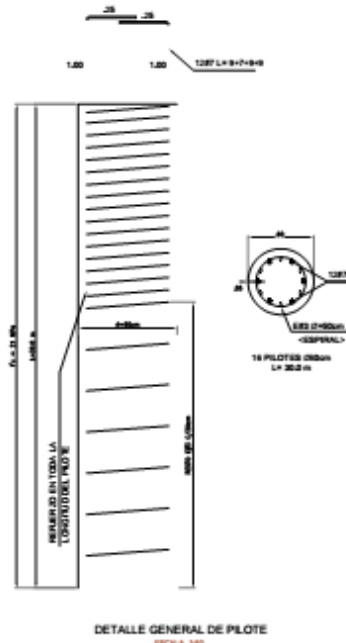
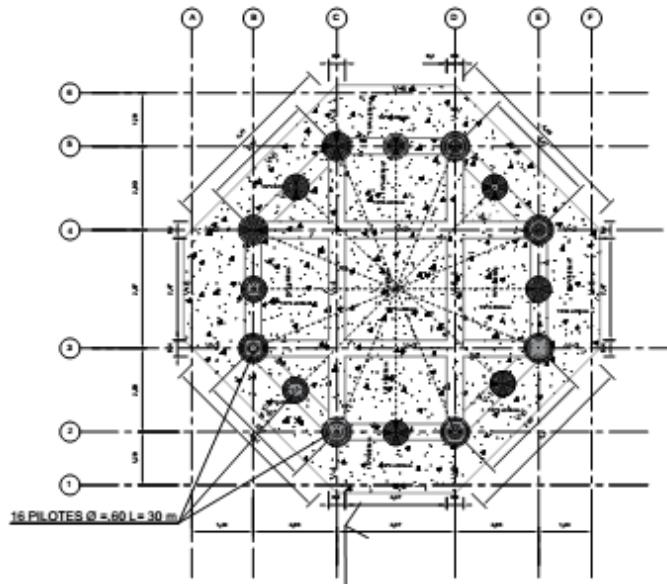
Digitized by srujanika@gmail.com

DESPIECE DE VIGAS Y COLUMNAS.

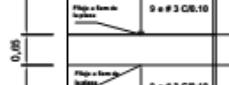
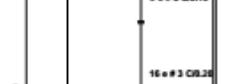


PLACA MACIZA DE CIMENTACIÓN

Disposición de pilotes.



Detalle de Columnas

<u>Nivel de flejes</u>	<u>Despiece Columna</u>	<u>Sección Transversal</u>
0.65	 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10 16 e #3 C0.20 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10	
0.85	 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10 16 e #3 C0.20 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10	
0.85	 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10 16 e #3 C0.20 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10	 Fleje circular longitud 3.00
0.85	 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10 16 e #3 C0.20 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10	 8.62 8.12 8.12
0.85	 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10 16 e #3 C0.20 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10	
1.2	 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10 16 e #3 C0.20 Fleje a base de la placa 9 e #3 C0.10	

7 Conclusiones

- Las solicitudes más influyentes en esta estructura fueron las sísmicas y las del peso propio, siendo el sismo una fuerza inercial no tuvo una incidencia importante en los primeros cinco niveles de la estructura, a nivel de cubierta existía un fenómeno llamado péndulo invertido que hace que la estructura se mueva con dirección contraria al vector del sismo. Por otra parte el viento no tiene mayor incidencia sobre esta ya que no expone un área superficial a la ráfaga de viento el factor de ráfaga es casi nulo por ende no influye de manera considerable en el análisis.
- Este tipo de estructura al ser de un nivel de importancia IV y con capacidad de disipación especial de energía (DES), hacen que la ductilidad del elemento juegue un papel importante dándole una mayor participación al refuerzo al momento de someterse a cualquier solicitud y conjunto a la rigidez proporcionada por el concreto logre trabajar en un sistema elasto-plástico como se espera en el comportamiento de cualquier estructura de este tipo.
- Un análisis dinámico es más detallado para este tipo de estructuras que el método del cortante Basal, debido a que este emplea todos los modos de vibración de la estructura generando una envolvente a lo largo de esta y acercando más a la realidad el comportamiento durante una eventualidad sísmica, de esta manera se garantiza que la estructura se diseñe acorde al movimiento sísmico de diseño, aunque aún no se puede simular el sismo en el programa, con el espectro elástico de respuesta podemos tener la respuesta esperada de acuerdo a los parámetros sísmicos de la zona.
- Este tipo de estructuras se diseñan bajo un criterio que permite la ductilidad del elemento lo cual hace que los elementos que conforman la estructura sufran un daño corregible y sin afectar la integridad del pórtico ya que los daños son mínimos.
- Con este diseño se logran todos los objetivos propuestos al inicio de este trabajo, los cuales fueron analizar un predimensionamiento, modelar en los programas SAP2000, ETABS y SAFE, basados en elementos finitos. Generar un concepto de diseño sobre el comportamiento de la estructura ante los diferentes eventos sísmicos y solicitudes de carga en la estructura.
- Las dimensiones planteadas en el diseño obedecen a que se requiere rigidizar la estructura con la finalidad de que cumplan derivas más no a las solicitudes de carga que generan el peso propio de la estructura. Ya que al estar bien distribuidas las cargas tienen una óptima distribución en las vigas y luego a cimentación.

8 Bibliografía.

- ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA SÍSMICA. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIAO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE TITULO B NUMERAL B.2.4.2*. BOGOTA.
- AIS. (2010). Norma de Diseño Sismo Resistente para Colombia. En A. C. Sismica, *Titulo A Metodo de Analisis Dinamico* (págs. A67-A80). Bogota.
- AIS. (2010). Norma de Diseño Sismo Resistente para Colombia. En A. C. Sismica, *Titulo C Norma de Diseño Sismoresistente para Colombia*. Bogota: AIS.
- AIS. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. En A. C. Sismica, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente Titulo B* (págs. B9-B14). Bogota: AIS.
- AIS. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente . In A. C. Sismica, *Titulo A Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente* (pp. A13-A38). Bogota: AIS.
- AIS. (2010). Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente NSR 10. En A. d. Sismica, *Titulo A*. Bogota: AIS.
- Awad, R. R. (2012). *Análisis y diseño sismico de edificios*. Medellin: Fondo Editorial.
- DANE. (02 de 10 de 2016). *La población proyectada de Colombia es*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/reloj/>
- McCormac, J. C. (2011). *Diseño de concreto reforzado*. mexico: Alfaomega.
- S., M. A. (s.f.). *ANÁLISIS COMPARATIVO EN COSTOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE MUROS*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogota.
- Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá. . (2010). DECRETO 523 DE 2010. En S. G. D.C., *Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.* Bogota.