



MEMORIAS DE CÁLCULO

Proyecto Villa Olímpica – Leticia Amazonas

(Unidad estructural pórtico zona administrativa coliseo)

Diseño Estructural.

Ing. Ferney Smith Prieto
Especialista en estructuras



CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES.....	4
1.1 Descripción general del proyecto.....	4
1.2 Datos del proyecto.....	5
1.3 Plantas de piso.....	6
1.4 Pre-dimensionamiento del sistema estructural.....	12
2. EVALUACIÓN DE CARGAS.....	12
2.1 Evaluación de Cargas de losa.....	12
2.2 Fuerzas sísmicas.....	13
2.3 Combinaciones de carga.....	14
3. MODELACIÓN ESTRUCTURAL.....	18
3.1 Fuerza Horizontal Equivalente (FHE).....	18
3.2 Análisis Modal.....	21
3.3 Reacción de la estructura.....	22
3.4 Chequeo de derivas.....	24
3.5 Chequeo de umbral de daño.....	26
3.6 Comprobación de columna fuerte - viga débil.....	30
4. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	32
4.1 Diseño de vigas (Anexo 1).....	32
4.2 Diseño de Columnas (Anexo 2).....	32
4.3 Diseño de Cimentación (Anexo 3).....	32
5. DISEÑO DE ELEMENTOS QUE NO HACEN PARTE DEL SRS.....	32
5.1 Diseño de Elementos no estructurales (Anexo 4).....	32
5.2 Clasificación contra incendios (Anexo 5).....	32
6. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES.....	33



TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Planta segundo nivel.	6
Ilustración 2 Labels y unique name segundo nivel.	7
Ilustración 3 Planta tercer nivel.	8
Ilustración 4 Planta tercer nivel labels y unique name	9
Ilustración 5 Columna fuerte viga débil eje 7	30
Ilustración 14 Clasificación de subgrupo por NSR-10.	45
Ilustración 15 Categorización contra el fuego.....	45
Ilustración 16 Resistencia requerida contra el fuego en Hrs.	46
Ilustración 17 Recubrimientos mínimos de losas y vigas de acuerdo con NSR-10	46



DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA ETABS V.2016

ETABS 2016 es un software utilizado para el análisis y diseño estructural de edificios, es un software que ofrece un conjunto de herramientas para ingenieros estructurales que diseñan edificios, tanto si están trabajando en estructuras de un solo piso, así como los más altos rascacielos. En el presente programa se diseñó una estructura administrativa, ubicado en Leticia, Amazonas - Colombia; en el cual se ingresaron diferentes datos generales como las especificaciones de los materiales, dimensiones, tipo de diseño en los elementos estructurales. Todo esto para llegar a diferentes resultados que se necesitaran para los diseños realizados por el ingeniero estructural, entre estos resultados se puede tener un cálculo automático de centros de masas, de centros de rigideces, cálculo automático de fuerzas sísmicas, sus excentricidades y aplicación en el centro de masas, cálculo automático de masas del edificio a partir de los casos de carga elegidos, diseño de elementos viga y columna de concreto, entre otros.

MathCAD es un software algebraico de computadora, intuitivo, interactivo y colaborativo que ofrece soluciones a estudiantes, profesores y profesionales en distintas áreas del conocimiento relacionadas con la Matemática, la Física, la Química, la Electrónica, la Mecánica, la Eléctrica e Industrial, por mencionar algunas, diseñado principalmente para la verificación, validación, documentación y cálculos de ingeniería.

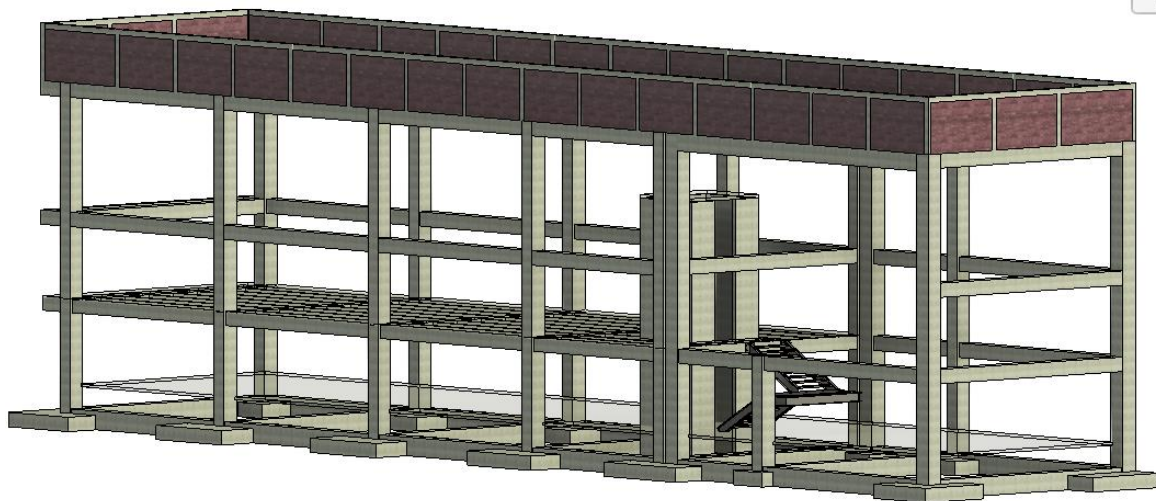


1. GENERALIDADES.

1.1 Descripción general del proyecto.

El informe contiene las memorias de cálculo para el proyecto de la unidad administrativa del coliseo departamental en el cual se realiza análisis de estructura de manera independiente por medio del sistema estructural péndulo invertido, ubicado en el municipio de Leticia, Amazonas; El proyecto está planteado arquitectónicamente en dos niveles; que de acuerdo con su uso y provisiones de solicitante se clasifica como una estructura de especial - Grupo III, según la NSR-10. Para su análisis sísmico se realizó por medio del análisis dinámico modal espectral en el programa estructural ETABS versión 16.1.2. En dicho software se analizará: deformaciones, control de derivas y umbral de daño, a fin de establecer las dimensiones de los elementos estructurales.

El actual proyecto se sigue de acuerdo con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Estructura formada por pórticos construidos en concreto reforzado, los cuales transmiten las solicitaciones a las columnas trasladándola a la cimentación. Para el diseño de la estructura se ha tenido en cuenta una capacidad Especial de disipación de energía (DES).





1.2 Datos del proyecto.

Parámetros sísmicos:

- Uso: Institucional
- Ciudad: Leticia, Amazonas.
- Zona de amenaza sísmica: Baja.
- Altura general de entrepiso: 3.00 m
- Perfil de suelo = D
- Parámetros de sitio: $A_a = 0.05$
 $A_v = 0.05$
- Coeficiente de importancia de la edificación: $I = 1.25$ (Grupo de uso III)
- Coeficiente de capacidad de disipación de energía: $R_o = 2.5$
- Tipo de Sistema Estructural: Pórticos en concreto resistente a momentos

1.2.1 Especificaciones de los materiales.

Material		[Kg/cm ²]	[MPa]
Concreto de Columnas	F'c	280	28
Concreto de Vigas	F'c	280	28
Acero $\Phi > 3/8$	Fy	4200	420
Malla electrosoldada	Fy	4850	485

1.2.2 Geometría de los elementos.

Elementos	Dimensiones [cm]
Columna Tipo I	50x60
Columna Tipo II	60x60
Viga Tipo I	50x50
Viga Tipo II	60x60



1.3 Plantas de piso.

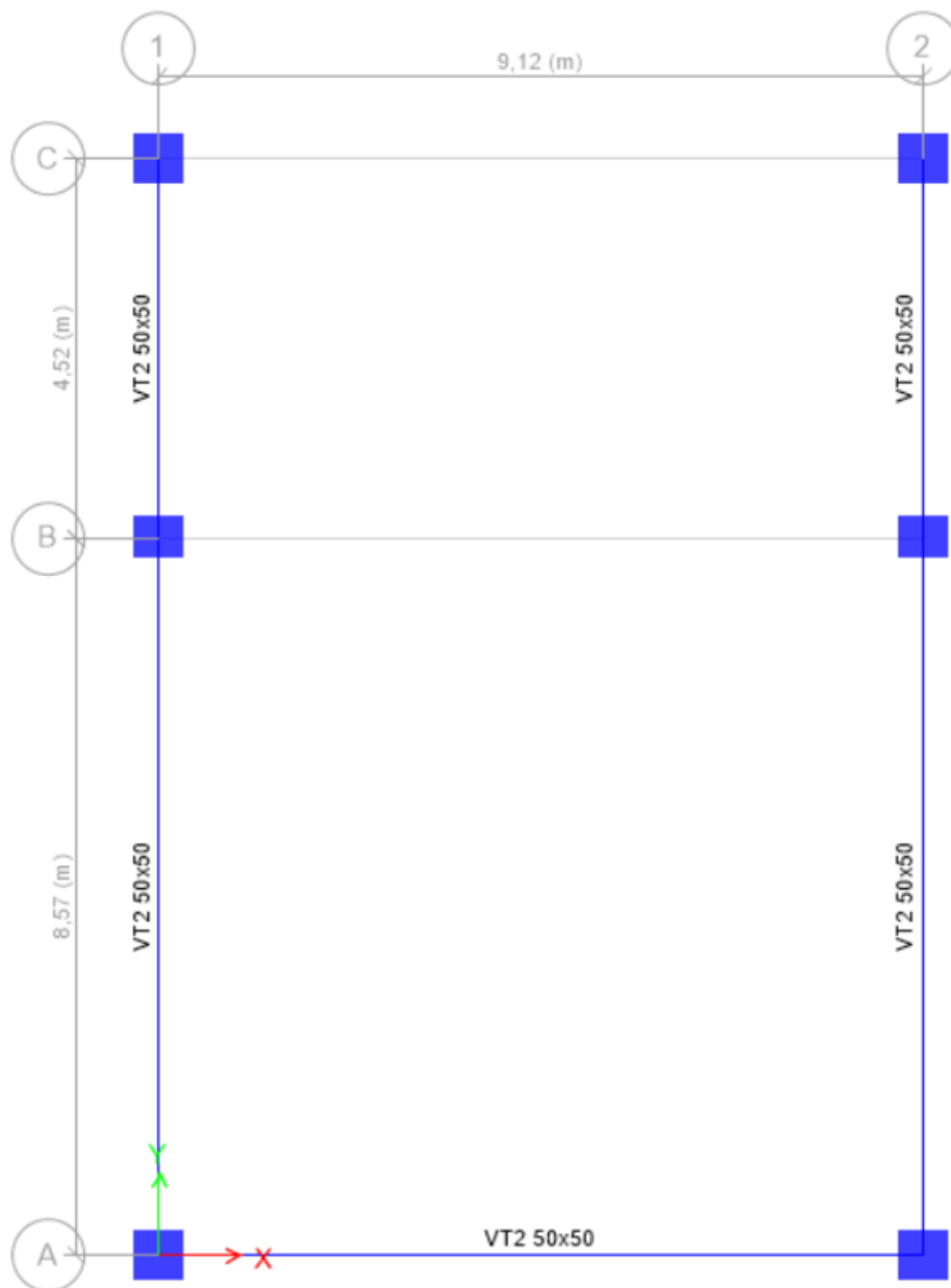


Ilustración 1 Planta segundo nivel.

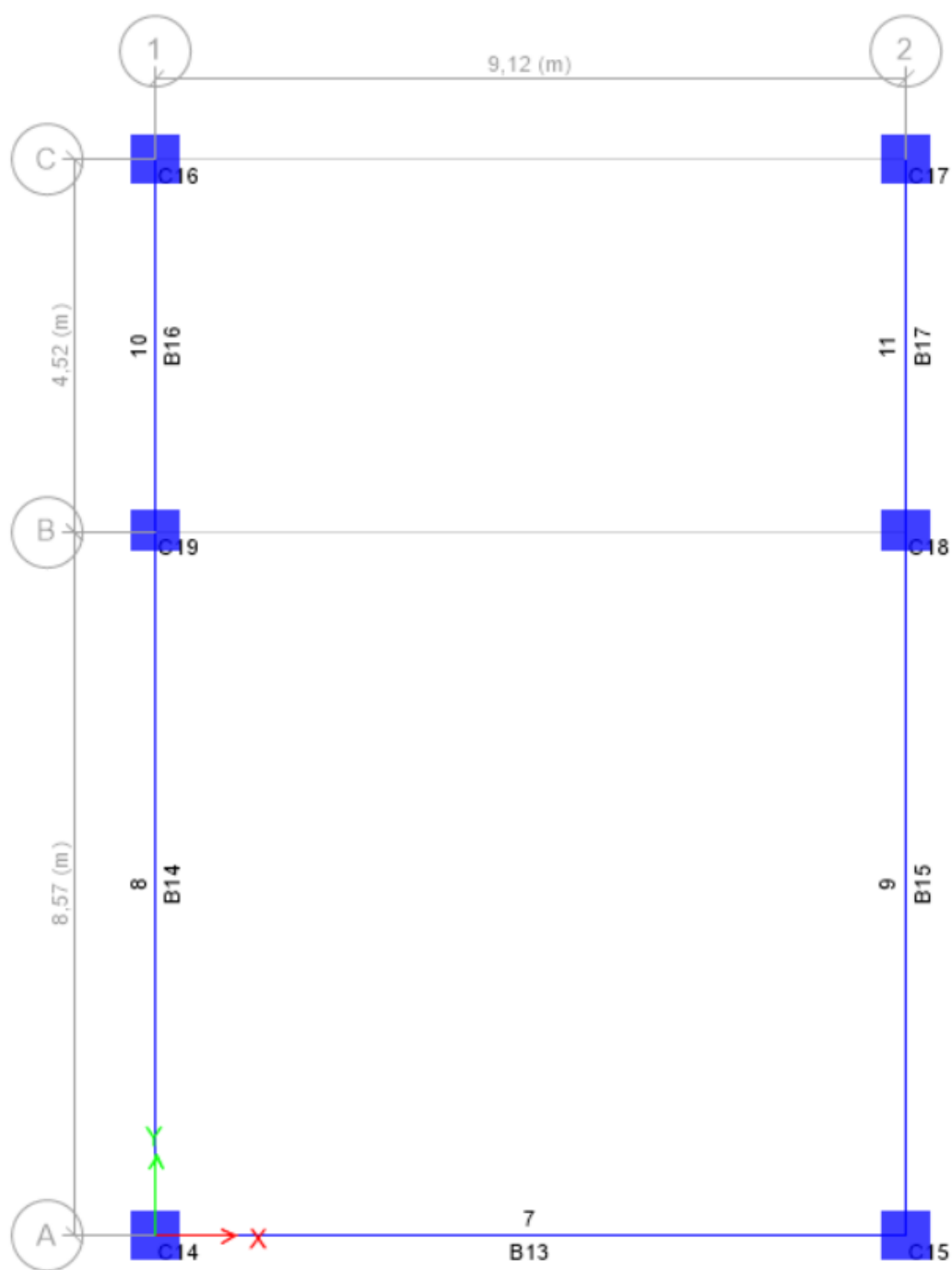


Ilustración 2 Labels y unique name segundo nivel.

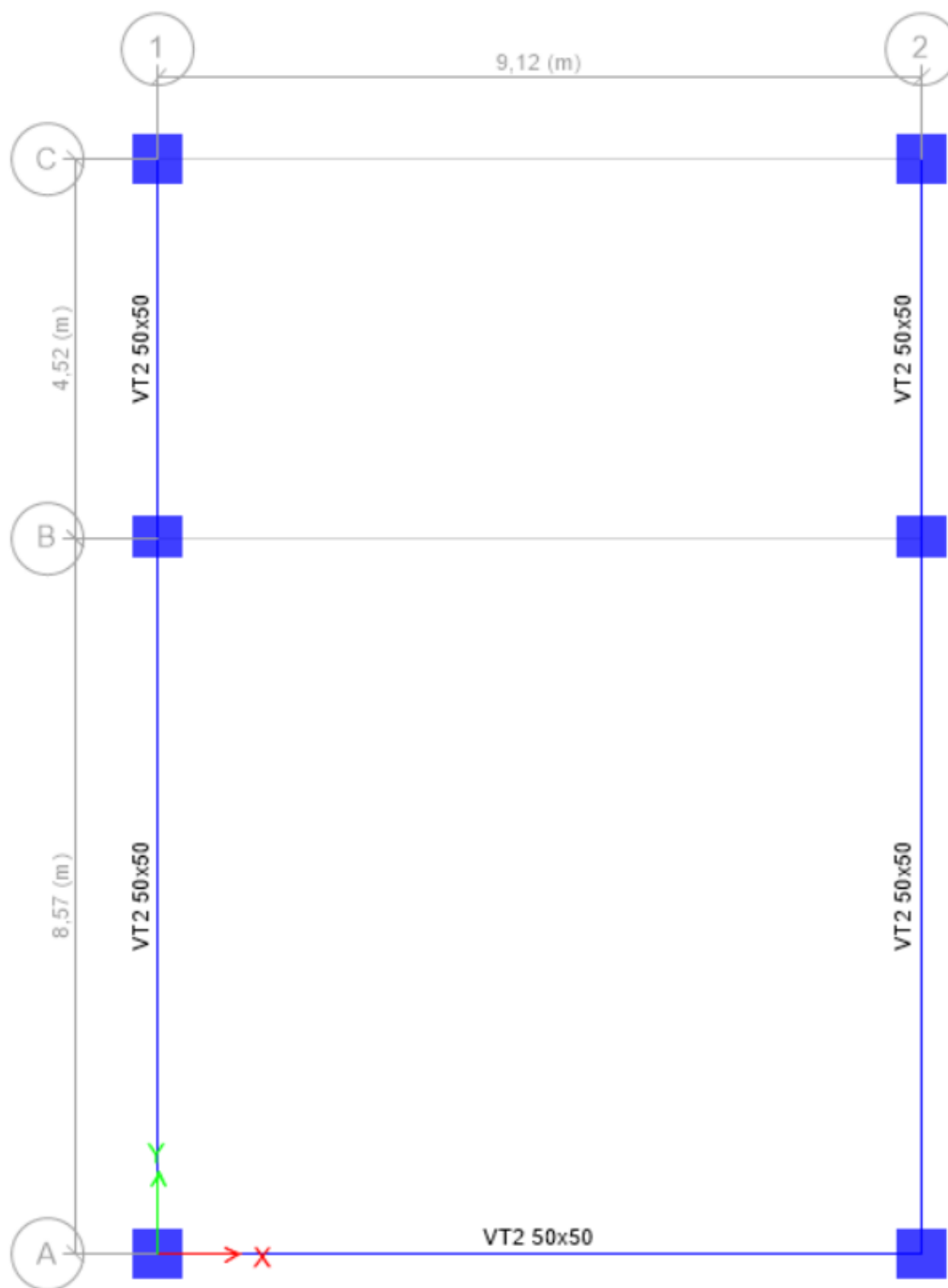


Ilustración 3 Planta tercer nivel.

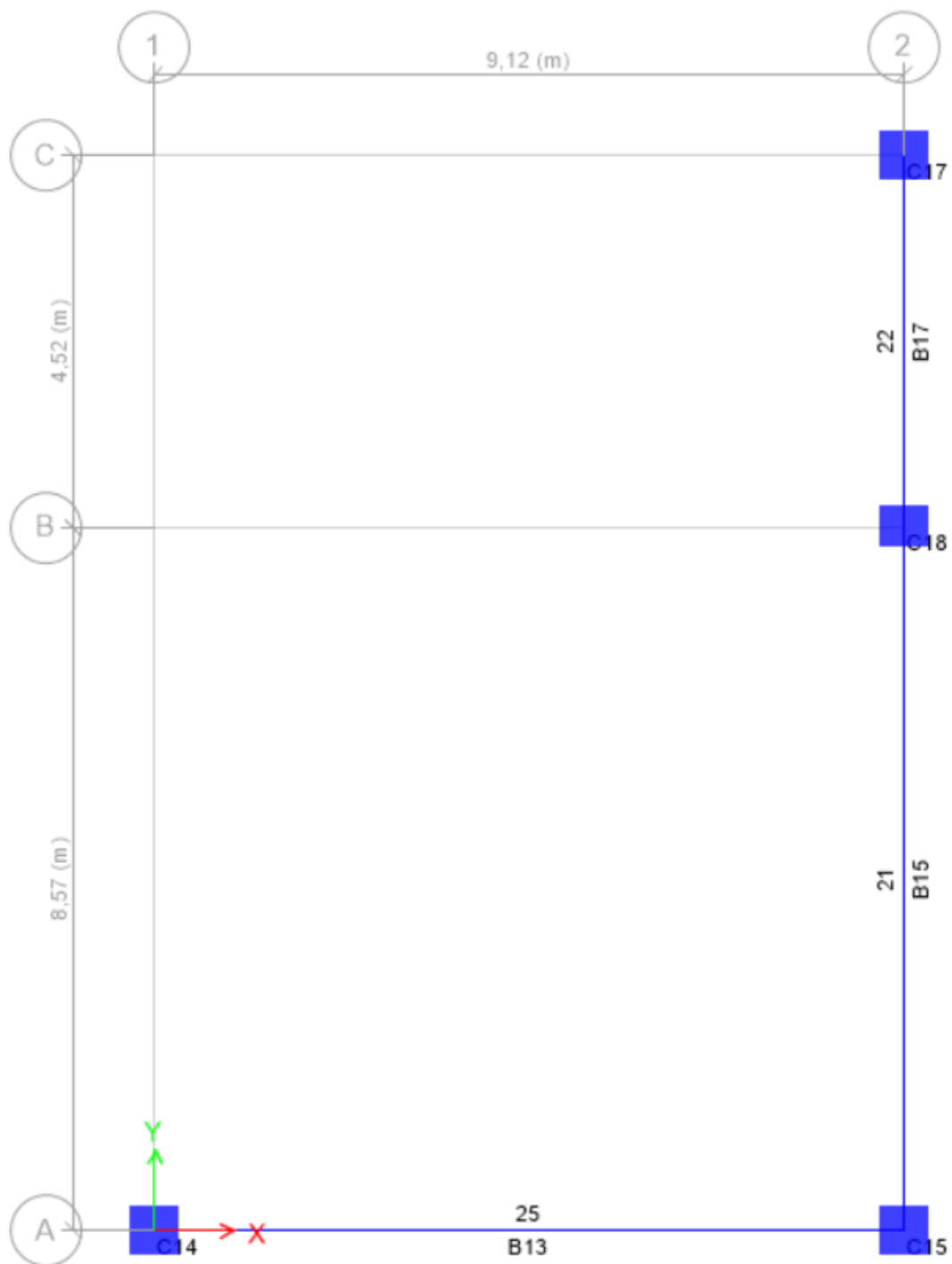
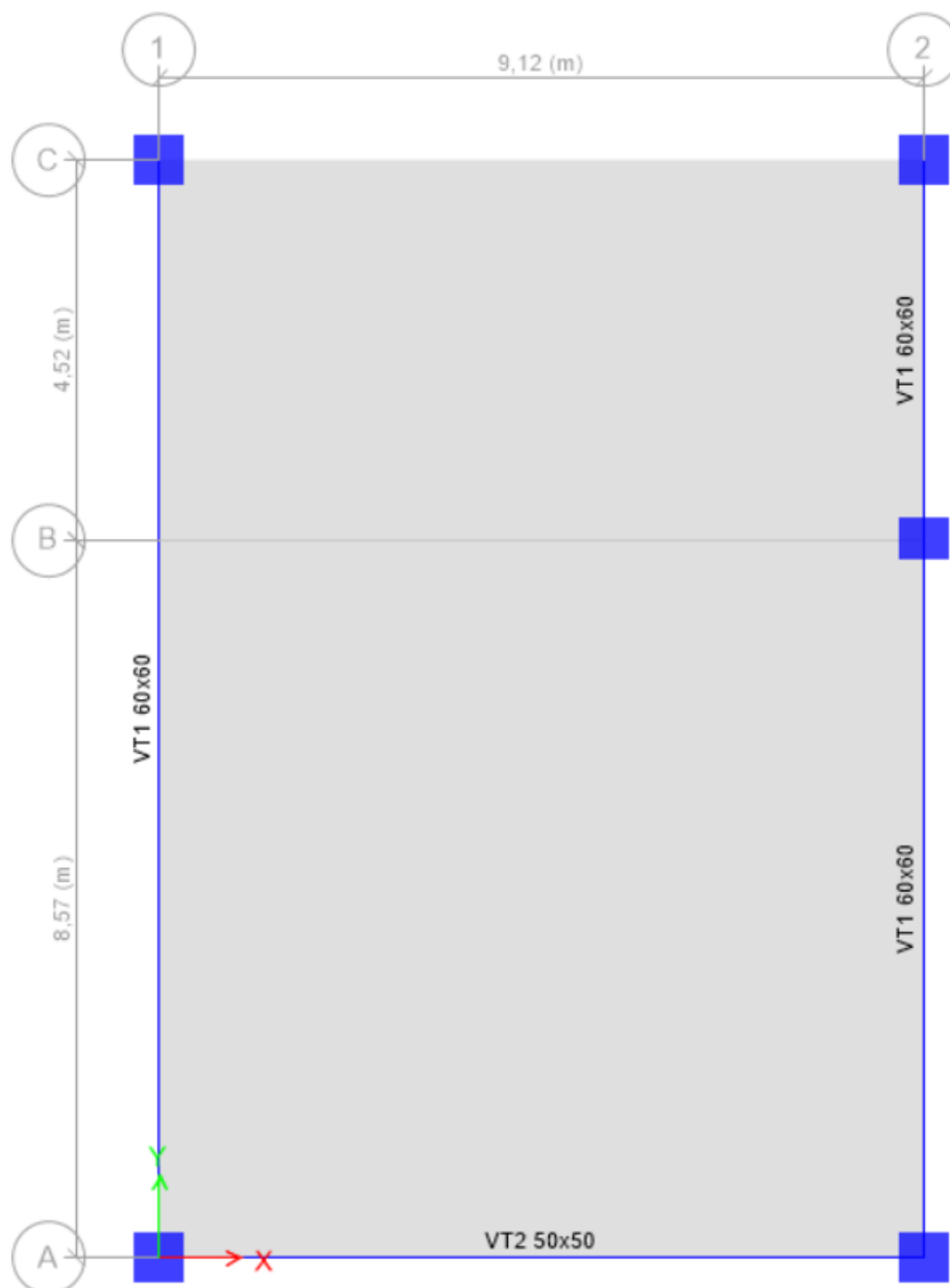


Ilustración 4 Planta tercer nivel labels y unique name



Email
ingferneyprieto@gmail.com

Móvil
+57-314-275-4864

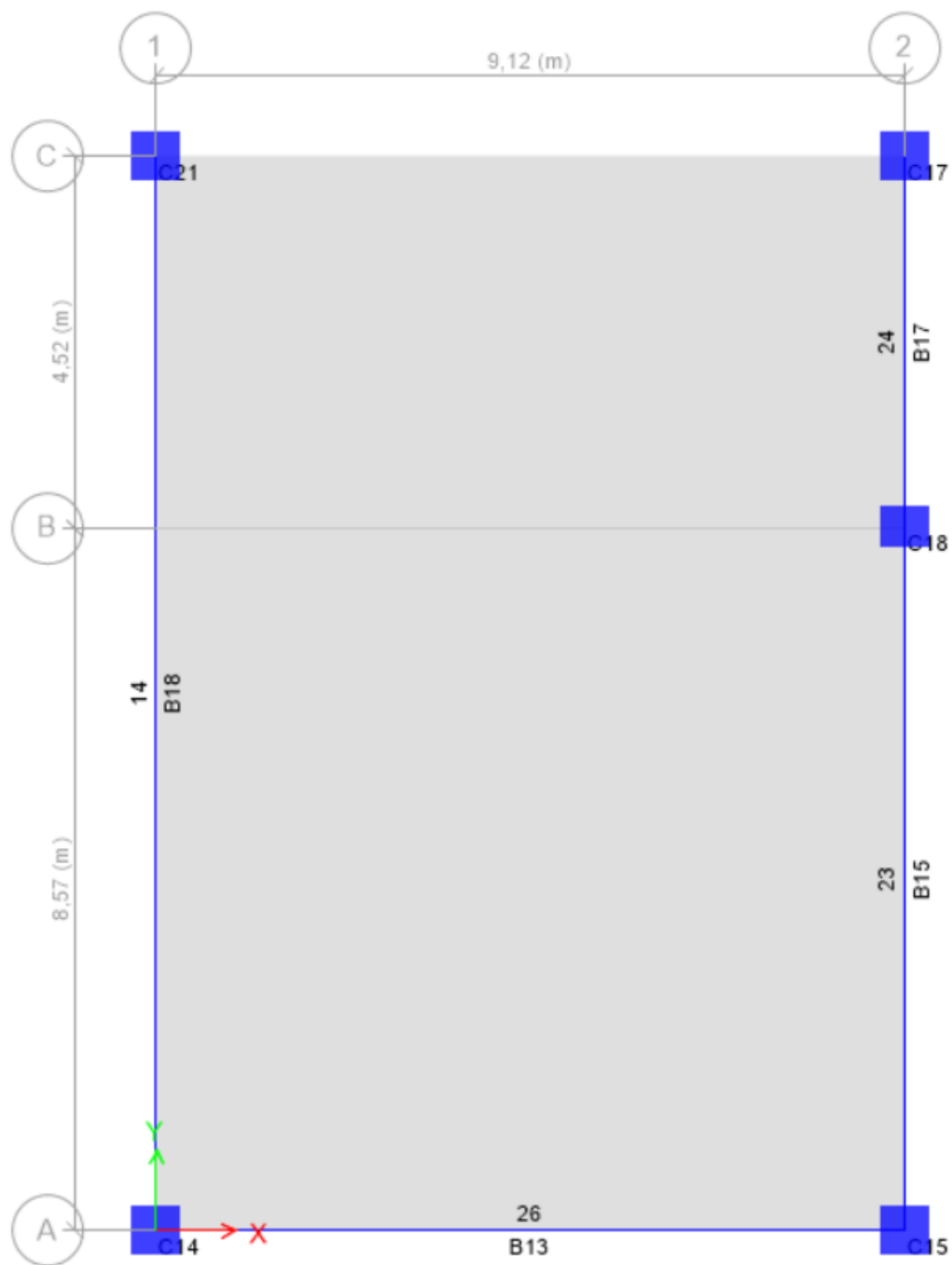


Ilustración 6 Labels, unique name cubierta



1.4 Pre-dimensionamiento del sistema estructural.

De acuerdo con la normativa colombiana para el diseño estructural NSR10, se presentarán las consideraciones y cálculos correspondiente al pre-dimensionamiento de las vigas y columnas de la estructura.

1.4.1 Pre-dimensionamiento de las vigas.

Para establecer el pre-dimensionamiento de las vigas, se acudió a la NSR10, donde se utilizó la tabla C.9.5 del título C, en la cual se hicieron pruebas con la viga de mayor longitud con el fin de determinar la altura h con la cual se va a regir el diseño estructural.

$$h = \frac{L}{18.5} = \frac{8.57 \text{ m}}{18.5} = 0,47\text{m, asumimos } 0,50\text{m}$$

Se realizará control de deflexiones para las vigas más críticas con las secciones propuestas.

1.4.2 Pre-dimensionamiento de columnas.

Las dimensiones tomadas para el pre-dimensionamiento de las columnas se basaron a partir de las secciones C.21.3.5.1 de la Norma Colombiana de sismo resistencia (NSR10). De acuerdo la dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m, pero su área no puede ser menor de 0.09 m², por lo cual se aval dicha disposición.

2. EVALUACIÓN DE CARGAS.

2.1 Evaluación de Cargas de losa.

En la siguiente tabla se muestra las cargas muertas para la estructura de péndulo.

Carga lineal de mampostería.

Carga muerta	Altura (m)	[kN/m]	NSR-10
Muros cortina en vidrio, entramado y marco de altura total	6,90	3,45	Tb B.3.4.2-5

Carga muerta	Altura (m)	[kN/m]	NSR-10
Muros cortina en vidrio, entramado y marco de altura total	3,00	1,50	Tb B.3.4.2-5



Carga muerta	Altura (m)	[kN/m]	NSR-10
Muros cortina en vidrio, entramado y marco de altura total	4,50	2,25	Tb B.3.4.2-5

Carga muerta	Espesor [m]	Altura (m)	[kN/m]
Muros pañetados por ambas caras de altura parcial	0,15	3,93	9,825
Carga muerta [D]			9,825

Cargas de cubierta.

Carga muerta	kN/m ²
Teja	0,09
Cielorraso	0,10
tuberías de Iluminación	0,03
PP estructura metálica	0,25
Carga muerta [D]	0,47
Carga viva [Lr]	0,50

2.2 Fuerzas sísmicas.

- Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales) → Pórtico Resistente a momentos con Capacidad Especial de Disipación de energía (DES).
- Sistema resistencia para cargas verticales → Pórticos de Concreto con Capacidad Especial de Disipación de Energía (DES) – Tabla A.3-3
- Factor de Sobre resistencia → 2.00

Coefficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidad en altura $\Phi_a = 1.0$

Φ_p	IRREGULARIDADES EN PLANTA A.3.3.4	EXISTE
0.9 1aP	Irregularidad Torsional	NO
0.8 1bP	Irregularidad Torsional Extrema	NO
0.9 2P	Retrocesos Excesivos en las Esquinas	NO
0.9 3P	Discontinuidades en el Diafragma	NO
0.8 4P	Desplazamientos del Plano de Acción de Elementos Verticales	NO
0.9 5P	Sistemas No Paralelos	NO

Coefficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en planta $\Phi_p = 1.0$



Ausencia De Redundancia En El Sistema Estructural De Resistencia Sísmica (A.3.3.8): De acuerdo con la evaluación del cumplimiento de los requerimientos descritos en A.3.3.8.1 y A.3.3.8.2 para el sistema estructural se determina el coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica. Por tal razón la estructura no cuenta con suficientes elementos en la dirección y, así que se establece que hay ausencia de redundancia en una dirección.

$$\Phi_{r_x} = 1.0$$

$$\Phi_{r_y} = 1.0$$

Coeficiente de Disipación de Energía para ser Utilizado en el Diseño de los elementos de Resistencia Sísmica (R).

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

$$R_x = 2.50$$

$$R_y = 2.50$$

2.3 Combinaciones de carga.

COMBINACIONES BÁSICAS DE CARGA (NSR-10 B.2.4)	
COMBO 1	1,4D
COMBO 2	1,2D+1,6L+0.5 (Lr o G)
COMBO 3	1,2D+1.6 (Lr o G) +L
COMBO 4	1.2D+1.0L+0.5 (Lr o G)
COMBO 5	1.2D+1.0E+1.0L
COMBO 6	0.9D
COMBO 7	0.9D+1.0E

D. Carga muerta

- Peso propio del elemento
- Peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentes soportados por el elemento, incluyendo muros y particiones divisores de espacios.
- Peso del equipo permanente.

L. cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación.

Lr. Carga viva sobre la cubierta

G. Granizo

E. fuerza sísmica reducida de diseño ($E=Fs/R$)

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

Donde:



Ro: coeficiente de capacidad de disipación de energía básico = 2.5 Véase tabla A.3.1 NSR -10.

Combos usados para diseño por cargas D, L, G, Sismo X, Sismo Y:

C: Combo

TC: Tipo de Carga

Las combinaciones descritas en este cuadro, en el modelo se presentan como C1 hasta C23

TIPO	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC
COMBINACIONES GRAVITACIONAL	1,4	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,2	D	+	1,6	L	+	0,5	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,2	D	+	1	L	+	1,6	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,2	D	+	0	L	+	1,6	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,2	D	+	0	L	+	1,6	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0,5	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0,5	LroGoLe	+	0,000	SX	+	0,000	SY
COMBINACIONES SISMO	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	+	0,400	SX	+	0,120	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	-	0,400	SX	+	0,120	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	+	0,400	SX	-	0,120	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	-	0,400	SX	-	0,120	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	+	0,120	SX	+	0,400	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	-	0,120	SX	+	0,400	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	+	0,120	SX	-	0,400	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	LroGoLe	-	0,120	SX	-	0,400	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	+	0,400	SX	+	0,120	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	-	0,400	SX	+	0,120	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	+	0,400	SX	-	0,120	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	-	0,400	SX	-	0,120	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	+	0,120	SX	+	0,400	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	-	0,120	SX	+	0,400	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	+	0,120	SX	-	0,200	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	LroGoLe	-	0,120	SX	-	0,200	SY

Combinaciones de carga para el diseño a cortante en vigas de concreto reforzado. (En el modelo se presentan como combinaciones C24 hasta C41).



TIPO	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC
COMBINACIONES PARA CORTANTE DE VIGAS	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	+	0,240	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	+	0,240	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	-	0,240	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	-	0,240	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	+	0,800	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	+	0,800	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	-	0,800	SY
	1,2	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	-	0,800	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	+	0,240	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	+	0,240	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	-	0,240	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	-	0,240	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	+	0,800	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	+	0,800	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	-	0,800	SY
	0,9	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	-	0,800	SY

Combinaciones de carga para el diseño a cortante en columnas de concreto reforzado. (En el modelo se presentan como combinaciones C42 hasta C73)

TIPO	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC
COMBINACIONES PARA CORTANTE DE COLUMNAS	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	+	0,240	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	+	0,240	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	-	0,240	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	-	0,240	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	+	0,240	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	+	0,240	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	-	0,240	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	-	0,240	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	+	0,800	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	+	0,800	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	-	0,800	SY
	1,240	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	-	0,800	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	+	0,800	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	+	0,800	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	-	0,800	SY
	1,160	D	+	1	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	-	0,800	SY



	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	+	0,240	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	+	0,240	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	-	0,240	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	-	0,240	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	+	0,240	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	+	0,240	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,800	SX	-	0,240	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,800	SX	-	0,240	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	+	0,800	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	+	0,800	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	-	0,800	SY
	0,940	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	-	0,800	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	+	0,800	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	+	0,800	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	+	0,240	SX	-	0,800	SY
	0,860	D	+	0	L	+	0	L r o G o L e	-	0,240	SX	-	0,800	SY

Combos de Servicio (En el Modelo se describe como S hasta S6)

TIPO	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC
COMBINACIONES PARA CIMENTACIÓN	1,00	D	+	1,00	L	+	1,00	L r o G o L e	+	0,000	SX	+	0,000	SY
	1,00	D	+	0,75	L	+	0,75	L r o G o L e	+	0,210	SX	+	0,000	SY
	1,00	D	+	0,75	L	+	0,75	L r o G o L e	+	0,000	SX	+	0,210	SY
	1,00	D	+	1,00	L	+	0,00	L r o G o L e	+	0,280	SX	+	0,000	SY
	1,00	D	+	1,00	L	+	0,00	L r o G o L e	+	0,000	SX	+	0,280	SY
	0,60	D	+	0,60	L	+	0,00	L r o G o L e	+	0,280	SX	+	0,000	SY
	0,60	D	+	0,60	L	+	0,00	L r o G o L e	+	0,000	SX	+	0,280	SY

Combos de derivas (En el modelo se describen como D1 a D6) umbral de daño en modelo (UDD1 a UDD6)

TIPO	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC	signo	C	TC
COMBINACIONES PARA DERIVAS	1,00	D	+	1,00	L	+	1,000	SX	+	0,000	SY
	1,00	D	+	1,00	L	+	0,000	SX	+	1,000	SY
	1,00	D	+	1,00	L	-	1,000	SX	+	0,000	SY
	1,00	D	+	1,00	L	+	0,000	SX	-	1,000	SY
	1,00	D	+	1,00	L	+	1,000	SX	+	0,300	SY
	1,00	D	+	1,00	L	+	0,300	SX	+	1,000	SY



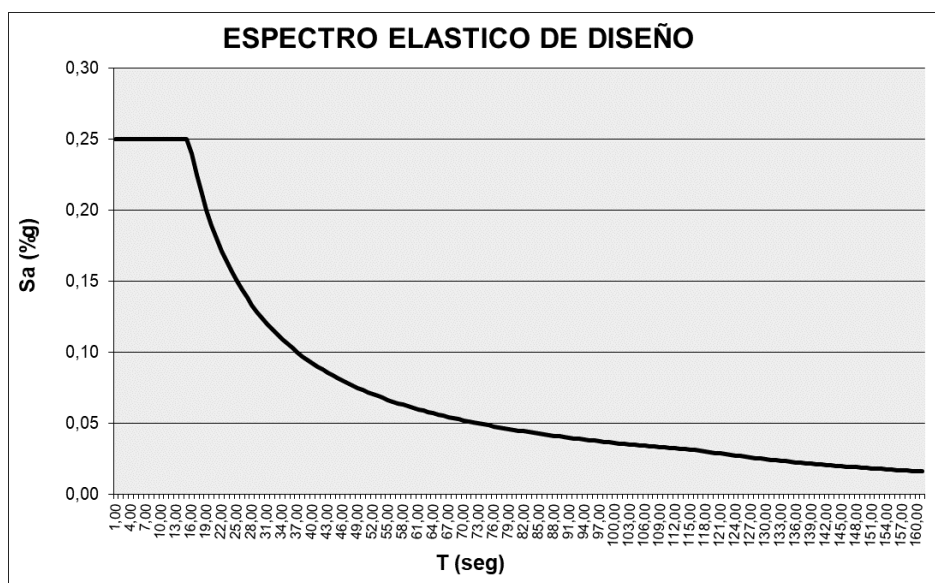
3. MODELACIÓN ESTRUCTURAL.

El análisis sísmico para esta edificación se realizará siguiendo los lineamientos del análisis sísmico modal espectral de acuerdo con A.5 de la NSR-10.

3.1 Fuerza Horizontal Equivalente (FHE).

En este cálculo se tiene en cuenta las condiciones geológicas, sísmicas y lugar de construcción para de esta manera obtener el periodo de vibración en base a las condiciones de localización de proyecto.

Localización:	Leticia
Zona de amenaza sísmica:	Baja
Tipo de perfil de suelo:	D
Grupo de uso:	III
Coeficiente de importancia:	I 1,25
Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva:	Aa 0,05
Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva:	Av 0,05
Coeficiente de amplificación de aceleraciones (periodos cortos):	Fa 1,60
Coeficiente de amplificación de aceleraciones (periodos intermedios):	Fv 2,40





Periodos de vibración.

Se utiliza metodología consignada en A.4.2.1 El valor del período fundamental de la edificación, T , debe obtenerse a partir de las propiedades de su sistema de resistencia sísmica, en la dirección bajo consideración, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural, utilizando un modelo matemático linealmente elástico de la estructura. Este requisito puede suplirse por medio del uso de la siguiente ecuación.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i \delta_i^2)}{\sum_{i=1}^n (f_i \delta_i)}}$$

1.1) Periodo de vibración aproximado

Calculo del periodo de vibración aproximado (T_a)

$T_a = C_t \cdot h^{\dot{\alpha}}$ donde C_t y $\dot{\alpha}$ tienen los valores dados en la tabla A.4.2-1

$C_t = 0,047$

$\dot{\alpha} = 0,9$

$h = 10,50$

$T_a = 0,3901$

Alternativamente, para edificaciones de 12 pisos o menos con altura de piso H_p , no mayores a 3 metros cuyo sistema estructural de proyección sísmica este compuesto por proyección resistente a momentos de concreto reforzado o acero estructural, el periodo de vibración aproximado T_a , en s, puede determinarse por medio de la siguiente ecuación, donde N es el número de pisos de la edificación.

$T_a = 0.10 \times N$

$T_a = 0,3$

1.2) Cálculo coeficiente $C_u \cdot T_a$

$C_u = 1.75 - 1.2 A_v \cdot F_v$ (C_u no debe ser menor a 1,2)

$C_u = 1,606 \approx 1,606$

El valor de T_x y T_y , calculado a partir de las propiedades del sistema de resistencia sísmica, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural utilizando un modelo matemático linealmente elástico o mediante la ecuación A.4.2-1, NO puede exceder $C_u \cdot T_a$.

1.3) Cálculo coeficiente S_a



dirección en X; $S_a = 0,25$

dirección en Y; $S_a = 0,25$

1.5) Cálculo Cortante sísmico Basal V_s

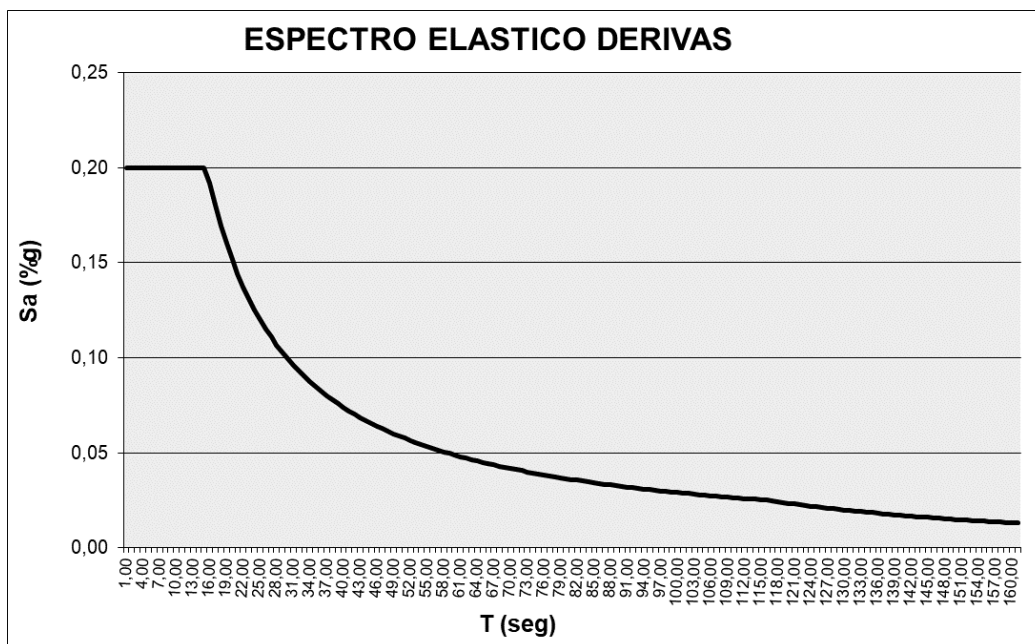
$$V_s = M \times g \times S_a$$

$$V_{sx} = 168,049 \text{ Ton} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,25s = 412,140 \text{ KN}$$

$$V_{sy} = 168,049 \text{ Ton} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,25s = 412,140 \text{ KN}$$

- Espectro elástico para derivas de acuerdo con A.6.2.1.2 de la NSR-10.

Localización:	Leticia
Zona de amenaza sísmica:	Baja
Tipo de perfil de suelo:	D
Grupo de uso:	I
Coefficiente de importancia:	I 1,00
Coefficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva:	Aa 0,05
Coefficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva:	Av 0,05
Coefficiente de amplificación de aceleraciones (periodos cortos):	Fa 1,60
Coefficiente de amplificación de aceleraciones (periodos intermedios):	Fv 2,40

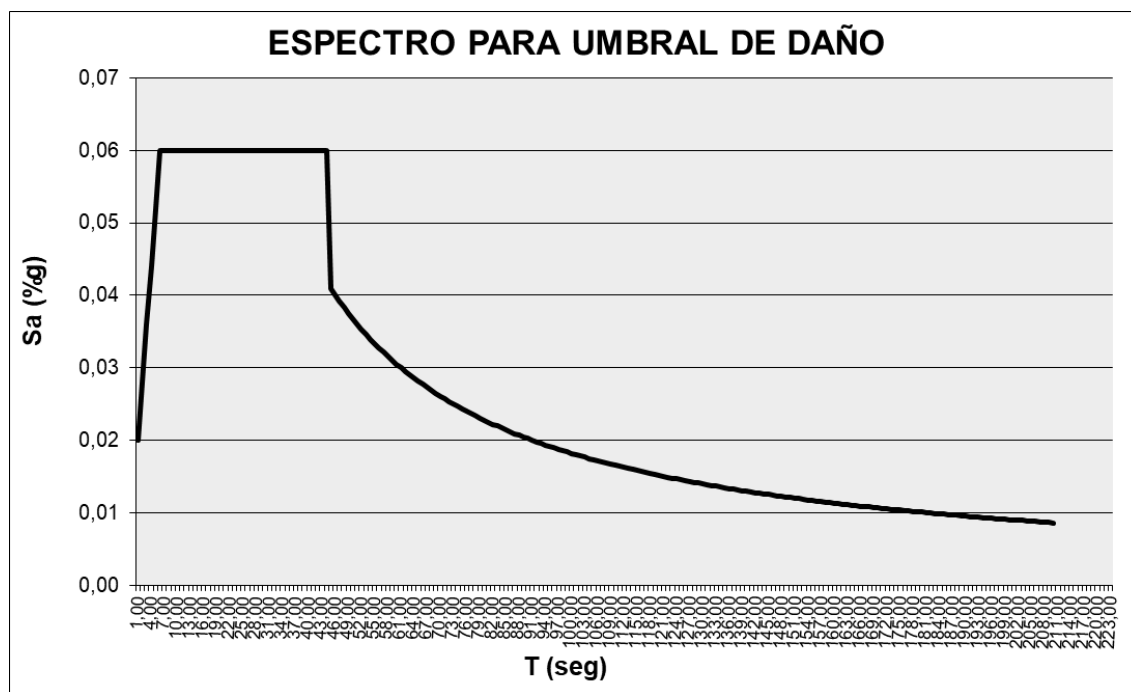




Espectro para umbral de daño de acuerdo con A.12 de la NSR-10.

Se incluye el valor de $A_d=0,02$

Localización:	Leticia	
Zona de amenaza sísmica:	Baja	
Tipo de perfil de suelo:	D	
Grupo de uso:	III	
Coefficiente de importancia:	I	1,25
Coefficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva:	Aa	0,05
Coefficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva:	Av	0,05
Coefficiente de amplificación de aceleraciones (periodos cortos):	Fa	1,60
Coefficiente de amplificación de aceleraciones (periodos intermedios):	Fv	2,40



3.2 Análisis Modal.

Se seleccionaron más de 20 modos de vibración, obteniendo así más del 90% de la participación de la masa.



Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RZ
Modal	1	0,76	0,2333	0,0016	0,2333	0,0016	0	0,1308
Modal	2	0,598	0,3821	0,0019	0,6154	0,0035	0	0,0006
Modal	3	0,507	0,0504	0,2991	0,6658	0,3026	0	0,302
Modal	4	0,432	0,0558	0,124	0,7215	0,4267	0	0,1961
Modal	5	0,299	0,0002	0,3193	0,7217	0,7459	0	0,1176
Modal	6	0,148	2,026E-05	0,0001	0,7217	0,7461	0	0,0012
Modal	7	0,127	0,1626	1,441E-06	0,8843	0,7461	0	0,0186
Modal	8	0,111	0,0102	0,0001	0,8945	0,7461	0	0,0532
Modal	9	0,099	0,0001	0,1227	0,8946	0,8689	0	0,0297
Modal	10	0,093	0,0237	0,0302	0,9183	0,8991	0	0,0631
Modal	11	0,092	0,0222	0,0241	0,9405	0,9232	0	0,0008
Modal	12	0,073	0,0021	0	0,9426	0,9232	0	0,0058
Modal	13	0,063	0,0132	0	0,9558	0,9232	0	0,0277
Modal	14	0,052	0	0,0522	0,9558	0,9754	0	0,0215
Modal	15	0,044	0,0309	1,126E-06	0,9867	0,9754	0	0,0116
Modal	16	0,037	0,0005	0,0229	0,9872	0,9983	0	0,0118
Modal	17	0,037	0,0087	0,0013	0,9959	0,9996	0	0,0018
Modal	18	0,027	0,0041	0	1	0,9996	0	0,006
Modal	19	0,026	0	0	1	0,9996	0	0
Modal	20	0,026	0	8,646E-06	1	0,9997	0	4,052E-06

Casos de carga en modelo.

Name	Type
PP	Linear Static
D	Linear Static
Lr	Linear Static
DinX	Response Spectrum
DinY	Response Spectrum

3.3 Reacción de la estructura.

Load, Case/Combo	FX kN	FY kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
DinX Max	206,8405	49,7327	471,1135	1772,0851	1270,1626
DinY Max	49,7327	205,4212	1748,5209	445,6144	1338,8354

Ajuste dinámico de la estructura teniendo en cuenta un factor de 90% de la FHE según A.5 de la NSR-10.



$$DinX: 0.90 * \frac{412,140 \text{ kN}}{256,573 \text{ kN}} = 1,446$$

$$DinY: 0.90 * \frac{412,140 \text{ kN}}{256,573 \text{ kN}} = 1,454$$

Por tal razón es necesario realizar el ajuste del cortante basal de acuerdo con A.5 de la NSR-10, para ello, se adiciona una combinación donde el factor de ajuste se realizará obteniendo así los siguientes resultados.

Load, Case/Combo	FX kN	FY kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
ADX Max	298,8845	71,8637	680,759	2560,663	1835,385
ADY Max	72,3113	298,6824	2542,3494	647,9233	1946,6667

Se realizo el mismo procedimiento para el análisis con el espectro de derivas y con el de umbral de daño obteniendo asó los siguientes resultados:

- Ajuste a espectro de base con espectro de derivas.

Load, Case/Combo	FX kN	FY kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
DX Derivas Max	165,4724	39,7861	376,8908	1417,6681	1016,1301
DY Derivas Max	39,7861	164,3369	1398,8167	356,4915	1071,0683

Load, Case/Combo	FX kN	FY kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
AEDX Max	239,2731	57,5307	544,9841	2049,9481	1469,3241
AEDY Max	57,849	238,9459	2033,8795	518,3386	1557,3333

- Ajuste a espectro de base con espectro de umbral de daño.

Load, Case/Combo	FX kN	FY kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
DX Umbral Max	48,6147	11,9501	113,2324	432,395	308,6961
DY Umbral Max	11,9501	47,3404	418,9687	107,118	315,7552

Load, Case/Combo	FX kN	FY kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
AUDX Max	71,4636	17,5666	166,4516	635,6207	453,7833
AUDY Max	17,937	71,0579	628,872	160,7842	473,9486



3.4 Chequeo de derivas.

Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y
				mm	mm		
Story3	14	13	D1 Max	18,624	7,808	0,22%	0,13%
Story3	14	13	D2 Max	8,615	19,399	0,10%	0,27%
Story3	14	13	D3 Max	18,624	7,808	0,22%	0,13%
Story3	14	13	D4 Max	8,615	19,399	0,10%	0,27%
Story3	14	13	D5 Max	21,192	13,572	0,25%	0,20%
Story3	14	13	D6 Max	10,332	20,106	0,12%	0,28%
Story3	15	16	D1 Max	18,567	1,626	0,22%	0,02%
Story3	15	16	D2 Max	8,529	7,731	0,09%	0,08%
Story3	15	16	D3 Max	18,567	1,626	0,22%	0,02%
Story3	15	16	D4 Max	8,529	7,731	0,09%	0,08%
Story3	15	16	D5 Max	21,131	3,843	0,25%	0,04%
Story3	15	16	D6 Max	10,247	7,851	0,12%	0,09%
Story3	16	14	D1 Max	56,601	7,721	0,67%	0,09%
Story3	16	14	D2 Max	5,497	19,313	0,06%	0,23%
Story3	16	14	D3 Max	56,601	7,721	0,67%	0,09%
Story3	16	14	D4 Max	5,497	19,313	0,06%	0,23%
Story3	16	14	D5 Max	58,144	13,483	0,68%	0,16%
Story3	16	14	D6 Max	10,974	20,019	0,13%	0,24%
Story3	17	18	D1 Max	44,809	1,57	0,56%	0,02%
Story3	17	18	D2 Max	11,073	7,643	0,13%	0,08%
Story3	17	18	D3 Max	44,809	1,57	0,56%	0,02%
Story3	17	18	D4 Max	11,073	7,643	0,13%	0,08%
Story3	17	18	D5 Max	48,275	3,772	0,61%	0,04%
Story3	17	18	D6 Max	15,223	7,761	0,19%	0,08%
Story3	18	20	D1 Max	36,682	1,577	0,47%	0,02%
Story3	18	20	D2 Max	5,196	7,659	0,07%	0,08%
Story3	18	20	D3 Max	36,682	1,577	0,47%	0,02%
Story3	18	20	D4 Max	5,196	7,659	0,07%	0,08%
Story3	18	20	D5 Max	38,364	3,783	0,49%	0,04%
Story3	18	20	D6 Max	8,597	7,778	0,11%	0,08%
Story2	14	21	D1 Max	8,698	2,002	0,19%	0,04%



Story2	14	21	D2 Max	4,257	7,286	0,09%	0,18%
Story2	14	21	D3 Max	8,698	2,002	0,19%	0,04%
Story2	14	21	D4 Max	4,257	7,286	0,09%	0,18%
Story2	14	21	D5 Max	9,972	4,629	0,22%	0,11%
Story2	14	21	D6 Max	5,057	7,608	0,11%	0,18%
Story2	15	15	D1 Max	8,703	0,655	0,19%	0,01%
Story2	15	15	D2 Max	4,268	4,01	0,09%	0,08%
Story2	15	15	D3 Max	8,703	0,655	0,19%	0,01%
Story2	15	15	D4 Max	4,268	4,01	0,09%	0,08%
Story2	15	15	D5 Max	9,978	1,866	0,22%	0,04%
Story2	15	15	D6 Max	5,067	4,073	0,11%	0,08%
Story2	17	17	D1 Max	19,425	0,684	0,44%	0,01%
Story2	17	17	D2 Max	5,1	4,014	0,11%	0,08%
Story2	17	17	D3 Max	19,425	0,684	0,44%	0,01%
Story2	17	17	D4 Max	5,1	4,014	0,11%	0,08%
Story2	17	17	D5 Max	21,009	1,885	0,48%	0,04%
Story2	17	17	D6 Max	6,896	4,077	0,16%	0,08%
Story2	18	19	D1 Max	15,758	0,683	0,36%	0,01%
Story2	18	19	D2 Max	2,195	4,018	0,05%	0,08%
Story2	18	19	D3 Max	15,758	0,683	0,36%	0,01%
Story2	18	19	D4 Max	2,195	4,018	0,05%	0,08%
Story2	18	19	D5 Max	16,458	1,886	0,38%	0,04%
Story2	18	19	D6 Max	3,652	4,081	0,08%	0,08%
Story1	14	2	D1 Max	3,004	0,764	0,10%	0,03%
Story1	14	2	D2 Max	1,5	2,03	0,05%	0,07%
Story1	14	2	D3 Max	3,004	0,764	0,10%	0,03%
Story1	14	2	D4 Max	1,5	2,03	0,05%	0,07%
Story1	14	2	D5 Max	3,455	1,39	0,12%	0,05%
Story1	14	2	D6 Max	1,775	2,106	0,06%	0,07%
Story1	15	4	D1 Max	3,028	0,258	0,10%	0,01%
Story1	15	4	D2 Max	1,522	1,553	0,05%	0,05%
Story1	15	4	D3 Max	3,028	0,258	0,10%	0,01%
Story1	15	4	D4 Max	1,522	1,553	0,05%	0,05%
Story1	15	4	D5 Max	3,48	0,723	0,12%	0,02%
Story1	15	4	D6 Max	1,797	1,577	0,06%	0,05%



Story1	16	6	D1 Max	6,716	0,886	0,22%	0,03%
Story1	16	6	D2 Max	0,657	2,084	0,02%	0,07%
Story1	16	6	D3 Max	6,716	0,886	0,22%	0,03%
Story1	16	6	D4 Max	0,657	2,084	0,02%	0,07%
Story1	16	6	D5 Max	6,906	1,478	0,23%	0,05%
Story1	16	6	D6 Max	1,308	2,156	0,04%	0,07%
Story1	17	8	D1 Max	6,11	0,257	0,20%	0,01%
Story1	17	8	D2 Max	1,676	1,557	0,06%	0,05%
Story1	17	8	D3 Max	6,11	0,257	0,20%	0,01%
Story1	17	8	D4 Max	1,676	1,557	0,06%	0,05%
Story1	17	8	D5 Max	6,628	0,724	0,22%	0,02%
Story1	17	8	D6 Max	2,24	1,581	0,07%	0,05%
Story1	18	10	D1 Max	4,902	0,257	0,16%	0,01%
Story1	18	10	D2 Max	0,659	1,562	0,02%	0,05%
Story1	18	10	D3 Max	4,902	0,257	0,16%	0,01%
Story1	18	10	D4 Max	0,659	1,562	0,02%	0,05%
Story1	18	10	D5 Max	5,113	0,726	0,17%	0,02%
Story1	18	10	D6 Max	1,112	1,586	0,04%	0,05%
Story1	19	12	D1 Max	2,026	0,808	0,07%	0,03%
Story1	19	12	D2 Max	0,265	1,992	0,01%	0,07%
Story1	19	12	D3 Max	2,026	0,808	0,07%	0,03%
Story1	19	12	D4 Max	0,265	1,992	0,01%	0,07%
Story1	19	12	D5 Max	2,104	1,393	0,07%	0,05%
Story1	19	12	D6 Max	0,455	2,063	0,02%	0,07%
Máxima deriva						0,68%	0,28%

3.5 Chequeo de umbral de daño.

Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y
				mm	mm		
Story3	14	13	DUD1 Max	5,778	2,541	0,07%	0,07%
Story3	14	13	DUD2 Max	2,706	6,136	0,03%	0,11%
Story3	14	13	DUD3 Max	5,778	2,541	0,07%	0,07%
Story3	14	13	DUD4 Max	2,706	6,136	0,03%	0,11%



Story3	14	13	DUD5 Max	6,573	4,326	0,08%	0,09%
Story3	14	13	DUD6 Max	4,423	6,843	0,05%	0,12%
Story3	15	16	DUD1 Max	5,711	0,741	0,07%	0,01%
Story3	15	16	DUD2 Max	2,631	2,629	0,03%	0,03%
Story3	15	16	DUD3 Max	5,711	0,741	0,07%	0,01%
Story3	15	16	DUD4 Max	2,631	2,629	0,03%	0,03%
Story3	15	16	DUD5 Max	6,505	1,427	0,08%	0,02%
Story3	15	16	DUD6 Max	4,349	2,749	0,05%	0,03%
Story3	16	14	DUD1 Max	18,613	2,458	0,22%	0,03%
Story3	16	14	DUD2 Max	2,032	6,054	0,02%	0,07%
Story3	16	14	DUD3 Max	18,613	2,458	0,22%	0,03%
Story3	16	14	DUD4 Max	2,032	6,054	0,02%	0,07%
Story3	16	14	DUD5 Max	19,116	4,243	0,22%	0,05%
Story3	16	14	DUD6 Max	7,51	6,76	0,09%	0,08%
Story3	17	18	DUD1 Max	13,352	0,696	0,17%	0,01%
Story3	17	18	DUD2 Max	3,098	2,575	0,04%	0,03%
Story3	17	18	DUD3 Max	13,352	0,696	0,17%	0,01%
Story3	17	18	DUD4 Max	3,098	2,575	0,04%	0,03%
Story3	17	18	DUD5 Max	14,426	1,378	0,18%	0,02%
Story3	17	18	DUD6 Max	7,248	2,693	0,09%	0,03%
Story3	18	20	DUD1 Max	10,928	0,701	0,14%	0,01%
Story3	18	20	DUD2 Max	1,327	2,583	0,02%	0,03%
Story3	18	20	DUD3 Max	10,928	0,701	0,14%	0,01%
Story3	18	20	DUD4 Max	1,327	2,583	0,02%	0,03%
Story3	18	20	DUD5 Max	11,449	1,384	0,14%	0,02%
Story3	18	20	DUD6 Max	4,729	2,701	0,06%	0,03%
Story2	14	21	DUD1 Max	2,675	-0,397	0,06%	0,02%
Story2	14	21	DUD2 Max	1,326	1,236	0,03%	0,02%
Story2	14	21	DUD3 Max	2,675	-0,397	0,06%	0,02%
Story2	14	21	DUD4 Max	1,326	1,236	0,03%	0,02%
Story2	14	21	DUD5 Max	3,07	0,415	0,07%	0,00%
Story2	14	21	DUD6 Max	2,125	1,558	0,05%	0,03%
Story2	15	15	DUD1 Max	2,683	0,186	0,06%	0,00%
Story2	15	15	DUD2 Max	1,334	1,221	0,03%	0,02%
Story2	15	15	DUD3 Max	2,683	0,186	0,06%	0,00%



Story2	15	15	DUD4 Max	1,334	1,221	0,03%	0,02%
Story2	15	15	DUD5 Max	3,078	0,56	0,07%	0,01%
Story2	15	15	DUD6 Max	2,134	1,285	0,05%	0,03%
Story2	17	17	DUD1 Max	5,806	0,22	0,13%	0,00%
Story2	17	17	DUD2 Max	1,456	1,248	0,03%	0,03%
Story2	17	17	DUD3 Max	5,806	0,22	0,13%	0,00%
Story2	17	17	DUD4 Max	1,456	1,248	0,03%	0,03%
Story2	17	17	DUD5 Max	6,297	0,591	0,14%	0,01%
Story2	17	17	DUD6 Max	3,251	1,311	0,07%	0,03%
Story2	18	19	DUD1 Max	4,718	0,218	0,11%	0,00%
Story2	18	19	DUD2 Max	0,585	1,248	0,01%	0,03%
Story2	18	19	DUD3 Max	4,718	0,218	0,11%	0,00%
Story2	18	19	DUD4 Max	0,585	1,248	0,01%	0,03%
Story2	18	19	DUD5 Max	4,935	0,59	0,11%	0,01%
Story2	18	19	DUD6 Max	2,042	1,311	0,05%	0,03%
Story1	14	2	DUD1 Max	0,912	0,199	0,03%	0,01%
Story1	14	2	DUD2 Max	0,462	0,586	0,02%	0,02%
Story1	14	2	DUD3 Max	0,912	0,199	0,03%	0,01%
Story1	14	2	DUD4 Max	0,462	0,586	0,02%	0,02%
Story1	14	2	DUD5 Max	1,052	0,391	0,04%	0,01%
Story1	14	2	DUD6 Max	0,737	0,662	0,02%	0,02%
Story1	15	4	DUD1 Max	0,933	0,082	0,03%	0,00%
Story1	15	4	DUD2 Max	0,483	0,479	0,02%	0,02%
Story1	15	4	DUD3 Max	0,933	0,082	0,03%	0,00%
Story1	15	4	DUD4 Max	0,483	0,479	0,02%	0,02%
Story1	15	4	DUD5 Max	1,073	0,225	0,04%	0,01%
Story1	15	4	DUD6 Max	0,758	0,503	0,03%	0,02%
Story1	16	6	DUD1 Max	2,193	0,35	0,07%	0,01%
Story1	16	6	DUD2 Max	0,228	0,717	0,01%	0,02%
Story1	16	6	DUD3 Max	2,193	0,35	0,07%	0,01%
Story1	16	6	DUD4 Max	0,228	0,717	0,01%	0,02%
Story1	16	6	DUD5 Max	2,255	0,532	0,08%	0,02%
Story1	16	6	DUD6 Max	0,879	0,789	0,03%	0,03%
Story1	17	8	DUD1 Max	1,829	0,081	0,06%	0,00%
Story1	17	8	DUD2 Max	0,483	0,48	0,02%	0,02%



Story1	17	8	DUD3 Max	1,829	0,081	0,06%	0,00%
Story1	17	8	DUD4 Max	0,483	0,48	0,02%	0,02%
Story1	17	8	DUD5 Max	1,989	0,224	0,07%	0,01%
Story1	17	8	DUD6 Max	1,048	0,504	0,03%	0,02%
Story1	18	10	DUD1 Max	1,467	0,08	0,05%	0,00%
Story1	18	10	DUD2 Max	0,176	0,48	0,01%	0,02%
Story1	18	10	DUD3 Max	1,467	0,08	0,05%	0,00%
Story1	18	10	DUD4 Max	0,176	0,48	0,01%	0,02%
Story1	18	10	DUD5 Max	1,532	0,224	0,05%	0,01%
Story1	18	10	DUD6 Max	0,628	0,504	0,02%	0,02%
Story1	19	12	DUD1 Max	0,638	0,28	0,02%	0,01%
Story1	19	12	DUD2 Max	0,087	0,642	0,00%	0,02%
Story1	19	12	DUD3 Max	0,638	0,28	0,02%	0,01%
Story1	19	12	DUD4 Max	0,087	0,642	0,00%	0,02%
Story1	19	12	DUD5 Max	0,662	0,459	0,02%	0,02%
Story1	19	12	DUD6 Max	0,277	0,713	0,01%	0,02%
Máxima deriva						0,22%	0,12%



3.6 Comprobación de columna fuerte - viga débil.

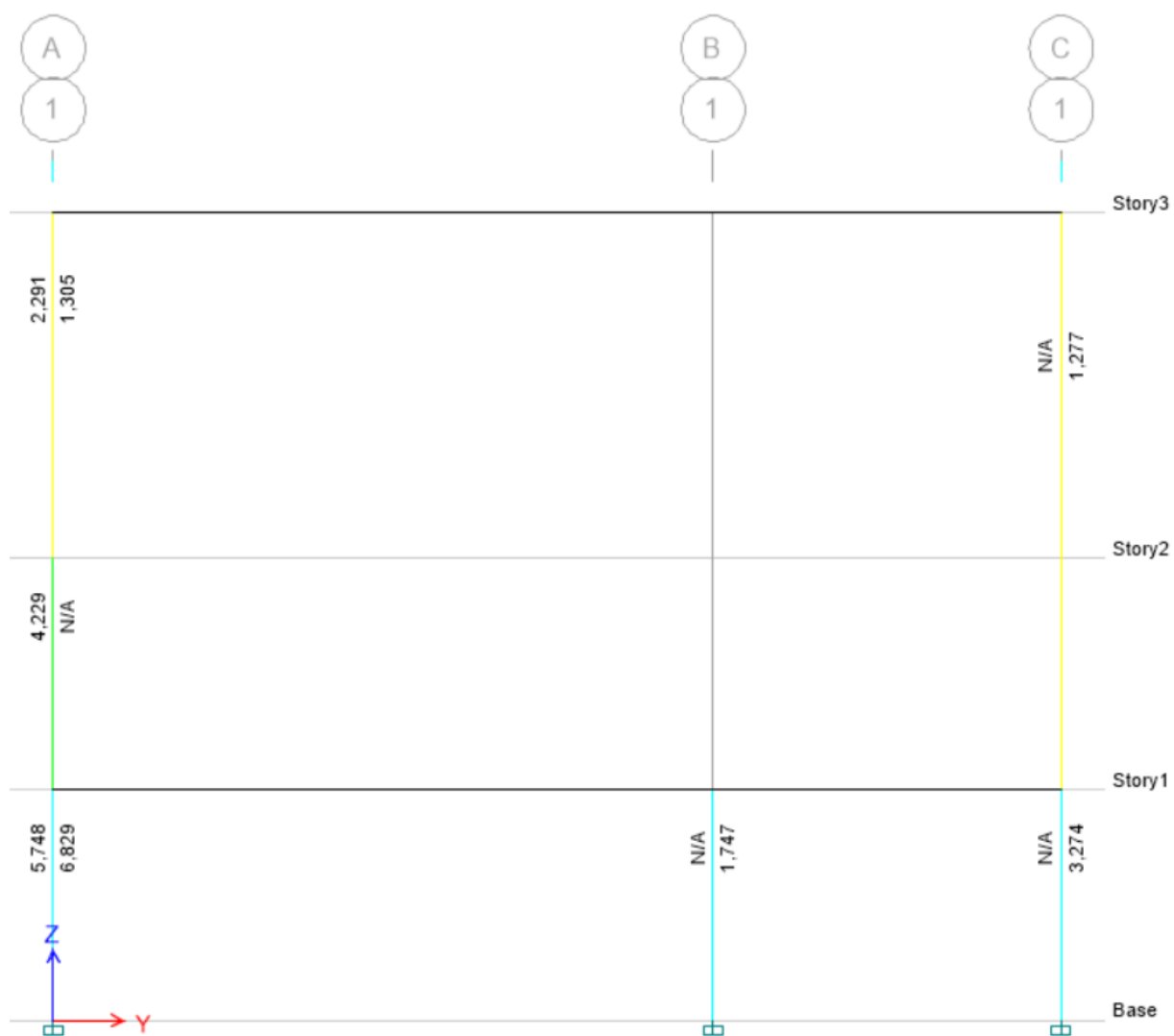


Ilustración 7 Columna fuerte viga débil eje 1

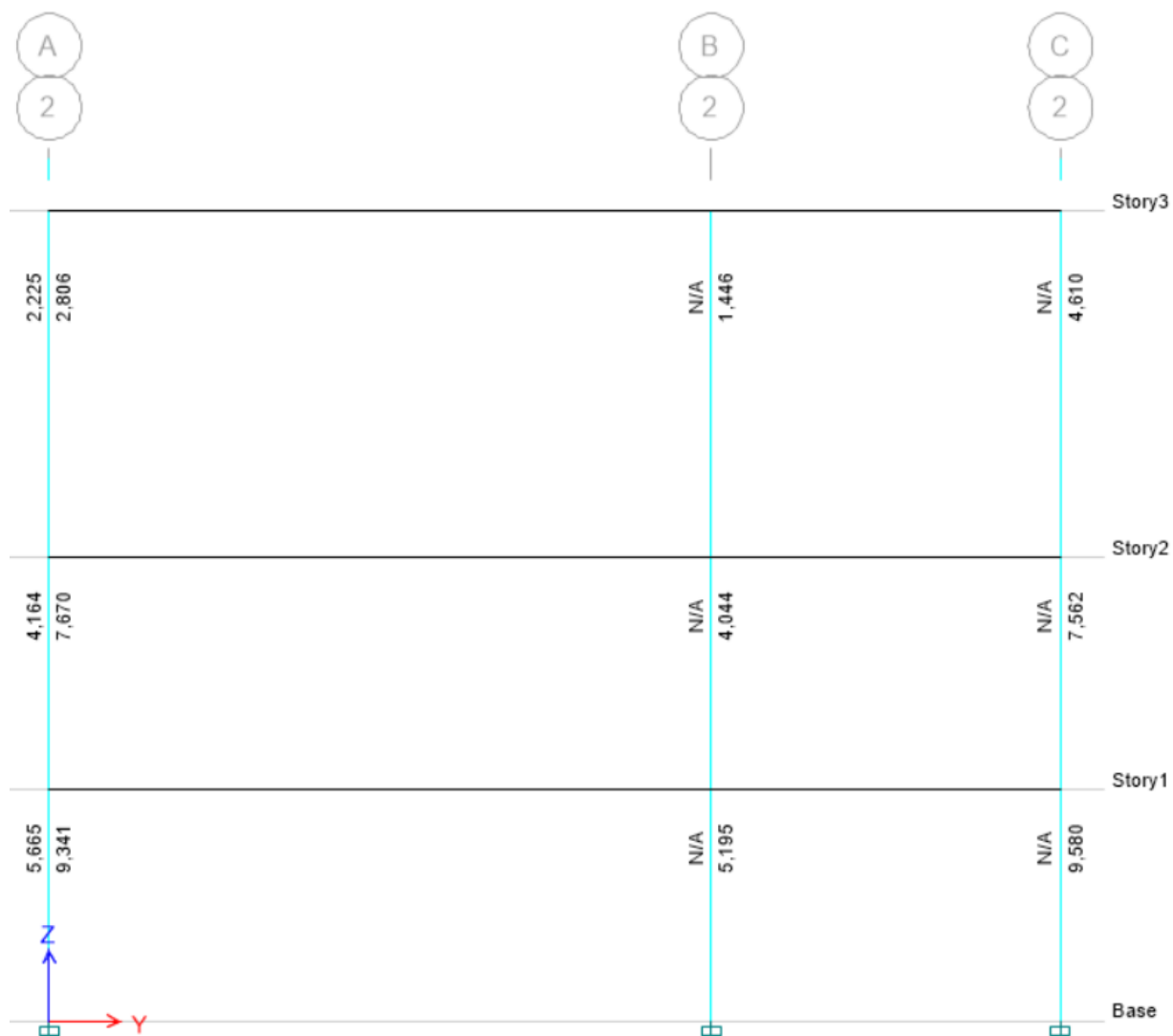


Ilustración 8 Columna fuerte viga débil eje 2



4. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

4.1 Diseño de vigas (Anexo 1).

4.2 Diseño de Columnas (Anexo 2).

4.3 Diseño de Cimentación (Anexo 3)

5. DISEÑO DE ELEMENTOS QUE NO HACEN PARTE DEL SRS.

5.1 Diseño de Elementos no estructurales (Anexo 4).

5.2 Clasificación contra incendios (Anexo 5).



6. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES.

Cualquier información respecto al procedimiento se deberá consultar al calculista, cualquier modificación no contemplada exonera al consultor de toda responsabilidad.

Las memorias de cálculo hacen parte integral de los planos estructurales.

El material de concreto a utilizar en construcción debe ser:

- Concreto no menor $F'c=28$ MPa para cimentación
- Concreto no menor $F'c=28$ MPa Vigas y Columnas.
- Acero $F_y=420$ MPa

El acero de refuerzo longitudinal debe cumplir con NSR10 C.3.5

El refuerzo de malla electrosoldada debe cumplir las normas ASTM A184 Y NSR10 C3.5.4

El diseño estructural está basado en los requerimientos mínimos establecidos en las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR 10.

Se debe realizar ensayos para el control de calidad de los materiales según lo establecido NSR 10 y NTC, deben ser tomados muestreos por fundidas. La muestra comprende 7 cilindros (2 cilindros para fallar a los 7 días, 2 para fallar a los 14 días, 2 para fallar a los 28 días y un cilindro como testigo).

Cualquier modificación total o parcial al diseño estructural debe ser supervisado y aprobado por el ingeniero calculista, de no ser así cualquier perjuicio ocasionado sobre la estructura por modificaciones no aprobadas exoneran al ingeniero calculista de toda responsabilidad.

El Summary Report del proyecto se adjunta como anexo en medio magnético según lo establecido en A.5.3.1 de la NSR-10.

Ing. Ferney Smith Prieto A.
ESP. EN ESTRUCTURAS
T.P. 15202 - 882989-BYC

Ing. Ferney Smith Prieto
Especialista en Estructuras
15202-382989 BYC



Diseño de vigas (Anexo 1).

El diseño de vigas se realizó por el método de la resistencia última utilizando los momentos máximos obtenidos en el modelo estructural, el detallado del diseño de las vigas más críticas se utilizó como herramientas de apoyo Etabs y MathCAD.

Se realiza control de deflexiones de las vigas con mayor luz y las cuales presentan condiciones de esfuerzos más crítico dando cumplimiento a lo establecido en C.9.5 de la NSR-10 y cumpliendo con los requisitos de disipación de energía para vigas DES de acuerdo con C.21 de la NSR-10.

Datos de Salida a flexión.

Label	Story	Section	Location	(-) Moment kN-m	(-) Combo	As Top mm ²	(+) Moment kN-m	(+) Combo	As Bot mm ²
B13	Story3	VT2 50x50	End-I	-199,6799	C17	1219	99,84	C17	722
B13	Story3	VT2 50x50	Middle	-50,4165	C17	344	90,1844	C3	639
B13	Story3	VT2 50x50	End-J	-201,6661	C17	1233	100,833	C17	722
B15	Story3	VT1 60x60	End-I	-121,6534	C16	773	65,1211	C16	394
B15	Story3	VT1 60x60	Middle	-38,2525	C16	216	106,6453	C3	630
B15	Story3	VT1 60x60	End-J	-153,0101	C16	986	76,505	C16	470
B17	Story3	VT1 60x60	End-I	-96,4874	C16	645	48,2437	C16	324
B17	Story3	VT1 60x60	Middle	-45,2372	C16	304	24,0649	C23	168
B17	Story3	VT1 60x60	End-J	0	C16	440	42,4725	C23	290
B18	Story3	VT1 60x60	End-I	-351,1506	C16	1742	175,5753	C16	1064
B18	Story3	VT1 60x60	Middle	-87,7876	C16	484	270,3455	C3	1292
B18	Story3	VT1 60x60	End-J	-350,1261	C16	1736	175,063	C16	1064
B13	Story2	VT2 50x50	End-I	-211,456	C17	1363	90,5217	C21	722
B13	Story2	VT2 50x50	Middle	-53,0157	C17	458	75,4261	C17	643
B13	Story2	VT2 50x50	End-J	-212,0626	C17	1367	1,0479	C21	722
B15	Story2	VT2 50x50	End-I	-85,1566	C16	722	42,5783	C16	413
B15	Story2	VT2 50x50	Middle	-21,2892	C16	240	30,6174	C16	316
B15	Story2	VT2 50x50	End-J	-83,6031	C16	722	41,8015	C16	407
B17	Story2	VT2 50x50	End-I	-62,058	C16	521	53,1716	C23	447
B17	Story2	VT2 50x50	Middle	-33,2017	C16	285	33,1491	C16	284
B17	Story2	VT2 50x50	End-J	0	C16	677	45,7787	C23	386
B13	Story1	VT2 50x50	End-I	-159,9653	C17	1024	79,9826	C17	685
B13	Story1	VT2 50x50	Middle	-40,2352	C17	357	59,805	C1	517
B13	Story1	VT2 50x50	End-J	-160,9406	C17	1031	80,4703	C17	689
B14	Story1	VT2 50x50	End-I	-111,2364	C16	856	55,6182	C16	682
B14	Story1	VT2 50x50	Middle	-27,8091	C16	457	39,0951	C16	548
B14	Story1	VT2 50x50	End-J	-8,0168	C23	722	10,6288	C16	574
B15	Story1	VT2 50x50	End-I	-74,4104	C16	615	37,2052	C16	308
B15	Story1	VT2 50x50	Middle	-18,6026	C16	157	29,4597	C16	245
B15	Story1	VT2 50x50	End-J	-72,2844	C16	597	36,1422	C16	299



B16	Story1	VT2 50x50	End-I	-70,7743	C23	722	42,2117	C16	563
B16	Story1	VT2 50x50	Middle	-18,7137	C16	664	33,5214	C16	493
B16	Story1	VT2 50x50	End-J	0	C16	835	54,4661	C16	663
B17	Story1	VT2 50x50	End-I	-66,4784	C16	553	38,2614	C23	320
B17	Story1	VT2 50x50	Middle	-26,8555	C23	228	29,6078	C16	251
B17	Story1	VT2 50x50	End-J	0	C16	534	46,676	C23	389

Datos de Salida a cortante.

Label	Story	Section	Location	V	V Combo	At	T for At	T Combo At	At Torsion	T for As	T Combo As	As Torsion
				kN		mm²/m	kN-m		mm²/m	kN-m		mm²
B13	Story3	VT2 50x50	End-I	87,18	C41	416,67	1,16	C41	0	1,16	C41	0
B13	Story3	VT2 50x50	Middle	80,19	C41	416,67	1,16	C41	0	1,16	C41	0
B13	Story3	VT2 50x50	End-J	115,23	C41	416,67	1,16	C41	0	1,16	C41	0
B15	Story3	VT1 60x60	End-I	81,30	C41	500,00	17,46	C41	0	17,46	C41	0
B15	Story3	VT1 60x60	Middle	80,26	C41	500,00	17,46	C41	0	17,46	C41	0
B15	Story3	VT1 60x60	End-J	123,94	C41	500,00	17,46	C41	0	17,46	C41	0
B17	Story3	VT1 60x60	End-I	101,08	C33	603,31	16,23	C41	0	16,23	C41	0
B17	Story3	VT1 60x60	Middle	88,74	C33	529,67	16,23	C41	0	16,23	C41	0
B17	Story3	VT1 60x60	End-J	73,28	C37	500,00	16,23	C41	0	16,23	C41	0
B18	Story3	VT1 60x60	End-I	120,50	C41	500,00	20,60	C41	0	20,60	C41	0
B18	Story3	VT1 60x60	Middle	110,98	C41	500,00	20,60	C41	0	20,60	C41	0
B18	Story3	VT1 60x60	End-J	171,79	C41	500,00	20,60	C41	0	20,60	C41	0
B13	Story2	VT2 50x50	End-I	89,83	C41	416,67	16,25	C41	0	16,25	C41	0
B13	Story2	VT2 50x50	Middle	82,66	C41	416,67	16,25	C41	0	16,25	C41	0
B13	Story2	VT2 50x50	End-J	119,15	C41	416,67	16,25	C41	0	16,25	C41	0
B15	Story2	VT2 50x50	End-I	60,94	C41	446,39	9,71	C41	0	9,71	C41	0
B15	Story2	VT2 50x50	Middle	43,91	C41	416,67	9,71	C41	0	9,71	C41	0
B15	Story2	VT2 50x50	End-J	61,18	C41	448,13	9,71	C41	0	9,71	C41	0
B17	Story2	VT2 50x50	End-I	79,07	C33	579,18	8,76	C41	0	8,76	C41	0
B17	Story2	VT2 50x50	Middle	76,90	C33	563,32	8,76	C41	0	8,76	C41	0
B17	Story2	VT2 50x50	End-J	86,59	C33	634,29	8,76	C41	0	8,76	C41	0



B13	Story1	VT2 50x50	End-I	72,88	C41	0,00	6,74	C41	0	6,74	C41	0
B13	Story1	VT2 50x50	Middle	67,31	C41	0,00	6,74	C41	0	6,74	C41	0
B13	Story1	VT2 50x50	End-J	95,82	C41	0,00	6,74	C41	0	6,74	C41	0
B14	Story1	VT2 50x50	End-I	74,66	C41	546,89	5,15	C41	0	5,15	C41	0
B14	Story1	VT2 50x50	Middle	54,84	C41	401,74	5,15	C41	0	5,15	C41	0
B14	Story1	VT2 50x50	End-J	72,05	C41	527,77	5,15	C41	0	5,15	C41	0
B15	Story1	VT2 50x50	End-I	39,71	C41	0,00	6,16	C41	0	6,16	C41	0
B15	Story1	VT2 50x50	Middle	36,67	C41	0,00	6,16	C41	0	6,16	C41	0
B15	Story1	VT2 50x50	End-J	52,35	C41	0,00	6,16	C41	0	6,16	C41	0
B16	Story1	VT2 50x50	End-I	97,01	C33	710,63	9,38	C41	0	9,38	C41	0
B16	Story1	VT2 50x50	Middle	93,13	C33	682,19	9,38	C41	0	9,38	C41	0
B16	Story1	VT2 50x50	End-J	104,25	C33	763,62	9,38	C41	0	9,38	C41	0
B17	Story1	VT2 50x50	End-I	72,64	C33	532,07	6,60	C41	0	6,60	C41	0
B17	Story1	VT2 50x50	Middle	63,84	C33	467,65	6,60	C41	0	6,60	C41	0
B17	Story1	VT2 50x50	End-J	69,54	C33	509,42	6,60	C41	0	6,60	C41	0



DISEÑO A TRACCIÓN VIGA CRÍTICA DES 60x60cm

$$b := 0.60 \text{ m}$$

$$h := 0.60 \text{ m}$$

$$r := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_f := 0.95 \text{ cm}$$

$$\phi_l := 1.9 \text{ cm}$$

$$d := h - r - \phi_f - (0.5 \cdot \phi_l)$$

$$\epsilon_{acero} := 200000 \text{ MPa}$$

$$f'_c := 28 \text{ MPa}$$

$$F_y := 420 \text{ MPa}$$

$$Mu_a := 340.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$K := 0.85$$

$$\epsilon_{uc} := 0.003$$

$$\epsilon_t := 0.005$$

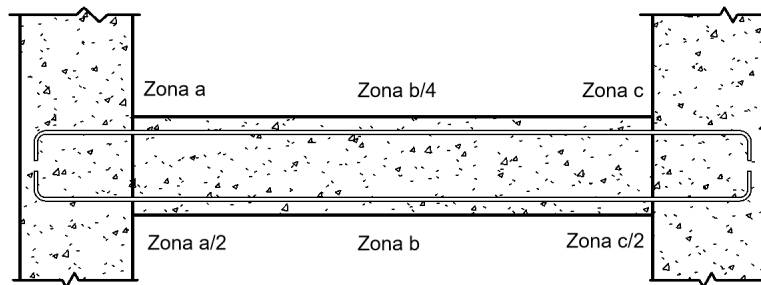
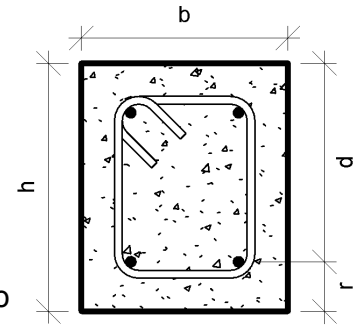
$$\epsilon_y := \frac{F_y}{\epsilon_{acero}} = 0.0021$$

$$\rho_{balanceada} := \left(0.85 \cdot \left(\frac{f'_c}{F_y} \right) \cdot K \cdot \left(\frac{\epsilon_{uc}}{\epsilon_{uc} + \epsilon_y} \right) \right) = 0.02833$$

Cuantía balanceada.

$$\rho_{max} := \frac{(\rho_{balanceada} \cdot (0.003 + \epsilon_y))}{\epsilon_t + 0.003} = 0.01806$$

Cuantía máxima



Cálculo de acero a tracción zona a

$$k_a := \frac{Mu_a}{b \cdot d^2} = 1939.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$m := \frac{F_y}{0.85 \cdot f'_c} = 17.647$$

$$\rho_{min} := 0.00333$$

$$\rho_{diseño_a} := \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k_a}{0.9 \cdot F_y}} \right) = 0.00539$$

$$\rho_a = 0.00539$$

Cuantía para diseño zona a.

$$As_a := b \cdot d \cdot \rho_a = (1.748 \cdot 10^3) \text{ mm}^2 \text{ Acero de diseño.}$$



Cálculo de acero a tracción zona b

$$Mu_b := 263 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$k_b := \frac{Mu_b}{b \cdot d^2} = 1497.65 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\rho_{\text{diseño}_b} := \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k_b}{0.9 \cdot Fy}} \right) = 0.00411$$

$$\rho_b = 0.00411$$

Cuantía para diseño zona b.

$$As_b := b \cdot d \cdot \rho_b = (1.334 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

Cálculo de acero a tracción zona c

$$Mu_c := 340 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

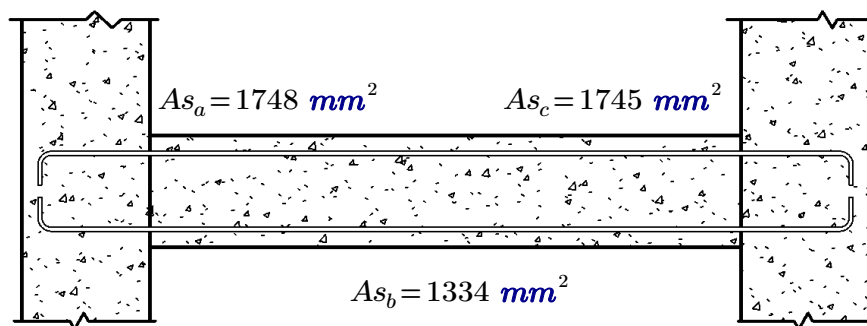
$$k_c := \frac{Mu_c}{b \cdot d^2} = 1936.12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\rho_{\text{diseño}_c} := \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k_c}{0.9 \cdot Fy}} \right) = 0.00538$$

$$\rho_c = 0.00538$$

Cuantía para diseño zona c.

$$As_c := b \cdot d \cdot \rho_c = 1745 \text{ mm}^2$$





DISEÑO A CORTANTE

$$V_u := 174 \text{ kN}$$

Cortante de viga

$$\phi V_c := \phi \cdot 0.17 \cdot \sqrt{28} \cdot \text{MPa} \cdot b \cdot d = 262.8 \text{ kN}$$

Resistencia de cortante del concreto

$$\phi V_s := \text{abs}(V_u - \phi V_c) = 88.796 \text{ kN}$$

Fuerza cortante que asuman los flejes

$$S := \frac{0.75 \cdot 71 \text{ mm}^2 \cdot 3 \cdot F_y \cdot b}{\phi V_s} = 45.34 \text{ cm}$$

Separación de flejes de diseño

Revisión C.21.5.3.2 NSR-10

$$S_a := \frac{d}{4} = 13.525 \text{ cm} \quad \text{a) } D/4$$

$$S_b := 6 \cdot 1.59 \text{ cm} = 9.54 \text{ cm} \quad \text{b) } 6 \text{ veces el diametro de la barra longitudinal mas pequeña}$$

$$S_c := 15 \text{ cm} \quad \text{c) } 150\text{mm}$$

Separación de flejes en la Zona Confinada

$$s := \min(S, S_a, S_b, S_c) = 9.54 \text{ cm}$$

Separación de flejes en la Zona No Confinada

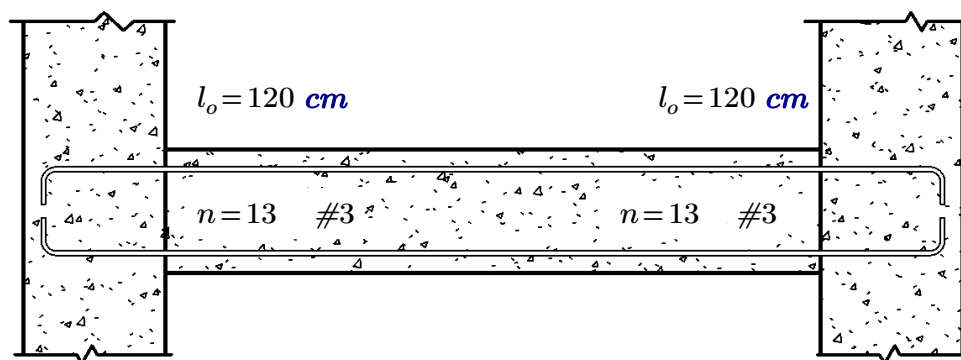
$$s_{nc} := \frac{d}{2} = 27.05 \text{ cm}$$

Longitud minima de zona de confinamiento

$$l_o := 2 \cdot h = 1.2 \text{ m}$$

Numero de flejes 3/8"

$$n := \frac{l_o}{s} = 13$$





Control de deflexiones

$$\gamma_c := 24 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-3}$$

Densidad del Concreto

$$l_v := 12.44 \text{ m}$$

Longitud de viga a borde de apoyos

$$E_c := 3900 \cdot \sqrt{28} \cdot \text{MPa}$$

Modulo de elasticidad del concreto

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Inercia de Viga

Cargas

$$L_D := 12.14 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad L_L := 0.0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \quad L_{PP} := b \cdot h \cdot \gamma_c = 8.64 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$w_o := L_{PP} + L_D + L_L = 20.78 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Deflexión Admisible Tb. C.9.5 (b)

Deflexión del sistema

$$\Delta_{adm} := \frac{l_v}{480} = 25.917 \text{ mm}$$

$$\Delta_{max} := \frac{w_o \cdot l_v^4}{348 \cdot E_c \cdot I} = 6.416 \text{ mm}$$

Revisión = "Ok Cumple deflexión maxima"

Deflexión a largo plazo

$$\xi := 2$$

Factor dependiente de tiempo (5 años) C.9.5.2.5 NSR-10

$$\rho' := 0.0036$$

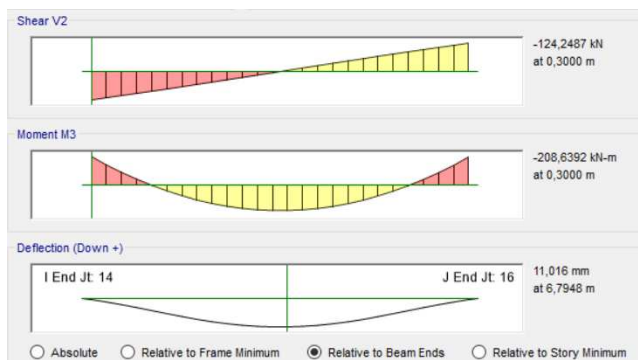
Valor de la mitad de la luz apoyos simples o continuos

$$\lambda_{\Delta} := \frac{\xi}{1 + 50 \cdot \rho'} = 1.6949 \quad \text{Ecuación (C.9-11) C.9.5.2.5 NSR-10}$$

$$\Delta_{lp} := (\lambda_{\Delta} \cdot \Delta_{max}) + \Delta_{max} = 17.291 \text{ mm}$$

Revisión₁ = "Ok Cumple deflexión maxima"

Deflexión inmediata de viga por programa ETABS



$$\Delta_{etabs} := 11.02 \text{ mm}$$

$$\Delta_{adm} = 25.917 \text{ mm}$$

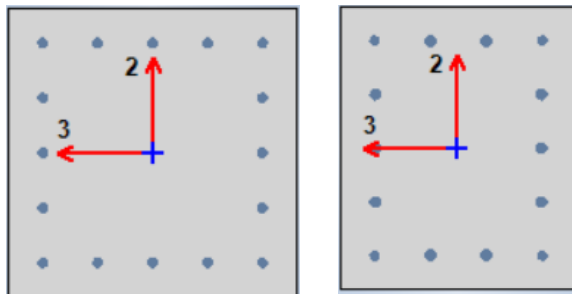
Ok Cumple deflexión máxima



Diseño de Columnas (Anexo 2).

Se presentará el cálculo de la columna más crítica, apoyando la descripción del cálculo por medio de la curva de interacción de columna con el programa MathCAD y ETABS.

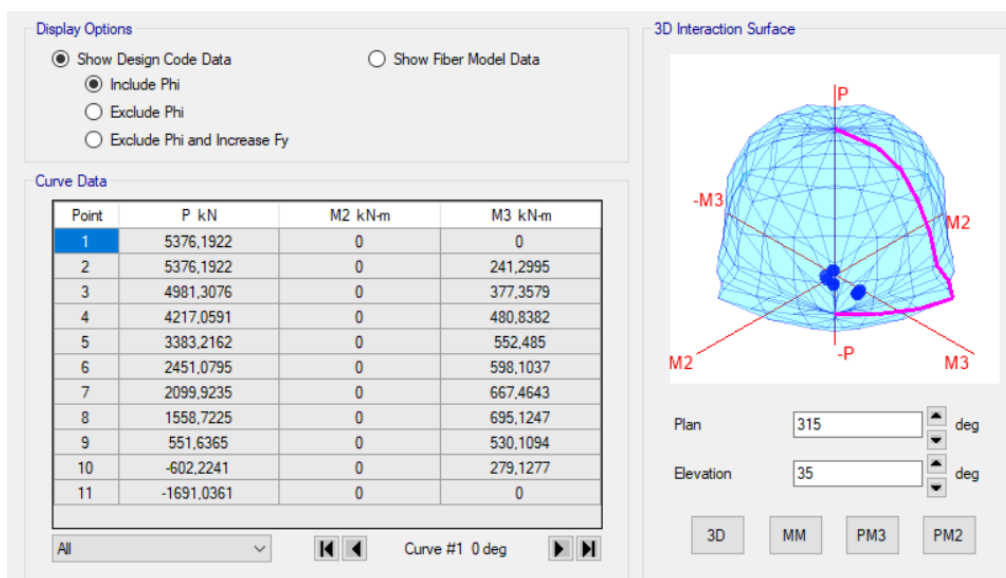
Para el chequeo y comprobar que la columna cumple con las solicitaciones, se hace un chequeo con el software ETABS con la curva de interacción de columnas.

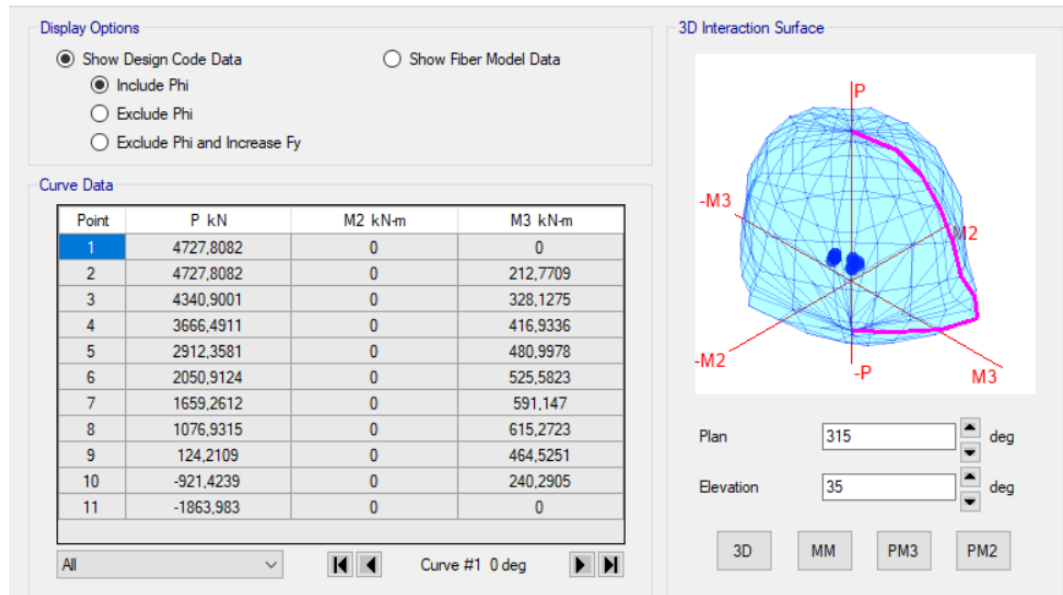


Ubicando así las 16 barras de refuerzo (16#6) en la columna de 60x60 cm y 14 barras de refuerzo (10#7+4#6) en la columna de 50x60 cm.

Se crea la curva de interacción de la columna y se carga con la fuerza que debe resistir según combo crítico y se verifica el comportamiento con los demás combos.

- Curva de interacción columna 60x60 cm todas las combinaciones.





Se satisface con sección y acero para cada combinación.

- Flexo compresión de columnas

Story	Label	Unique Name	Design Section	Station mm	Design/ Check	Status	PMM Ratio	PMM Combo	As,min mm²	As mm²
Story3	C14	28	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,267	C17	3600	4542
Story3	C14	28	CT 1 60x60	1950	Check	No Message	0,35	C16	3600	4542
Story3	C14	28	CT 1 60x60	3900	Check	No Message	0,841	C16	3600	4542
Story3	C15	16	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,258	C17	3600	4542
Story3	C15	16	CT 1 60x60	1950	Check	No Message	0,092	C16	3600	4542
Story3	C15	16	CT 1 60x60	3900	Check	No Message	0,426	C16	3600	4542
Story3	C17	18	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,135	C21	3600	4542
Story3	C17	18	CT 1 60x60	1950	Check	No Message	0,05	C21	3600	4542
Story3	C17	18	CT 1 60x60	3900	Check	No Message	0,147	C16	3600	4542
Story3	C18	20	CT 2 50x60	0	Check	No Message	0,193	C16	3000	5006
Story3	C18	20	CT 2 50x60	1950	Check	No Message	0,062	C17	3000	5006
Story3	C18	20	CT 2 50x60	3900	Check	No Message	0,289	C16	3000	5006
Story3	C21	13	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,526	C17	3600	4542
Story3	C21	13	CT 1 60x60	3450	Check	No Message	0,203	C17	3600	4542
Story3	C21	13	CT 1 60x60	6900	Check	No Message	0,779	C16	3600	4542
Story2	C14	27	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,512	C16	3600	4542
Story2	C14	27	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,22	C16	3600	4542
Story2	C14	27	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,171	C16	3600	4542
Story2	C15	15	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,228	C17	3600	4542
Story2	C15	15	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,088	C17	3600	4542
Story2	C15	15	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,153	C17	3600	4542
Story2	C17	17	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,273	C21	3600	4542
Story2	C17	17	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,192	C21	3600	4542



Story2	C17	17	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,129	C21	3600	4542
Story2	C18	19	CT 2 50x60	0	Check	No Message	0,187	C17	3000	5006
Story2	C18	19	CT 2 50x60	1250	Check	No Message	0,127	C17	3000	5006
Story2	C18	19	CT 2 50x60	2500	Check	No Message	0,128	C16	3000	5006
Story1	C14	1	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,286	C17	3600	4542
Story1	C14	1	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,19	C17	3600	4542
Story1	C14	1	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,221	C16	3600	4542
Story1	C15	2	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,278	C17	3600	4542
Story1	C15	2	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,165	C17	3600	4542
Story1	C15	2	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,155	C17	3600	4542
Story1	C16	3	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,44	C21	3600	4542
Story1	C16	3	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,367	C21	3600	4542
Story1	C16	3	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,342	C17	3600	4542
Story1	C17	4	CT 1 60x60	0	Check	No Message	0,463	C21	3600	4542
Story1	C17	4	CT 1 60x60	1250	Check	No Message	0,368	C21	3600	4542
Story1	C17	4	CT 1 60x60	2500	Check	No Message	0,281	C21	3600	4542
Story1	C18	5	CT 2 50x60	0	Check	No Message	0,258	C17	3000	5006
Story1	C18	5	CT 2 50x60	1250	Check	No Message	0,202	C17	3000	5006
Story1	C18	5	CT 2 50x60	2500	Check	No Message	0,194	C17	3000	5006
Story1	C19	6	CT 2 50x60	0	Check	No Message	0,298	C16	3000	5006
Story1	C19	6	CT 2 50x60	1250	Check	No Message	0,087	C17	3000	5006
Story1	C19	6	CT 2 50x60	2500	Check	No Message	0,27	C16	3000	5006

Mid Bar As mm ²	Corner Bar As mm ²	V Major Combo	At V Major mm ² /m	V Minor Combo	At V Minor mm ² /m	Warnings	Errors
284	284	C23	717,89	C17	1100,08	No Message	No Message
284	284	C23	717,89	C17	1092,61	No Message	No Message
284	284	C23	717,89	C17	1085,13	No Message	No Message
284	284	C23	725,23	C23	579,57	No Message	No Message
284	284	C23	725,23	C23	579,57	No Message	No Message
284	284	C23	725,23	C23	579,57	No Message	No Message
284	284	C17	130,17	C23	333,57	No Message	No Message
284	284	C17	130,17	C23	333,57	No Message	No Message
284	284	C17	130,17	C23	333,57	No Message	No Message
387	284	C17	94,02	C23	1214,11	No Message	No Message
387	284	C17	94,02	C23	1214,11	No Message	No Message
387	284	C17	94,02	C23	1214,11	No Message	No Message
284	284	C17	200,62	C23	754,41	No Message	No Message
284	284	C17	200,62	C23	754,41	No Message	No Message
284	284	C17	200,62	C23	754,41	No Message	No Message
284	284	C21	540,52	C16	500	No Message	No Message
284	284	C21	540,52	C16	500	No Message	No Message
284	284	C21	540,52	C16	500	No Message	No Message
284	284	C21	536,44	C23	261,93	No Message	No Message
284	284	C21	536,44	C23	261,93	No Message	No Message
284	284	C21	536,44	C23	261,93	No Message	No Message
284	284	C17	190,34	C23	246,04	No Message	No Message
284	284	C17	190,34	C23	246,04	No Message	No Message



284	284	C17	190,34	C23	246,04	No Message	No Message
387	284	C17	117,95	C23	527,83	No Message	No Message
387	284	C17	117,95	C23	527,83	No Message	No Message
387	284	C17	117,95	C23	527,83	No Message	No Message
284	284	C17	551,12	C23	385,45	No Message	No Message
284	284	C17	551,12	C23	385,45	No Message	No Message
284	284	C17	551,12	C23	385,45	No Message	No Message
284	284	C17	539,75	C16	300,47	No Message	No Message
284	284	C17	539,75	C16	300,47	No Message	No Message
284	284	C17	539,75	C16	300,47	No Message	No Message
284	284	C17	170,3	C23	752,32	No Message	No Message
284	284	C17	170,3	C23	752,32	No Message	No Message
284	284	C17	170,3	C23	752,32	No Message	No Message
284	284	C17	222,22	C16	272,06	No Message	No Message
284	284	C17	222,22	C16	272,06	No Message	No Message
284	284	C17	222,22	C16	272,06	No Message	No Message
387	284	C17	127,8	C23	520,9	No Message	No Message
387	284	C17	127,8	C23	520,9	No Message	No Message
387	284	C17	127,8	C23	520,9	No Message	No Message
387	284	C17	104,13	C23	1460,57	No Message	No Message
387	284	C17	104,13	C23	1460,57	No Message	No Message
387	284	C17	104,13	C23	1460,57	No Message	No Message

- Cortante de columnas

Label	Story	Section	Location	V Major kN	Major Combo	At Major mm ² /m	V Minor kN	Minor Combo	At Minor mm ² /m
C14	Story3	CT 1 60x60	Top	172,4158	C73	1053,12	179,6412	C45	1097,25
C14	Story3	CT 1 60x60	Bottom	172,4158	C73	1053,12	182,1707	C45	1112,7
C15	Story3	CT 1 60x60	Top	174,0672	C73	1063,21	129,1805	C73	789,04
C15	Story3	CT 1 60x60	Bottom	174,0672	C73	1063,21	129,1805	C73	789,04
C17	Story3	CT 1 60x60	Top	33,6684	C45	257,06	99,915	C73	610,28
C17	Story3	CT 1 60x60	Bottom	33,6684	C45	257,06	99,915	C73	610,28
C18	Story3	CT 2 50x60	Top	23,72	C45	181,65	187,7757	C73	1420,41
C18	Story3	CT 2 50x60	Bottom	23,72	C45	181,65	187,7757	C73	1420,41
C21	Story3	CT 1 60x60	Top	52,3134	C45	399,41	164,2922	C73	1003,5
C21	Story3	CT 1 60x60	Bottom	52,3134	C45	399,41	164,2922	C73	1003,5
C14	Story2	CT 1 60x60	Top	121,8448	C45	930,29	132,0802	C53	1008,44
C14	Story2	CT 1 60x60	Bottom	121,8448	C45	930,29	132,0802	C53	1008,44
C15	Story2	CT 1 60x60	Top	120,5994	C45	920,78	46,5158	C53	355,15
C15	Story2	CT 1 60x60	Bottom	120,5994	C45	920,78	46,5158	C53	355,15
C17	Story2	CT 1 60x60	Top	49,6597	C45	379,15	58,8067	C53	448,99
C17	Story2	CT 1 60x60	Bottom	49,6597	C45	379,15	58,8067	C53	448,99
C18	Story2	CT 2 50x60	Top	30,7307	C45	235,34	77,2476	C53	730,42
C18	Story2	CT 2 50x60	Bottom	30,7307	C45	235,34	77,2476	C53	730,42
C14	Story1	CT 1 60x60	Top	116,6146	C45	890,36	88,3472	C73	539,63
C14	Story1	CT 1 60x60	Bottom	116,6146	C45	890,36	88,3472	C73	539,63
C15	Story1	CT 1 60x60	Top	112,9453	C45	862,34	64,1408	C53	489,72



C15	Story1	CT 1 60x60	Bottom	112,9453	C45	862,34	64,1408	C53	489,72
C16	Story1	CT 1 60x60	Top	44,5256	C45	339,95	197,3501	C73	1205,42
C16	Story1	CT 1 60x60	Bottom	44,5256	C45	339,95	197,3501	C73	1205,42
C17	Story1	CT 1 60x60	Top	57,9912	C45	442,76	67,6815	C53	516,75
C17	Story1	CT 1 60x60	Bottom	57,9912	C45	442,76	67,6815	C53	516,75
C18	Story1	CT 2 50x60	Top	33,3711	C45	255,56	107,2074	C73	810,96
C18	Story1	CT 2 50x60	Bottom	33,3711	C45	255,56	107,2074	C73	810,96
C19	Story1	CT 2 50x60	Top	26,8155	C45	205,36	262,4534	C73	1985,3
C19	Story1	CT 2 50x60	Bottom	26,8155	C45	205,36	262,4534	C73	1985,3



Diseño de Cimentación (Anexo 3).

Story	Joint Label	Unique Name	Load Case/Combo	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Base	14	1	S1 Max	35,9307	-15,332	494,3013	17,2695	56,4969	1,1848
Base	14	1	S2 Max	30,0834	-13,172	484,6756	27,166	39,3303	1,188
Base	14	1	S3 Max	39,7691	-12,816	488,4257	17,599	68,0132	2,0866
Base	14	1	S4 Max	31,9726	-9,9378	475,5914	30,7944	45,1245	2,0908
Base	14	1	S5 Max	30,1993	-7,4024	301,8115	13,8008	59,3041	2,5328
Base	14	1	S6 Max	22,4029	-4,5233	288,9772	26,9962	36,4154	2,537
Base	15	3	S1 Max	-13,536	13,7879	464,0566	-8,2354	10,9285	1,5391
Base	15	3	S2 Max	-18,573	19,9425	458,0627	7,6836	-5,5051	1,3741
Base	15	3	S3 Max	-9,6353	14,0913	461,7322	-7,097	22,4209	2,5102
Base	15	3	S4 Max	-16,351	22,2975	453,7403	14,1284	0,5095	2,2902
Base	15	3	S5 Max	0,1723	9,0681	285,5444	-2,6181	31,6109	2,9302
Base	15	3	S6 Max	-6,5438	17,2743	277,5525	18,6073	9,6996	2,7103
Base	16	5	S1 Max	6,8153	34,2601	260,6476	-16,095	58,4866	10,9424
Base	16	5	S2 Max	0,9758	37,919	269,2711	-3,8493	4,7406	1,8392
Base	16	5	S3 Max	9,0479	32,3829	250,9323	-11,702	78,3931	14,4645
Base	16	5	S4 Max	1,262	37,2614	262,4302	4,6253	6,7319	2,3269
Base	16	5	S5 Max	9,0186	20,2322	153,5692	-2,9827	78,8062	14,3557
Base	16	5	S6 Max	1,2327	25,1107	165,0672	13,3454	7,1449	2,2181
Base	17	7	S1 Max	8,3614	-1,4913	144,9897	6,1133	59,6711	2,6658
Base	17	7	S2 Max	3,3053	6,5824	164,2486	23,8195	19,6216	2,0416
Base	17	7	S3 Max	11,0748	-1,0555	141,9211	7,4141	78,3955	3,6402
Base	17	7	S4 Max	4,3334	9,7093	167,5997	31,0224	24,9962	2,8079
Base	17	7	S5 Max	10,9991	0,1802	87,3065	6,2771	77,2793	3,7195
Base	17	7	S6 Max	4,2577	10,945	112,9851	29,8854	23,88	2,8872
Base	18	9	S1 Max	5,0775	-7,1677	299,8998	10,4225	39,2412	1,9871
Base	18	9	S2 Max	0,6905	0,5283	313,5835	23,5439	7,0109	1,5091
Base	18	9	S3 Max	6,744	-6,6053	290,517	11,2572	51,5604	2,6603
Base	18	9	S4 Max	0,8947	3,656	308,7619	28,7525	8,5866	2,023
Base	18	9	S5 Max	6,7423	-3,1788	175,8584	8,1099	50,8607	2,676
Base	18	9	S6 Max	0,893	7,0825	194,1032	25,6051	7,8869	2,0386
Base	19	11	S1 Max	4,2982	-10,776	76,5994	27,7707	17,0064	3,4585
Base	19	11	S2 Max	1,0436	0,1744	80,8538	43,3214	2,4248	0,7803
Base	19	11	S3 Max	5,5952	-8,2898	78,1086	30,988	22,6037	4,5347
Base	19	11	S4 Max	1,2558	6,3119	83,7812	51,7224	3,1616	0,9638
Base	19	11	S5 Max	5,4641	-1,1926	48,3485	23,9569	22,5717	4,4625
Base	19	11	S6 Max	1,1247	13,4091	54,0211	44,6913	3,1296	0,8916

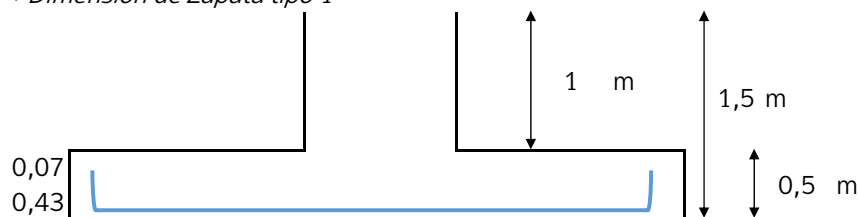


Se crea envoltorio para combinaciones de servicio y obtener los máximos por columna discriminados en la siguiente tabla.

Story	Joint Label	Unique Name	Load Case/Combo	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Base	14	1	CIM Max	39,769	-4,5233	494,301	30,794	68,013	2,537
Base	15	3	CIM Max	0,172	22,297	464,056	18,607	31,610	2,9302
Base	16	5	CIM Max	9,047	37,919	269,271	13,345	78,806	14,46
Base	17	7	CIM Max	11,07	10,945	167,599	31,022	78,395	3,719
Base	18	9	CIM Max	6,744	7,0825	313,583	28,7525	51,5604	2,676
Base	19	11	CIM Max	5,5952	13,4091	83,7812	51,7224	22,6037	4,5347



→ Dimensión de Zapata tipo 1



$F_y = 420 \text{ MPa}$
 $F'_c = 28 \text{ MPa}$
 $\gamma_s = 17 \text{ kN/m}^3$
 $\sigma_a = 98,2 \text{ kN/m}^2$
 $P_u = 664 \text{ kN}$
 $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
 $b = 0,50 \text{ m}$
 $h = 0,60 \text{ m}$

1. Evaluación del espesor de zapata

1.1 Espesor evaluado según ℓ_d columna.

$\ell_d = 0,36 \text{ m}$
 $\ell_d + r = 0,43 < e \quad \text{Ok}$

$\psi_e = 1$
 $\phi_v = 0,019 \text{ m}$
 $\lambda = 1$

1.2 Espesor evaluado segun cortante

$$V_u \leq \phi V_c$$

2. Cálculo del esfuerzo disponible del suelo (q_e).

$q_e = 69,2 \text{ kN/m}^2$

3. Cálculo del área de la zapata.

$A = 9,60 \text{ m}^2$
 $L_{dis} = 3,10 \text{ m} \quad \times \quad 3,10 \text{ m}$
 $A_{dis} = 9,61 \text{ m}^2$

4. Cálculo del esfuerzo último del suelo (q_u)

F.S. 1,5

$q_u = 104 \text{ kN/m}^2$

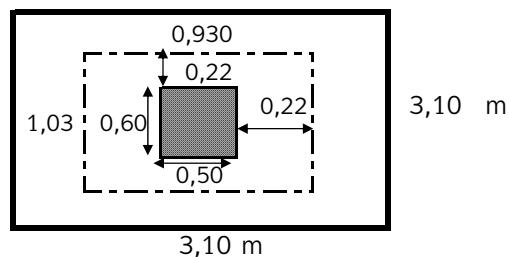
5. Revisión del cortante bidireccional (V_{u2})

$$V_{u2} \leq \phi V_c$$

$A_p = 0,96 \text{ m}^2$

$V_{u2} = 897 \text{ kN}$

Corte en planta de zapata

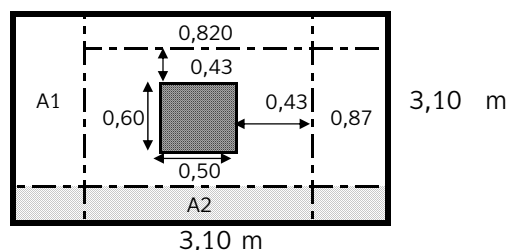


6. Revisión cortante unidireccional (V_{u1})

$A_1 = 2,7 \text{ m}^2$
 $A_2 = 2,54 \text{ m}^2$
 $V_{u1} = 280 \text{ kN} \rightarrow a$
 $V_{u1} = 263 \text{ kN} \rightarrow b$

$$V_{u1} \leq \phi V_c$$

a. $280 \leq 5,3E+06 \quad \text{Ok}$
b. $263 \leq 5,3E+06 \quad \text{Ok}$





II. Altura efectiva.

$$d_{min} \leq d$$

$$\lambda = 1 \quad \beta = 1 \quad b_o = 3,9 \text{ m} \quad \alpha = 40$$

$$d_{min} = 106 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

$$d_{min} = \frac{Vu_d}{\phi * 0,17 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$$d_{min} = 113 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

$$d_{min} = \frac{Vu_2}{\phi * 0,17 * (1 + \frac{2}{\beta}) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$$d_{min} = 347 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

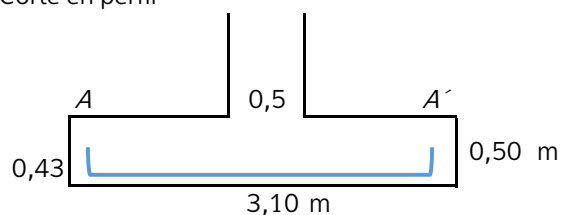
$$d_{min} = \frac{Vu_2}{\phi * 0,083 * (\frac{\alpha * d}{b_o} + 2) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$$d_{min} = 175 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

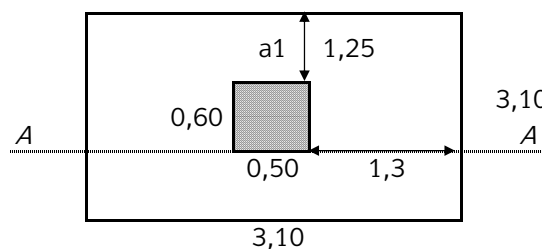
$$d_{min} = \frac{Vu_2}{\phi * 0,33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

8. Diseño a flexión.

Corte en perfil



Corte de zapata en planta.



$$W_u = 321 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 251 \text{ kN.m}$$

$$M_u = \frac{W_u * a_1^2}{2}$$

$$K = 438 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 17,6$$

$$\rho = 0,001171$$

$$\begin{matrix} \rho_{min} < \rho_{dis} < \rho_{max} \\ 0,002 < 1E-03 < 0,025 \\ \text{Ok} \end{matrix}$$

$$\rho_{dis} = 0,0018$$

$$A_s = 0,00240 \text{ m}^2 \quad \text{Und} = 17$$

$$A_{st} = 0,00677 \quad \text{Ok}$$

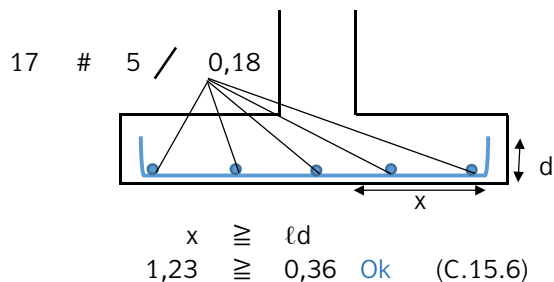
$$\# = 5$$

$$A = 0,000199 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow 17 \text{ Var} \# 5 @ 0,18 \text{ m}$$

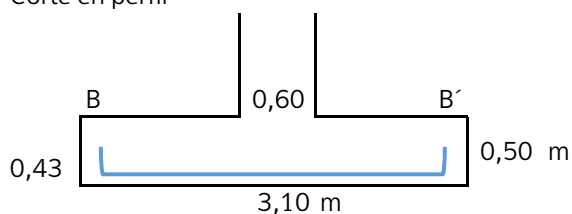


Longitud de desarrollo r .

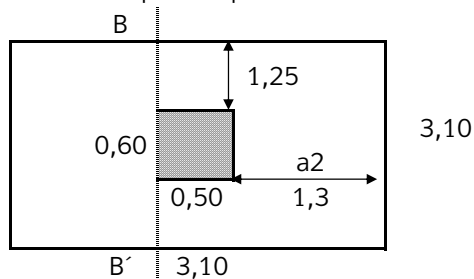


$$\begin{aligned} 0,43 &\geq 0,15 \text{ Ok} & (C.7.7.1) \\ 0,43 &\geq 0,36 \text{ Ok} & (C.2.1.12.2.1) \end{aligned}$$

Corte en perfil



Corte de zapata en planta.



$$W_u = 321 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 271 \text{ kN.m} \quad M_u = \frac{W_u * a^2}{2}$$

$$K = 474 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 17,6$$

$$\rho = 0,001267$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &< \rho_{\text{dis}} < \rho_{\max} \\ 0,002 &< 0,001 < 0,025 \\ &&& \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{dis}} = 0,0018$$

$$A_s = 0,00240 \text{ m}^2 \quad \text{Und} = 17$$

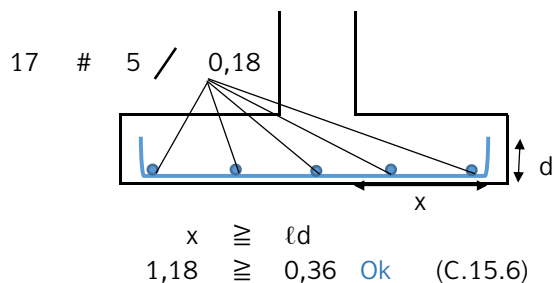
$$A_{st} = 0,00677 \text{ Ok}$$

$$\# = 5$$

$$A = 0,000199 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow 17 \text{ Var } \# 5 @ 0,18 \text{ m}$$

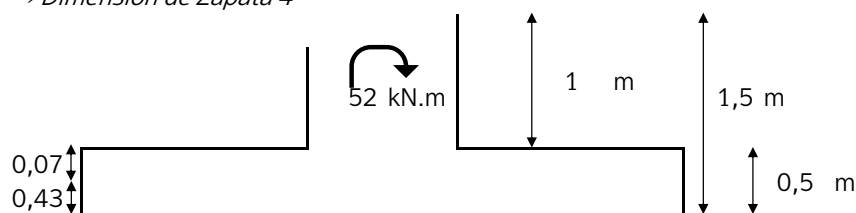
Longitud de desarrollo r .



$$\begin{aligned} 0,43 &\geq 0,15 \text{ Ok} & (C.7.7.1) \\ 0,43 &\geq 0,36 \text{ Ok} & (C.2.1.12.2.1) \end{aligned}$$



→ Dimensión de Zapata 4



$F_y = 420 \text{ MPa}$
 $F'_c = 28 \text{ MPa}$
 $\gamma_s = 17 \text{ kN/m}^3$
 $\sigma_a = 98,2 \text{ kN/m}^2$
 $P_u = 83,8 \text{ kN}$
 $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
 $b = 0,50 \text{ m}$
 $h = 0,60 \text{ m}$

1. Evaluación del espesor de zapata

1.1 Espesor evaluado según ℓ_d columna.

$$\ell_d = 0,30 \text{ m}$$

$$\ell_d + r = 0,38 < e \quad \text{Ok}$$

$\psi_e = 1$
 $\phi_v = 0,016 \text{ m}$
 $\lambda = 1$

2. Calculo del esfuerzo disponible del suelo (q_e).

$$q_e = 69,2 \text{ kN/m}^2$$

3. Calculo del area de la zapata.

$$A = 1,21 \text{ m}^2$$

$$L_{dis} = 1,50 \text{ m} \quad \times \quad 1,5 \text{ m}$$

$$A_{dis} = 2,3 \text{ m}^2$$

4. Calculo del espesfuerzo último del suelo (q_u)

$F.S = 1,5$
 $Y = 0,25 \text{ m}$
 $I = 0,42 \text{ m}^4$

4.1 $q_u = 55,9 \text{ kN/m}^2$

$$\begin{matrix} \sigma_1 = 68 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_2 = 6,42 \text{ kN/m}^2 \end{matrix} \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{matrix}} \right\} \text{Revision} \quad \sigma_{\max} \leq q_e$$

$$68,1 \leq 69,2 \quad \text{Ok}$$

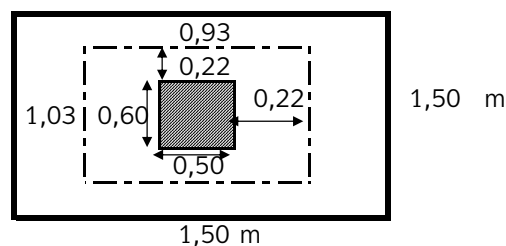
5. Revisión del cortante bidireccional (V_{u2})

$$V_{u2} \leq \phi V_c$$

$$A_p = 0,96 \text{ m}^2$$

$$V_{u2} = 72,2 \text{ kN}$$

Corte en planta de zapata



6. Revisión cortante unidireccional (V_{u1})

$$A_1 = 0,11 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,03 \text{ m}^2$$

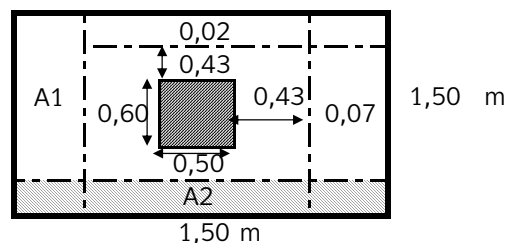
$$V_{u1} = 5,86 \text{ kN} \rightarrow a$$

$$V_{u1} = 1,68 \text{ kN} \rightarrow b$$

$$V_{u1} \leq \phi V_c$$

$$a. 5,86 \leq 2,6E+06 \quad \text{Ok}$$

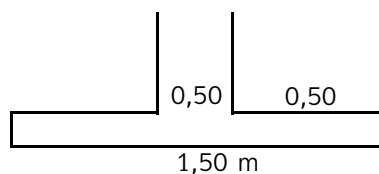
$$b. 1,68 \leq 2,6E+06 \quad \text{Ok}$$



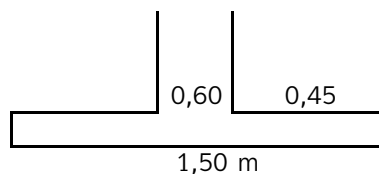


I. Si el vuelo es mayor a dos veces el espesor → posibilidad de comportamiento flexible

0,50 > 1 → Cimentación rígida



0,45 > 1 → Cimentación rígida



II. Altura efectiva. $d_{min} \leq d$

$\lambda = 1$ $\beta = 1$ $b_o = 3,9 \text{ m}$ $\alpha = 40$

$d_{min} = 2,22 \text{ mm}$ Ok

$$d_{min} = \frac{V_{ud}}{\phi * 0,17 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$d_{min} = 9 \text{ mm}$ Ok

$$d_{min} = \frac{V_{u2}}{\phi * 0,17 * (1 + \frac{2}{\beta}) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$d_{min} = 27,9 \text{ mm}$ Ok

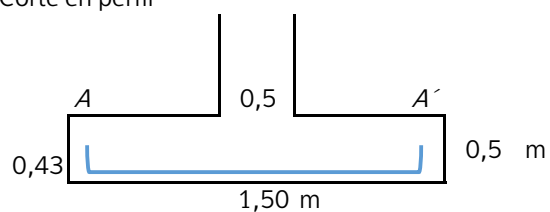
$$d_{min} = \frac{V_{u2}}{\phi * 0,083 * (\frac{\alpha * d}{b_o} + 2) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$d_{min} = 14,1 \text{ mm}$ Ok

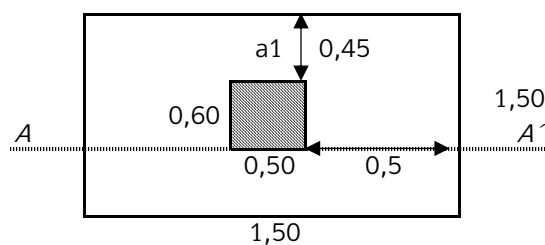
$$d_{min} = \frac{V_{u2}}{\phi * 0,33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

8. Diseño a flexión.

Corte en perfil



Corte de zapata en planta.



$W_u = 83,8 \text{ kN/m}$

$M_u = 8,48 \text{ kN.m}$

$$M_u = \frac{W_u * a_1^2}{2}$$

$K = 30,6 \text{ kN/m}^2$

$m = 17,6$

$\rho = 8,097\text{E-}05$

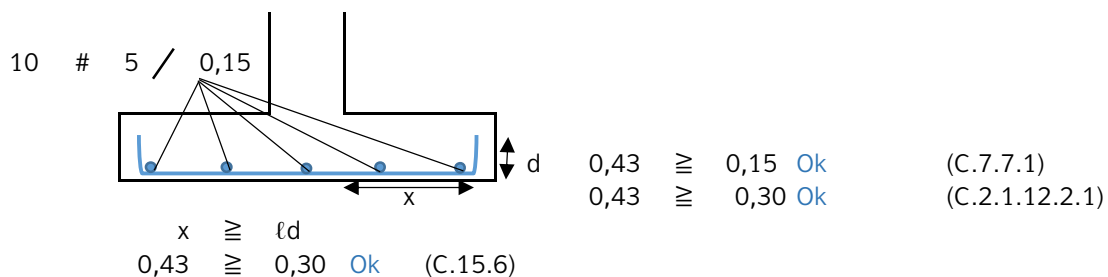


$$\begin{array}{lll} \rho_{\min} < \rho_{\text{dis}} < \rho_{\max} \\ 0,002 < 8\text{E-}05 < 0,03 \\ & & \text{Ok} \end{array}$$

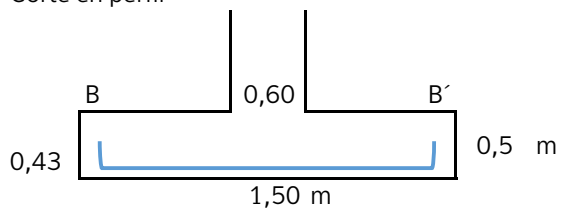
$$\rho_{\text{dis}} = 0,0018$$

$$\begin{array}{llll} A_s = & 0,001161 & \text{m}^2 & \text{Und} = 10 \quad \# = 5 \\ A_{st} = & 0,00199 & \text{m}^2 & \text{Ok} \quad A = 0,000199 \text{ m}^2 \\ \rightarrow & 10 \text{ Var } \# & 5 & @ \quad 0,15 \text{ m} \end{array}$$

Longitud de desarrollo r .



Corte en perfil



$$W_u = 83,8 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 10,5 \text{ kN.m} \quad M_u = \frac{W_u * a^2}{2}$$

$$K = 37,8 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 17,6$$

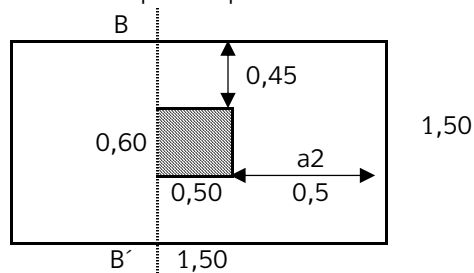
$$\rho = 0,000100$$

$$\begin{array}{lll} \rho_{\min} < \rho_{\text{dis}} < \rho_{\max} \\ 0,002 < 1\text{E-}04 < 0,03 \\ & & \text{Ok} \end{array}$$

$$\rho_{\text{dis}} = 0,0018$$

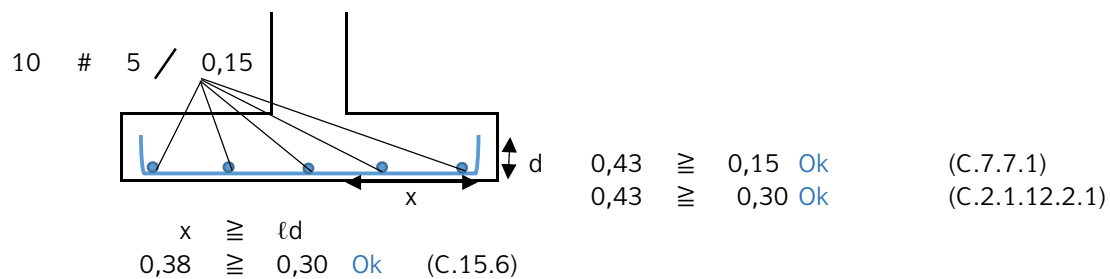
$$\begin{array}{llll} A_s = & 0,00116 & \text{m}^2 & \text{Und} = 10 \quad \# = 5 \\ A_{st} = & 0,00199 & \text{m}^2 & \text{Ok} \quad A = 0,000199 \text{ m}^2 \\ \rightarrow & 10 \text{ Var } \# & 5 & @ \quad 0,15 \text{ m} \end{array}$$

Corte de zapata en planta.





Longitud de desarrollo r .



9. Revisión por aplastamiento.

$$Pu \leq (0,85 * F'c) * \phi q * A1 * \sqrt{\frac{A2}{A1}} \quad (C.14.1)$$

5,59,E+04 \leq 4,64,E+06 \rightarrow No necesita de pedestal



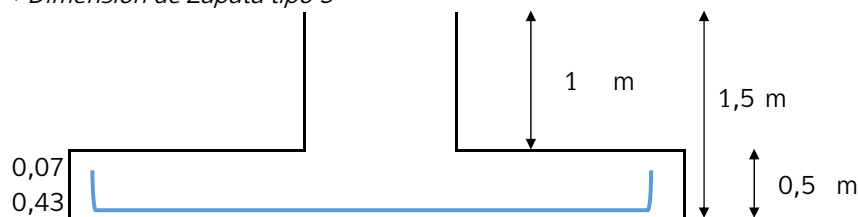
9. Revisión por aplastamiento.

$$Pu \leq (0,85 * F'c) * \phi q * A1 * \sqrt{\frac{A2}{A1}} \quad (C.14.1)$$

1,04,E+05 \leq 4,64,E+06 \rightarrow No necesita de pedestal



→ Dimensión de Zapata tipo 5



$F_y = 420 \text{ MPa}$
 $F'_c = 28 \text{ MPa}$
 $\gamma_s = 17 \text{ kN/m}^3$
 $\sigma_a = 98,2 \text{ kN/m}^2$
 $P_u = 495 \text{ kN}$
 $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
 $b = 0,50 \text{ m}$
 $h = 0,60 \text{ m}$

1. Evaluación del espesor de zapata

1.1 Espesor evaluado según ℓ_d columna.

$\ell_d = 0,36 \text{ m}$
 $\ell_d + r = 0,43 < e \quad \text{Ok}$

$\psi_e = 1$
 $\phi_v = 0,019 \text{ m}$
 $\lambda = 1$

1.2 Espesor evaluado segun cortante

$$V_u \leq \phi V_c$$

2. Cálculo del esfuerzo disponible del suelo (q_e).

$q_e = 69,2 \text{ kN/m}^2$

3. Cálculo del área de la zapata.

$A = 7,15 \text{ m}^2$
 $L_{dis} = 2,70 \text{ m} \quad \times \quad 2,70 \text{ m}$
 $A_{dis} = 7,29 \text{ m}^2$

4. Cálculo del esfuerzo último del suelo (q_u)

F.S. 1,5

$q_u = 102 \text{ kN/m}^2$

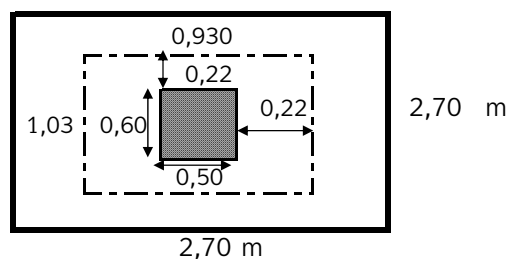
5. Revisión del cortante bidireccional (V_{u2})

$$V_{u2} \leq \phi V_c$$

$A_p = 0,96 \text{ m}^2$

$V_{u2} = 645 \text{ kN}$

Corte en planta de zapata

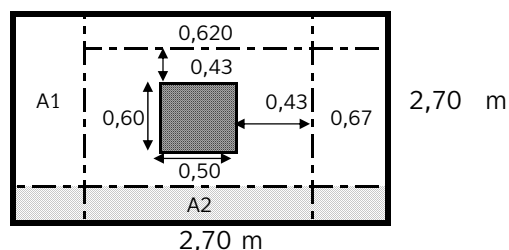


6. Revisión cortante unidireccional (V_{u1})

$A_1 = 1,81 \text{ m}^2$
 $A_2 = 1,67 \text{ m}^2$
 $V_{u1} = 184 \text{ kN} \rightarrow a$
 $V_{u1} = 171 \text{ kN} \rightarrow b$

$$V_{u1} \leq \phi V_c$$

a. $184 \leq 4,6E+06 \quad \text{Ok}$
b. $171 \leq 4,6E+06 \quad \text{Ok}$





II. Altura efectiva.

$$d_{min} \leq d$$

$$\lambda = 1 \quad \beta = 1 \quad b_o = 3,9 \text{ m} \quad \alpha = 40$$

$$d_{min} = 69,7 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

$$d_{min} = \frac{Vu_d}{\phi * 0,17 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$$d_{min} = 81 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

$$d_{min} = \frac{Vu_2}{\phi * 0,17 * (1 + \frac{2}{\beta}) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$$d_{min} = 250 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

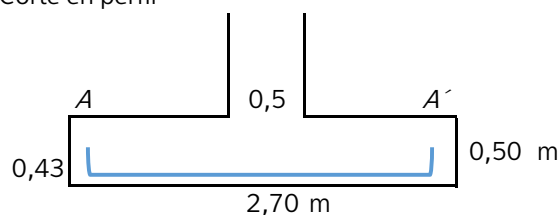
$$d_{min} = \frac{Vu_2}{\phi * 0,083 * (\frac{\alpha * d}{b_o} + 2) * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

$$d_{min} = 126 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

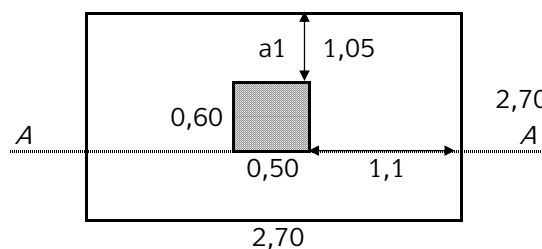
$$d_{min} = \frac{Vu_2}{\phi * 0,33 * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o}$$

8. Diseño a flexión.

Corte en perfil



Corte de zapata en planta.



$$W_u = 275 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 152 \text{ kN.m}$$

$$Mu = \frac{Wu * a1^2}{2}$$

$$K = 304 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 17,6$$

$$\rho = 0,000809$$

$$\begin{matrix} \rho_{min} < \rho_{dis} < \rho_{max} \\ 0,002 < 8E-04 < 0,025 \\ \text{Ok} \end{matrix}$$

$$\rho_{dis} = 0,0018$$

$$A_s = 0,00209 \text{ m}^2 \quad \text{Und} = 18$$

$$A_{st} = 0,00716 \text{ m}^2 \quad \text{Ok}$$

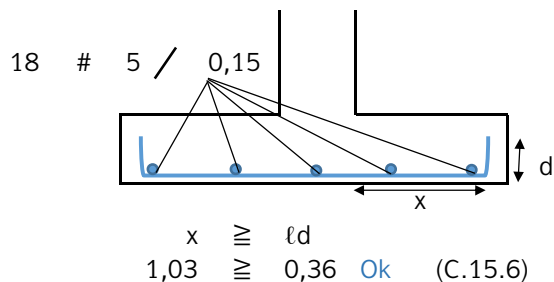
$$\# = 5$$

$$A = 0,000199 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow 18 \text{ Var} \# 5 @ 0,15 \text{ m}$$

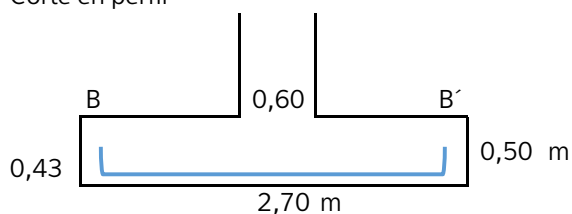


Longitud de desarrollo r .

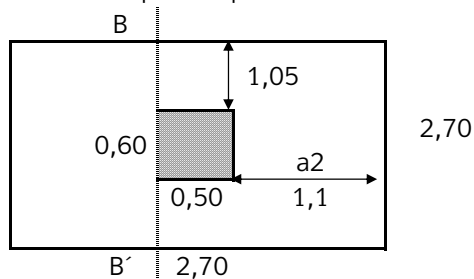


$$\begin{aligned} 0,43 &\geq 0,15 \text{ Ok} & (C.7.7.1) \\ 0,43 &\geq 0,36 \text{ Ok} & (C.2.1.12.2.1) \end{aligned}$$

Corte en perfil



Corte de zapata en planta.



$$W_u = 275 \text{ kN/m}$$

$$M_u = 166 \text{ kN.m} \quad M_u = \frac{W_u * a^2}{2}$$

$$K = 333 \text{ kN/m}^2$$

$$m = 17,6$$

$$\rho = 0,000889$$

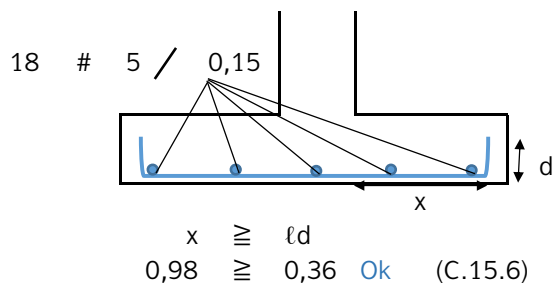
$$\begin{aligned} \rho_{min} &< \rho_{dis} < \rho_{max} \\ 0,002 &< 0,001 < 0,025 \\ &&& \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\rho_{dis} = 0,0018$$

$$\begin{aligned} A_s &= 0,00209 \text{ m}^2 & U_{nd} &= 18 & \# &= 5 \\ A_{st} &= 0,00716 \text{ Ok} & A &= 0,000199 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow 18 \text{ Var } \# 5 @ 0,15 \text{ m}$$

Longitud de desarrollo r .



$$\begin{aligned} 0,43 &\geq 0,15 \text{ Ok} & (C.7.7.1) \\ 0,43 &\geq 0,36 \text{ Ok} & (C.2.1.12.2.1) \end{aligned}$$

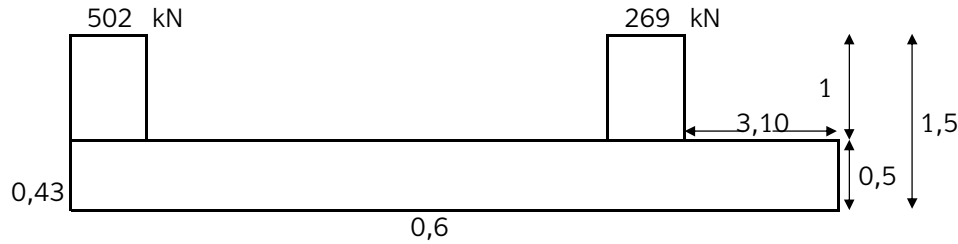


9. Revisión por aplastamiento.

$$Pu \leq (0,85 * F'c) * \phi q * A1 * \sqrt{\frac{A2}{A1}} \quad (C.14.1)$$

1,02,E+05 \leq 4,64,E+06 \rightarrow No necesita de pedestal

Zapata Combinada tipo I



$F_y = 420 \text{ MPa}$
 $F'_c = 28 \text{ MPa}$
 $\gamma_s = 17 \text{ kN/m}^3$
 $\sigma_a = 98,2 \text{ kN/m}^2$
 $P_u = 750 \text{ kN}$
 $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$
 $b_A = 0,60 \text{ m}$
 $h_A = 0,50 \text{ m}$
 $b_B = 0,60 \text{ m}$
 $h_B = 0,60 \text{ m}$

1. Evaluación del espesor de zapata

1.1 Espesor evaluado según ℓ_d columna.

$\ell_d = 0,30 \text{ m}$
 $\ell_{d+r} = 0,38 < e \quad \text{Ok}$

$\psi_e = 1$
 $\phi_v = 0,02 \text{ m}$
 $\lambda = 1$

2. Cálculo del esfuerzo disponible del suelo (q_e).

Col A

$q_e = 69,2 \text{ kN/m}^2$

Col B

$q_e = 69,2 \text{ kN/m}^2$

3. Cálculo del área de la zapata.

Col A

$A = 11,1 \text{ m}^2$

$L_{dis} = 3,70 \text{ m} \quad \times \quad 3,00 \text{ m}$

$A_{dis} = 11,1 \text{ m}^2$



4. Verificar rigidez relativa (ACI 336)

$\lambda_{Lc} = 256$

$\lambda_c = 4E-03$

$K_{75} = 3,2 \text{ Kg}$

$K_c = 2,13 \text{ Kg}$

$I = 3,1E+06 \text{ cm}^4$

$E_c = 206368,6$

$K_c (B \cdot L) = 2,00 \text{ Kg}$

$60 \text{ cm} \leq 448 \text{ cm} \quad \text{Cimentación rígida}$

$310 \text{ cm} \leq 397 \text{ cm} \quad \text{Cimentación rígida}$

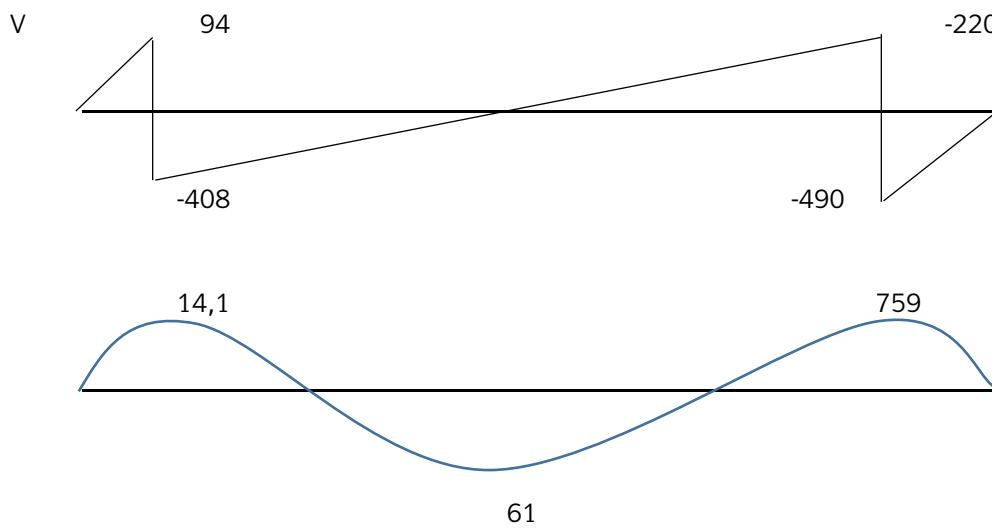
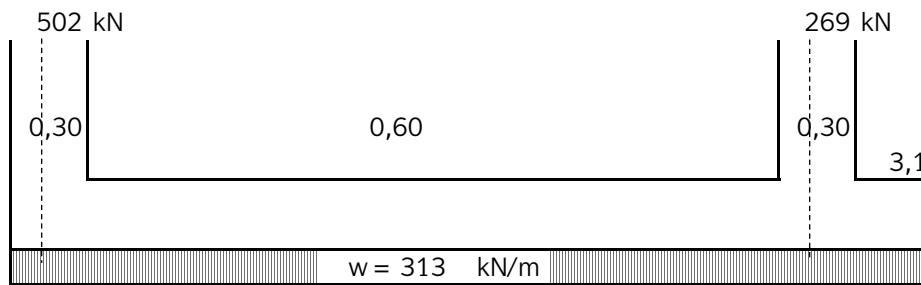
$q_u = 104 \text{ kN}$

5. Cálculo fuerza reacción del suelo

$W_u = 313 \text{ kN/m}$

Carga última columnas A y B

A $P_u = 502 \text{ kN}$
 B $P_u = 269 \text{ kN}$



6. Revisión del cortante V_{u1}

$$V_{u1} \leq \phi V_c$$

93752,027 N \leq 145053,32 N Ok

7. Revisión cortante V_{u2}

A $V_{u2} = 423 \text{ kN}$
 B $V_{u2} = 159$



II. Altura efectiva. $d_{min} \leq d$

$\lambda = 1$ $\beta = 1,23$ $b_o = 4,1 \text{ m}$ $\alpha = 20$

$d_{min} = 22 \text{ mm}$ Ok

$$d_{min} = \frac{Vu^2}{\phi * 0,17 * (1 + \frac{2}{\beta}) * \lambda * \sqrt{f'}c * b_o}$$

$d_{min} = 58,5 \text{ mm}$ Ok

$$d_{min} = \frac{Vu^2}{\phi * 0,083 * (\frac{\alpha * d}{b_o} + 2) * \lambda * \sqrt{f'}c * b_o}$$

$d_{min} = 29,4 \text{ mm}$ Ok

$$d_{min} = \frac{Vu^2}{\phi * 0,33 * \lambda * \sqrt{f'}c * b_o}$$

7. Diseño a flexión.

a	b	c
0,0028638	0,002322	0,002322
0,002322	0,002322	0,0377713

a
K 152 kN/m²
m 17,6
Cuan 0,000404

b
K 662 kN/m²
m 17,6
Cuan 0,0017783

c
K 8208 kN/m²
m 17,6
Cuan 0,0292801



Elementos no estructurales (Anexo 4).



DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES N1 y N2

Datos de entrada $f'_c := 17.5 \text{ MPa}$ $F_y := 420 \text{ MPa}$ $\phi := 0.9$

Espesor de muro $t := 12 \text{ cm}$

Longitud de Muro $L := 2.50 \text{ m}$

Base de la estructura $B := 8.30 \text{ m}$

Masa del muro $M_p := 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \cdot L = 0.703 \text{ tonf}$

01-Periodo Fundamental de la edificación

$T_a := 0.488 \text{ s}$ $I := 1.25$ $A_v := 0.05$

$S_a := 0.3901$ $A_a := 0.05$ $F_a := 1.60$

02-Tipos de Anclaje.

Muros divisorios de altura Total $a_p := 1.0$ (Tabla A.9.5-1)

Coeficientes de disipación de energía $R_p := 1.5$ (A.9.4.9 NSR-10)

03-Fuerza Sísmica

Altura total del edificio $h_n := 10.50 \text{ m}$

Altura del nivel de apoyo del elemento $h_x := 3.0 \text{ m}$

$h_{eq} := 0.75 \cdot h_n$ $h_{eq} = 7.875 \text{ m}$

$A_s := A_a \cdot F_a \cdot I$

Si $h_x < h_{eq}$ utilizar $ax1$, si $h_x > h_{eq}$ utilizar $ax2$

$$ax1 := A_s + \frac{(S_a - A_s) \cdot h_x}{h_{eq}}$$

$$ax2 := S_a \cdot \frac{h_x}{h_{eq}}$$

$$F_p' := \frac{A_a \cdot I}{2} \cdot M_p = 0.022 \text{ tonf}$$



Fuerza Sísmica de Diseño.

$$F_p := a_x 1 \cdot \frac{a_p}{R_p} \cdot M_p = 0.099 \text{ tonf} \quad F_p \geq F_p'$$

04-Fuerzas internas y Dimensionamiento

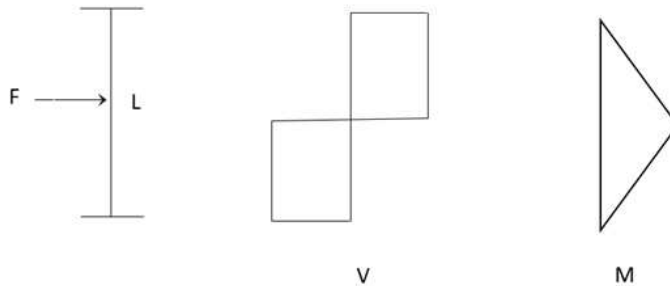
Cortante.

$$R_a := \frac{F_p}{2} \quad R_a = 0.049 \text{ tonf}$$

$$R_b := F_p - R_a \quad R_b = 0.049 \text{ tonf}$$

Momento

$$M_n := R_a \cdot \frac{L}{2} \quad M_n = 0.062 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$



Revisión a flexión

$$b := 12 \text{ cm} \quad h := 12 \text{ cm}$$

$$C := 6 \text{ cm} \quad I_c := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad f_r := 2 \cdot \phi \cdot \sqrt{175} \quad f_r := f_r \cdot 1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$M := f_r \cdot \frac{I_c}{C} \quad M = 0.076 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\text{Separación} = 10.2 \text{ m}$$

Revisión a Cortante.

$$V := 2 \cdot \frac{M}{L} = 0.06 \text{ tonf} \quad V_o := V \cdot \text{numero_dovelas} = 0.049 \text{ tonf}$$

$$m := \frac{F_y}{0.85 \cdot f'_c} \quad k := \frac{M_n}{b \cdot h^2}$$

$$\rho := \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k}{0.85 \cdot F_y}} \right) \quad A_{st} := b \cdot h \cdot \rho \quad A_{st} = 0.13 \text{ cm}^2$$

$$1V \phi 3/8" @ 2.0m$$



DISEÑO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES N3

Datos de entrada $f'_c := 17.5 \text{ MPa}$ $F_y := 420 \text{ MPa}$ $\phi := 0.9$

Espesor de muro $t := 12 \text{ cm}$

Longitud de Muro $L := 4.00 \text{ m}$

Base de la estructura $B := 8.30 \text{ m}$

Masa del muro $M_p := 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \cdot L = 1.124 \text{ tonf}$

01-Periodo Fundamental de la edificación

$T_a := 0.488 \text{ s}$ $I := 1.25$ $A_v := 0.05$

$S_a := 0.3901$ $A_a := 0.05$ $F_a := 1.60$

02-Tipos de Anclaje.

Muros divisorios de altura Total $a_p := 1.0$ (Tabla A.9.5-1)

Coeficientes de disipación de energía $R_p := 1.5$ (A.9.4.9 NSR-10)

03-Fuerza Sísmica

Altura total del edificio $h_n := 10.50 \text{ m}$

Altura del nivel de apoyo del elemento $h_x := 6.0 \text{ m}$

$h_{eq} := 0.75 \cdot h_n$ $h_{eq} = 7.875 \text{ m}$

$A_s := A_a \cdot F_a \cdot I$

Si $h_x < h_{eq}$ utilizar $ax1$, si $h_x > h_{eq}$ utilizar $ax2$

$$ax1 := A_s + \frac{(S_a - A_s) \cdot h_x}{h_{eq}}$$

$$ax2 := S_a \cdot \frac{h_x}{h_{eq}}$$

$$F_p' := \frac{A_a \cdot I}{2} \cdot M_p = 0.035 \text{ tonf}$$



Fuerza Sísmica de Diseño.

$$F_p := a_x \cdot \frac{a_p}{R_p} \cdot M_p = 0.241 \text{ tonf} \quad F_p \geq F_p'$$

04-Fuerzas internas y Dimensionamiento

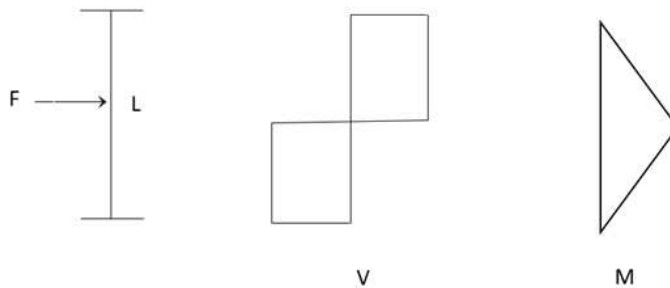
Cortante.

$$R_a := \frac{F_p}{2} \quad R_a = 0.12 \text{ tonf}$$

$$R_b := F_p - R_a \quad R_b = 0.12 \text{ tonf}$$

Momento

$$M_n := R_a \cdot \frac{L}{2} \quad M_n = 0.241 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$



Revisión a flexión

$$b := 12 \text{ cm} \quad h := 12 \text{ cm}$$

$$C := 6 \text{ cm} \quad I_c := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad f_r := 2 \cdot \phi \cdot \sqrt{175} \quad f_r := f_r \cdot 1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$M := f_r \cdot \frac{I_c}{C} \quad M = 0.076 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\text{Separación} = 2.6 \text{ m}$$

Revisión a Cortante.

$$V := 2 \cdot \frac{M}{L} = 0.038 \text{ tonf} \quad V_o := V \cdot \text{numero_dovelas} = 0.12 \text{ tonf}$$

$$m := \frac{F_y}{0.85 \cdot f'_c} \quad k := \frac{M_n}{b \cdot h^2}$$

$$\rho := \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k}{0.85 \cdot F_y}} \right) \quad A_{st} := b \cdot h \cdot \rho \quad A_{st} = 0.527 \text{ cm}^2$$

$$1V \ \phi 3/8" \ @ \ 2.0m$$



- Antepechos y parapetos de edificio Administrativo

Datos de entrada $f'_c := 17.5 \text{ MPa}$ $F_y := 420 \text{ MPa}$ $\phi := 0.9$

Espesor de muro $t := 12 \text{ cm}$

Longitud de Muro $L := 2.0 \text{ m}$

Base de la estructura $B := 8.0 \text{ m}$

Masa del muro $M_p := 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1} \cdot L = 0.562 \text{ tonf}$

01-Periodo Fundamental de la edificación

$T_a := 0.30 \text{ s}$ $I := 1.25$ $A_v := 0.05$

$S_a := 0.25$ $A_a := 0.05$ $F_a := 1.60$

02-Tipos de Anclaje.

Parapetos $a_p := 2.5$ (Tabla A.9.5-1)

Coeficientes de disipación de energía $R_p := 1.5$ (A.9.4.9 NSR-10)

03-Fuerza Sísmica

Altura total del edificio $h_n := 10.50 \text{ m}$

Altura del nivel de apoyo del elemento $h_x := 10.50 \text{ m}$

$h_{eq} := 0.75 \cdot h_n$ $h_{eq} = 7.875 \text{ m}$

$A_s := A_a \cdot F_a \cdot I$

Si $h_x < h_{eq}$ utilizar $ax1$, si $h_x > h_{eq}$ utilizar $ax2$

$$ax1 := A_s + \frac{(S_a - A_s) \cdot h_x}{h_{eq}}$$

$$ax2 := S_a \cdot \frac{h_x}{h_{eq}}$$

$$Fp' := \frac{A_a \cdot I}{2} \cdot M_p = 0.018 \text{ tonf}$$



Fuerza Sísmica de Diseño.

$$F_p := a_x \cdot \frac{a_p}{R_p} \cdot M_p = 0.312 \text{ tonf} \quad F_p \geq F_p'$$

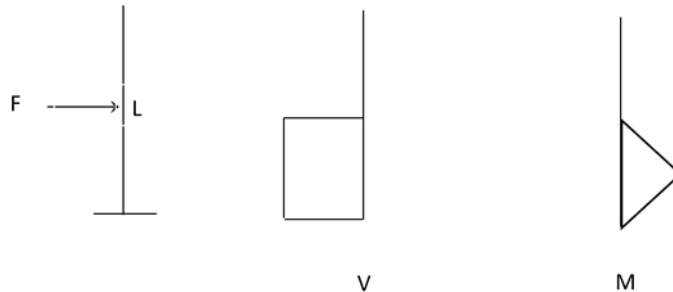
04-Fuerzas internas y Dimensionamiento

Cortante.

$$R_a := F_p \quad R_a = 0.312 \text{ tonf}$$

Momento

$$M_n := R_a \cdot \frac{L}{2} \quad M_n = 0.312 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$



Revisión a flexión

$$b := 12 \text{ cm} \quad h := 12 \text{ cm}$$

$$C := 6 \text{ cm} \quad I_c := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad f_r := 2 \cdot \phi \cdot \sqrt{175} \quad f_r := f_r \cdot 1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$M := f_r \cdot \frac{I_c}{C} \quad M = 0.076 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

$$\text{Separación} = 1.937 \text{ m}$$

Revisión a Cortante.

$$V := 2 \cdot \frac{M}{L} = 0.076 \text{ tonf} \quad V_o := V \cdot \text{numero_dovelas} = 0.312 \text{ tonf}$$

$$m := \frac{F_y}{0.85 \cdot f'_c} \quad k := \frac{M_n}{b \cdot h^2}$$

$$\rho := \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot k}{0.85 \cdot F_y}} \right) \quad A_{st} := b \cdot h \cdot \rho \quad A_{st} = 0.696 \text{ cm}^2$$

2V $\phi 3/8$ " @ 1.5m



Clasificación contra incendios (Anexo 5).

De acuerdo con el grupo de ocupación de la edificación se deberá clasificar teniendo en cuenta las especificaciones del título J y K, el cual los define así:

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	ALMACENAMIENTO	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	COMERCIAL	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	ESPECIALES	K.2.4
F	FABRIL E INDUSTRIAL	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	INSTITUCIONAL	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Ilustración 9 Clasificación de subgrupo por NSR-10.

Tabla J.3.3-1
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, área construida, y número de pisos.

Grupos y subgrupos de ocupación	Área total construida, A_T m ²	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	≥ 7
(C-1)	$A_T > 1500$	III	III	II	II	II	I	I
	$A_T < 1500$	III	III	III	II	II	II	I
(C-2)	$A_T > 500$	II	I	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$			II	I	I	I	I
(E)	Sin límite	III	III	III	II	II	II	I
(I-2), (I-4)	$A_T > 1000$	III	II	II	I	I	I	I
	$500 < A_T < 1000$	III	III	II	II	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	III	II	II	II	I
(I-3)	$A_T > 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 1000$		III	II	II	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	$A_T > 1000$	II	I	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	$500 < A_T < 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	II	II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades > 140 m ²				II	I	I	I
	Unidades ≤ 140 m ²				III	II	II	I
(R-3)	$A_T > 5000$	III	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 5000$	III	II	II	II	I	I	I

Ilustración 10 Categorización contra el fuego



Tabla J.3.4-3
Resistencia requerida al fuego normalizado NTC 1480 (ISO 834),
en horas, de elementos de una edificación.

Elementos de la construcción	Categoría según la clasificación dada en J.3.3.1		
	I	II	III
Muros Cortafuego	3	2 ½	2
Muros de cerramiento de escaleras, ascensores, buitrones, ductos para basuras y corredores de evacuación	2	2	1 ½
Muros divisorios entre unidades	2	1 ½	1
Muros interiores no portantes	½	¼	-
Columnas, vigas, viguetas, losas, y muros portantes de cualquier material, y estructuras metálicas en celosía	2	1 ½	1
Cubiertas	1	1	½
Escaleras interiores no encerradas con muros	2	1 ½	1

Ilustración 11 Resistencia requerida contra el fuego en Hrs.

Grupo de ocupación: C
Subgrupo de Ocupación: C-1

Categoría: I
Resistencia requerida contra el fuego:

- Columnas, vigas, viguetas, losas, muros y estructura metálica: 1 horas.

Tabla J.3.5-5
Recubrimiento mínimo de vigas de concreto reforzado, en mm¹.

Tipo de agregado	Ancho de viga, mm.	Resistencia al fuego en horas				
		1	1 ½	2	3	4
Expansión restringida	130	20	20	20	30	30
	180	20	20	20	20	20
	≥ 250	20	20	20	20	20
Expansión no restringida	130	20	30	30	--	--
	180	20	20	20	40	80
	≥ 250	20	20	20	30	40

Ilustración 12 Recubrimientos mínimos de losas y vigas de acuerdo con NSR-10