

**“ESTUDIO DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS DEL INMUEBLE DENOMINADO CASA  
GARCIA MORENO –IMP”**

**MEMORIA TÉCNICA ESTRUCTURAL- CUBIERTA REPOSITORIO**

**Código Proceso No.: CD-MDMQ-IMP-16-2022**

**Objeto del proceso: “ESTUDIO DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS DEL INMUEBLE  
DENOMINADO CASA GARCIA MORENO –IMP”**

**Contratista: Bernardo Roberto Bustamante Patiño  
Ingeniero Encargado: Galo Fernando Serrano Chica  
Administrador: Arq. Ana Lucía Andino**

**NOVIEMBRE, 2022**



**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“CASA GARCÍA MORENO-CUBIERTA REPOSITORIO”**

ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO. ....	4
3. CARGAS DE DISEÑO.....	6
4. CÁLCULO DE CORTE BASAL. ....	7
4.1. NEC_SE.....	7
4.2. CATEGORIA DE EDIFICIO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.....	10
5. COMBINACIONES DE CARGA. ....	11
5.1. NEC_SE.....	11
6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL. ....	12
6.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. ....	12
6.2. CONTROL DE DERIVAS.....	13
6.3. MODOS VIBRATORIOS.....	13
6.4. MODELO ESTRUCTURAL – CUBIERTA REPOSITORIO .....	14
6.4.1. INGRESO DE CARGAS.....	15
6.4.2. CONTROL DE DERIVAS.....	22
6.4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS. ....	24
6.4.3.1. VIGAS .....	30
6.4.3.2. COLUMNAS RELLENAS DE HORMIGÓN .....	33
7. ANCLAJE EN MAMPOSTERÍA.....	36
8. REFERENCIAS. ....	38



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantas estructura en estudio.....	5
Figura 2. Modelo 3D Módulo 1 (Estructura de cubierta de patio interno).....	14
Figura 3. Secciones de la estructura.....	14
Figura 4. Ingreso del cortante basal.....	15
Figura 5. Peso en función del cortante basal .....	15
Figura 6. Carga muerta por piso.....	16
Figura 7. Asignación del espectro .....	17
Figura 8. Secciones ocupadas en el diseño .....	17
Figura 9. Sección columna 150x150x6.....	18
Figura 10. Viga I 120x12x400x6.....	18
Figura 11. Viga I 100x8x250x5 .....	19
Figura 12 Tubo 150x100x3.....	19
Figura 13. Tubo 150x300x5.....	20
Figura 14. Asignación de materiales.....	21
Figura 15. Cargas de cubierta.....	22
Figura 16. Escalamiento del espectro.....	23
Figura 17. Deriva de piso en dirección X $\Delta E=0.008263$ .....	23
Figura 18. Deriva de piso en dirección Y $\Delta E=0.000172$ .....	24
Figura 19. Envoltorio de momentos de la estructura.....	29
Figura 20. Secciones de viga .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 21. Envoltorio de momento y corte de la viga .....	30
Figura 22. Momento de diseño de la viga .....	32
Figura 23. Radio de capacidad de las secciones.....	33
Figura 24. Momento de diseño de columna.....	35
Figura 25 Demanda a corte en kN-m=22.82.....	37



**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“CASA GARCÍA MORENO-CUBIERTA REPOSITORIO”**

**1. INTRODUCCIÓN.**

Se requiere el estudio estructural del proyecto “CASA GARCÍA MORENO-CUBIERTA REPOSITORIO”, el mismo que se lo realiza con el fin de garantizar la serviciabilidad y funcionalidad de la estructura ante las solicitaciones que le competan.

El esqueleto de la estructura se construirá con elementos de acero laminados en caliente mediante el sistema de pórticos espaciales sismorresistentes, la cimentación se realizará mediante placas de anclaje.

El diseño estructural del proyecto “CASA GARCÍA MORENO-CUBIERTA REPOSITORIO” se ha realizado en estricto cumplimiento de la norma “American Institute of Steel Construction” (AISC) y se ha adoptado los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC\_SE. Se utiliza una capacidad portante del suelo de  $q_{adm} = 16.50 \text{ T/m}^2$  y un coeficiente de Balasto  $1.98 \text{ kg/cm}^3$ .

**2. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.**

El proyecto “CASA GARCÍA MORENO-CUBIERTA REPOSITORIO” contempla la elaboración de la cubierta para el patio la zona de repositorio: La cubierta consta de una altura de 8.50 metros aproximadamente y una cubierta con vidrio laminado.

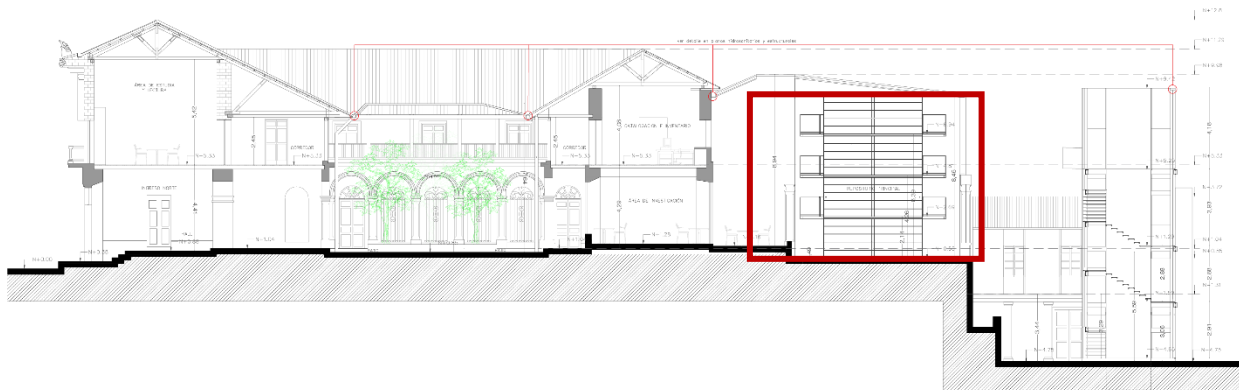




Figura 1. Plantas estructura en estudio



### 3. CARGAS DE DISEÑO.

Las cargas verticales de diseño para las estructuras nuevas se definieron en base al capítulo 1 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC\_SE

Cargas para estructuras de Cubierta:

Carga muerta	30.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva	70.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga de Viento	22.26 kg/m <sup>2</sup>
Carga de Granizo	50.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga total en cubierta	172.26 kg/m <sup>2</sup>

\*La carga muerta impuesta; no considera pesos de columnas, vigas u otros elementos estructurales, estos pesos se consideran de forma automática en el modelo estructural realizado en ETABS 2019.

Anexo Carga de Viento.

CALCULO DEL VIENTO NEC-SE		
Velocidad Del Viento (V)	21.00	m/s
Coefficiente de Correccion ( $\sigma$ )	0.90	u
Velocidad Corregida (Vb)	18.90	m/s
Densidad del aire ( $\rho$ )	1.25	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de entorno/ altura (Ce)	1.63	u
Coefficiente de Forma (Cf)	0.80	u
<b>Presion de calculo Vertical</b>	291.13	Pa
	29.68	Kg/m <sup>2</sup>
CALCULO DEL VIENTO NEC-SE		
Velocidad Del Viento (V)	21.00	m/s
Coefficiente de Correccion ( $\sigma$ )	0.90	u
Velocidad Corregida (Vb)	18.90	m/s
Densidad del aire ( $\rho$ )	1.25	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de entorno/ altura (Ce)	1.63	u
Coefficiente de Forma (Cf)	0.30	u
<b>Presion de calculo</b>	109.17	Pa
<b>Barlovento</b>	11.13	Kg/m <sup>2</sup>
CALCULO DEL VIENTO NEC-SE		
Velocidad Del Viento (V)	21.00	m/s
Coefficiente de Correccion ( $\sigma$ )	0.90	u
Velocidad Corregida (Vb)	18.90	m/s
Densidad del aire ( $\rho$ )	1.25	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de entorno/ altura (Ce)	1.63	u
Coefficiente de Forma (Cf)	-0.60	u
<b>Presion de calculo</b>	-218.34	Pa
<b>Sotavento</b>	-22.26	Kg/m <sup>2</sup>



### Cargas por Granizo.

$$S = \rho g \cdot HS$$

$$S = (1000 \text{ kg/m}^3) (0.05 \text{ m})$$

$$S = 50 \text{ Kg/m}^2$$

### 4. CÁLCULO DE CORTE BASAL.

En este procedimiento se ha considerado las especificaciones descritas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC\_SE.

#### 4.1. NEC\_SE

En el cálculo de la fuerza total sísmica en la base la estructura V, a nivel de **cargas últimas**, se ha tomado en consideración las siguientes expresiones dadas por el Norma Ecuatoriana de la Construcción:

Donde:

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} W$$

$$T = C_t h_n^\alpha$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}; T_l = 2.4 F_d$$

$$S_a = n Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = n Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \text{ para } T > T_c$$

I = Factor de Importancia.

Sa = Aceleración Espectral.

R = Factor de reducción de resistencia estructural.

$\phi_P$  = Coeficiente de configuración estructural en planta.

$\phi_E$  = Coeficiente de configuración estructural en Elevación.

T1 = Período de vibración, método 1.

Z = Factor de Zona.

Ct y  $\alpha$  = Factores según el tipo de edificación.

hn = Altura máxima de la edificación, medida desde la base.

Fa, Fd y Fs = Coeficientes de Amplificación o de Amplificación Dinámica de Perfiles de Suelo.

r = Factor de Tipo de Suelo



$\eta$  = Factor de Región

W = (Carga Muerta Total de la estructura más 25% de la carga viva de piso).

hn = Altura máxima de la edificación, medida desde la base.

**Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada:**

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

**Clasificación de los perfiles de suelo:**

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> \bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s $> \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50.0$ $\bar{S}_v \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s $> \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15.0$ $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> \bar{S}_v \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$\bar{V}_s < 180$ m/s
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP $> 20$ w <sub>L</sub> $\geq 40\%$ $\bar{S}_v < 50$ kPa ( $\approx 0.50$ kgf/cm <sup>2</sup> )
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista (Ver 2.5.4.9). Se contemplan las siguientes subclases: <b>F1</b> —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. <b>F2</b> —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H $> 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). <b>F3</b> —Arcillas de muy alta plasticidad (H $> 7.5$ m con índice de Plasticidad IP $> 75$ ) <b>F4</b> —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H $> 30$ m) <b>F5</b> —Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte. <b>F6</b> —Rellenos colocados sin control ingenieril.	





**COEFICIENTES DE APLIFICACIÓN O DEAMPLIFICACIÓN DINÁMICA DE PERFILES DE SUELO Fa, Fd y Fs**

**Tipo de suelo y Factores de sitio Fa:**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

**Tipo de suelo y Factores de sitio Fd:**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

**Tipo de suelo y Factores de sitio Fs:**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota



#### 4.2. CATEGORIA DE EDIFICIO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

#### Cálculo del Corte Basal para la estructura. (Procedimiento Estático.)

ESPECTRO NEC-SE-DS					
PROYECTO:	CASA GARCÍA MORENO				
RESPONSABLE:	ING. IVAN DELGADO PRADO	FECHA:	10/7/2022	HOJA:	1 de 2
<p>Ubicación: QUITO</p> <p>Región: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos <span style="float: right;"><math>\eta = 2.48</math></span></p> <p>Zona Sísmica: V <span style="margin-left: 100px;">Aceleración en roca Z: 0.4</span> <span style="float: right;">Z = 0.40</span></p> <p>Perfil de Suelo: D <span style="float: right;">r = 1.00</span></p> <p>Factor de Sitio Fa: 1.20</p> <p>Factor de Sitio Fd: 1.40</p> <p>Factor de Sitio Fs: 1.50</p> <p>Factor de Importancia: 1.00</p> <p>Irregularidad en planta <math>\Phi_p</math>: 1.00</p> <p>Irregularidad en elevación <math>\Phi_e</math>: 1.00</p> <p>Coefficiente de reducción R: 3.00</p> <p style="font-size: small;">ASCE 113 Considerando tipología de la estructura y grado de redundancia estructural</p>					
<p>T<sub>0</sub> = 0.175 seg      0.17500      Test =      Periodo de la estructura</p> <p>T<sub>c</sub> = 0.963 seg      0.96250      Sa = 1.1904</p> <p>TL = 3.36 seg      3.36000      V = 0.3968      DERIVA      0.0089</p>					
<h4>Espectros de Aceleraciones NEC-15</h4>					

**Nota:** Porcentaje del cortante basal para cubiertas



## **COMBINACIONES DE CARGA.**

### **5.1. NEC\_SE.**

Las siguientes combinaciones de carga son las recomendadas por el Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC\_SE:

Losa de Entrepiso

- COMB. 1:  $1.4 \cdot D$
- COMB.2:  $1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L$
- COMB.3:  $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot S_x + L$
- COMB. 4:  $1.2 \cdot D - 1.0 \cdot S_x + L$
- COMB. 5:  $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot S_y + L$
- COMB. 6:  $1.2 \cdot D - 1.0 \cdot S_y + L$
- COMB. 7:  $0.9 \cdot D + 1.0 \cdot S_x$
- COMB. 8:  $0.9 \cdot D - 1.0 \cdot S_x$
- COMB. 9:  $0.9 \cdot D + 1.0 \cdot S_y$
- COMB. 10:  $0.9 \cdot D - 1.0 \cdot S_y$
- COMB. 11:  $1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L + 0.5 \cdot S$
- COMB. 12:  $1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L + 0.5 \cdot W$
- COMB. 13:  $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot E_x + 0.2 \cdot S$
- COMB. 14:  $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot E_y + 0.2 \cdot S$
- COMB. 15:  $0.9 \cdot D + 1.0 \cdot W$

D: Carga Muerta.

L: Carga Viva.

S: Carga de Granizo.

W: Carga de Viento.

Sx: Sismo en la dirección "x".

Sy: Sismo en la dirección "y".



## 5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

El diseño estructural del proyecto “CASA GARCÍA MORENO-CUBIERTA REPOSITORIO” comprende el cálculo de todas las solicitaciones en la estructura bajo cargas gravitacionales y laterales como son: momentos, cortantes, fuerzas axiales, fuerzas sísmicas y otras; además se realiza un control de derivas las mismas que deben estar dentro del rango máximo permitido por las normas vigentes, y a su vez, se revisa los modos vibratorios tomando en cuenta la participación de masas, esto con el objetivo de tener una estructura que no presente problemas de torsión en planta sino más bien que su movimiento ante cargas sísmicas sea traslacional.

Para el cálculo de las fuerzas internas se utilizó el programa de modelación estructural ETABS 2019, con el cual se obtuvieron todas las solicitaciones presentes en la estructura, además de obtener las derivas máximas y modos de vibración de la misma; cabe recalcar que el programa de modelación estructural ETABS 2019 es una **herramienta** para el diseñador y se debe tener sólidos conocimientos de los procesos y ayudas que brinda este programa, esto con el objetivo de tener una buena interpretación de los resultados obtenidos mediante su uso; por lo cual el **diseño final de los elementos de la estructura** se realizó en base a los resultados obtenidos en el programa ETABS 2019 y en hojas de cálculo de Microsoft Excel realizadas por el autor del presente estudio.

### 6.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

- Resistencia cilíndrica del hormigón en losas, columnas y vigas,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Acero Estructural en placas y columnas Gr50,  $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$ .
- Acero Estructural en vigas,  $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$ .
- Resistencia a la rotura/unidad de bloque de mampostería de paredes,  $\sigma = 22.54 \text{ kg/cm}^2$ .
- Peso específico del hormigón,  $\gamma = 2.4 \text{ T/m}^3$ .
- Módulo de Elasticidad del hormigón,  $E = 13500 \cdot \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Corte del Hormigón:  $G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson:  $\nu = 0.2$ .



## 6.2. CONTROL DE DERIVAS.

Los controles de las derivas de piso son fundamentales en el diseño de una estructura, a tal punto que en la mayoría de los casos las columnas y vigas son diseñadas en base a este criterio; se hace este control con el fin de evitar daños no estructurales excesivos en la edificación.

Teniendo en cuenta que las derivas de piso son desplazamientos horizontales relativos de un piso respecto a su piso consecutivo, los mismos que se obtienen bajo cargas horizontales en cada dirección de la estructura, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC\_SE establece un valor de deriva máxima permitida para estructuras de hormigón armado, estructuras metálicas y de madera:

$$\Delta_M = 0.75 \cdot R \cdot \Delta_E = 0.02$$

Donde:

$\Delta_M$ : Deriva máxima inelástica.

$\Delta_E$ : Deriva Estática.

R: Coeficiente de reducción de respuesta estructural.

$\Delta_M = 0.02$        $R=3$        $\Delta E_{PERMITIDA} = 0.0089$  Para estructuras de Cubierta

$\Delta_M = 0.02$        $R=6$        $\Delta E_{PERMITIDA} = 0.0044$  Para estructuras con Entrepiso

Las derivas de piso se calcularon en base al sismo de diseño con una excentricidad positiva y negativa del 5% en cada dirección de la estructura.

## 6.3. MODOS VIBRATORIOS.

Los modos vibratorios, son propiedades dinámicas del sistema y cada uno de ellos corresponde a un período, una frecuencia y un grado de libertad, además que un modo representa la forma natural de vibración del sistema; el primer modo de vibración corresponde al primer período o también llamado período fundamental del sistema, debido a que este es el más importante y el más influyente, que junto con el segundo modo de vibración generalmente son los predominantes en el análisis dinámico de la estructura.



#### 6.4. MODELO ESTRUCTURAL – CUBIERTA REPOSITORIO

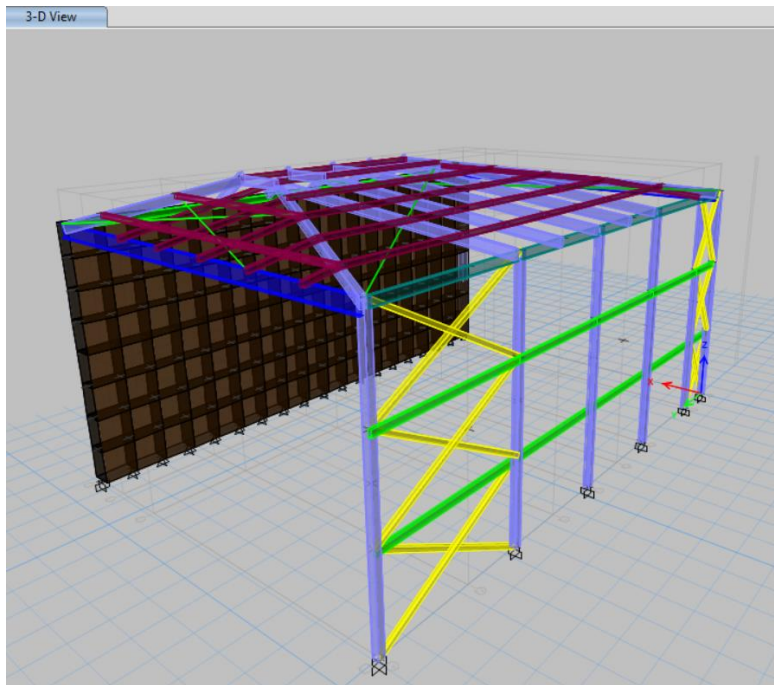


Figura 2. Modelo 3D Módulo 1 (Estructura de cubierta de patio interno)

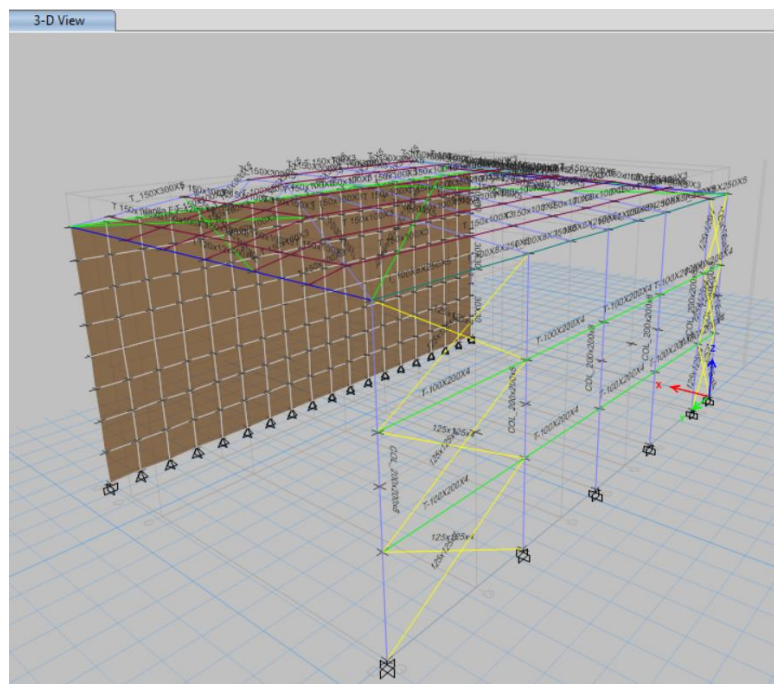
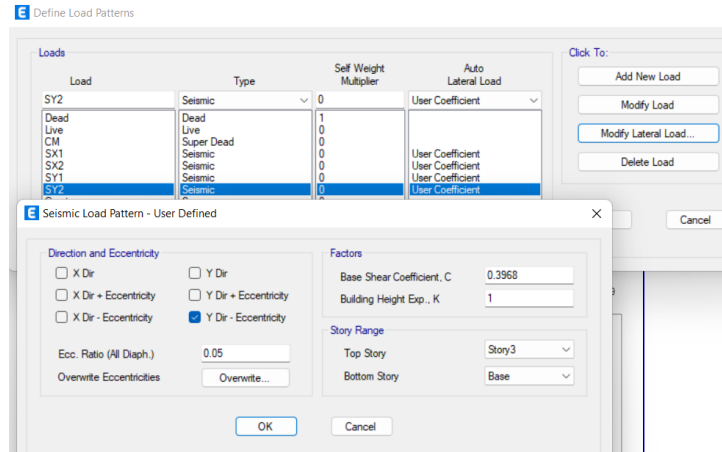


Figura 3. Secciones de la estructura



### 6.4.1. INGRESO DE CARGAS

#### Ingreso del porcentaje e Cortante Basal



*Figura 4. Ingreso del cortante basal*

#### Peso de la estructura y porcentaje de peso debido al cortante basal.

Load Pattern Definitions - Auto Seismic - User Coefficient

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: None

	Name	Is Auto Load	X Dir?	X Dir Plus Ecc?	X Dir Minus Ecc?	Y Dir?	Y Dir Plus Ecc?	Y Dir Minus Ecc?	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
▶	SX1	No	No	Yes	No	No	No	No	0.05	Story1	Base	0.3968	1	131.77475	52.2882
	SX2	No	No	No	Yes	No	No	No	0.05	Story1	Base	0.3968	1	131.77475	52.2882
	SY1	No	No	No	No	No	Yes	No	0.05	Story1	Base	0.3968	1	131.77475	52.2882
	SY2	No	No	No	No	No	No	Yes	0.05	Story1	Base	0.3968	1	131.77475	52.2882

*Figura 5. Peso en función del cortante basal*



## Carga muerta debido a secciones

### E Material List by Story

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: None

	Story	Object Type	Material	Weight tonf	Floor Area m <sup>2</sup>	Unit Weight tonf/m <sup>2</sup>	Number Pieces	Number Studs
▶	Story2	Beam	A36	5.45437	0		65	0
	Story2	Beam	fy 4200	0.10444	0		6	0
	Story2	Brace	A36	0.29252	0		5	
	Story1	Column	fc 210	1.21965	0		2	
	Story1	Column	A50	6.54216	0		6	
	Story1	Beam	A36	0.68931	0		6	0
	Story1	Beam	A50	1.43335	0		11	0
	Story1	Brace	A36	0.56813	0		8	
	Story1	Wall	fc 280	128.85705	0			
	Story3	Column	fc 210	0.60982	0		1	
	Story3	Beam	A36	0.34603	0		5	0
	Story3	Brace	A36	0.28406	0		4	
	Story3	Wall	fc 280	139.64803	0			
	Sum	Column	fc 210	1.82947	0		3	
	Sum	Column	A50	6.54216	0		6	
	Sum	Beam	A36	6.48971	0		76	0
	Sum	Beam	fy 4200	0.10444	0		6	0
	Sum	Beam	A50	1.43335	0		11	0
	Sum	Brace	A36	1.14471	0		17	
	Sum	Wall	fc 280	268.50508	0			
	Total	All	All	286.04891	0		119	0

Figura 6. Carga muerta por piso.





## Análisis Espectral (Procedimiento Elástico Dinámico)

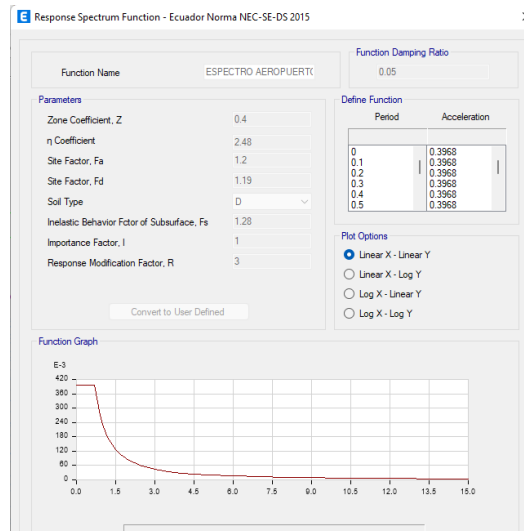


Figura 7. Asignación del espectro

## Secciones ocupadas en el diseño

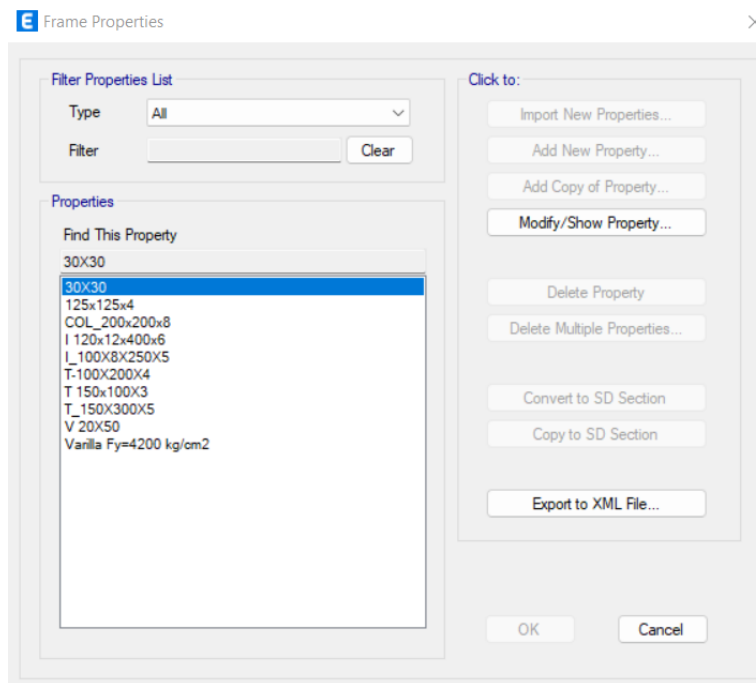


Figura 8. Secciones ocupadas en el diseño

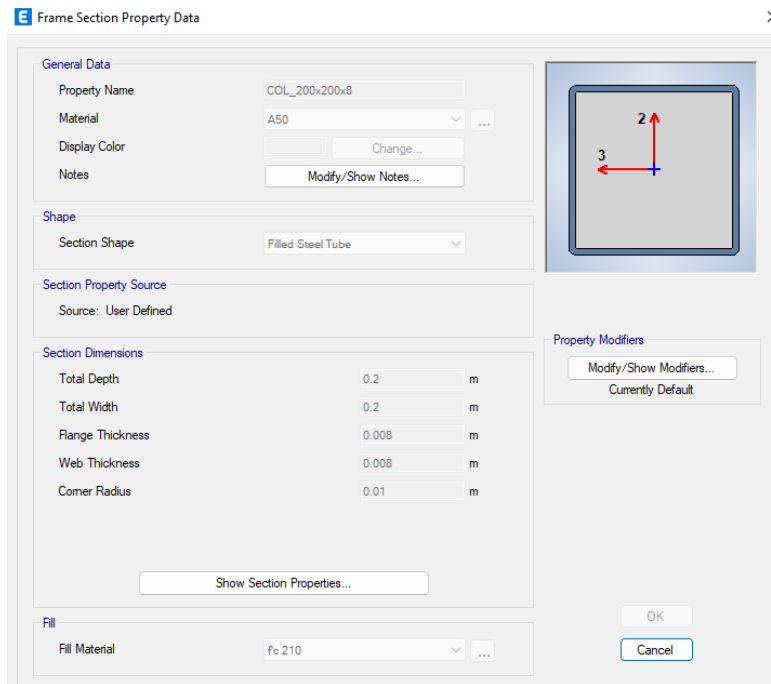


Figura 9. Sección columna 200x120x8

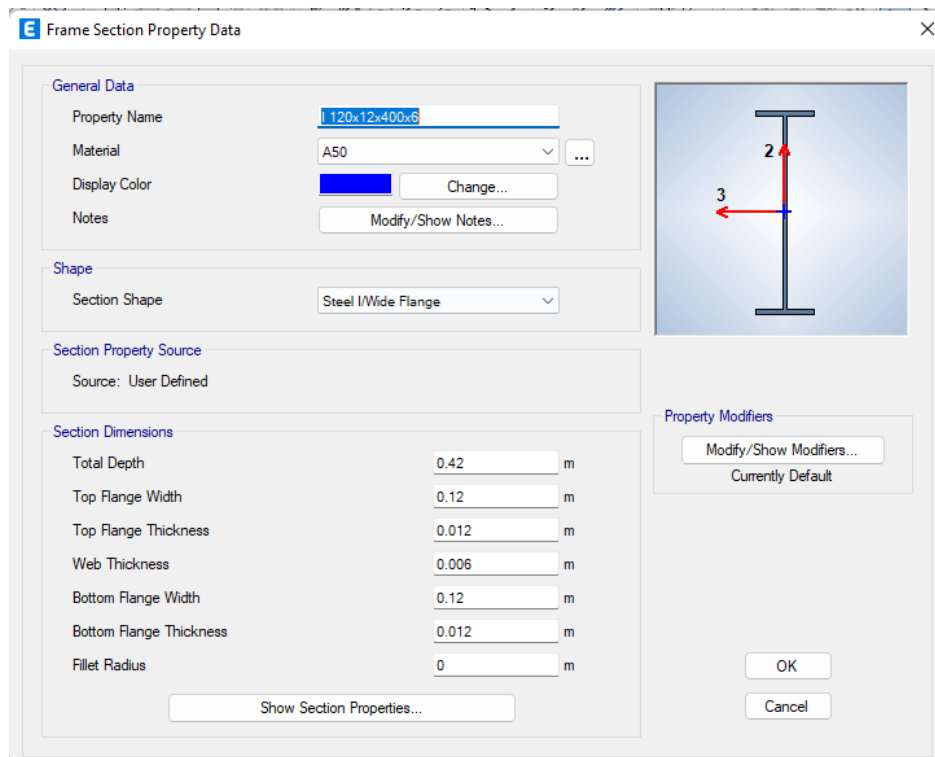


Figura 10. Viga I 120x12x400x6



**E** Frame Section Property Data ✕

**General Data**

Property Name:

Material:  ...

Display Color:  Change...

Notes:

**Shape**

Section Shape:

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth	<input type="text" value="0.266"/> m
Top Flange Width	<input type="text" value="0.1"/> m
Top Flange Thickness	<input type="text" value="0.008"/> m
Web Thickness	<input type="text" value="0.005"/> m
Bottom Flange Width	<input type="text" value="0.1"/> m
Bottom Flange Thickness	<input type="text" value="0.008"/> m
Fillet Radius	<input type="text" value="0"/> m

**Property Modifiers**

Currently Default

Figura 11. Viga I 100x8x250x5

**E** Frame Section Property Data ✕

**General Data**

Property Name:

Material:  ...

Display Color:  Change...

Notes:

**Shape**

Section Shape:

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth	<input type="text" value="0.15"/> m
Total Width	<input type="text" value="0.1"/> m
Flange Thickness	<input type="text" value="0.005"/> m
Web Thickness	<input type="text" value="0.005"/> m
Corner Radius	<input type="text" value="0.01"/> m

**Property Modifiers**

Currently Default

Figura 12 Tubo 150x100x3

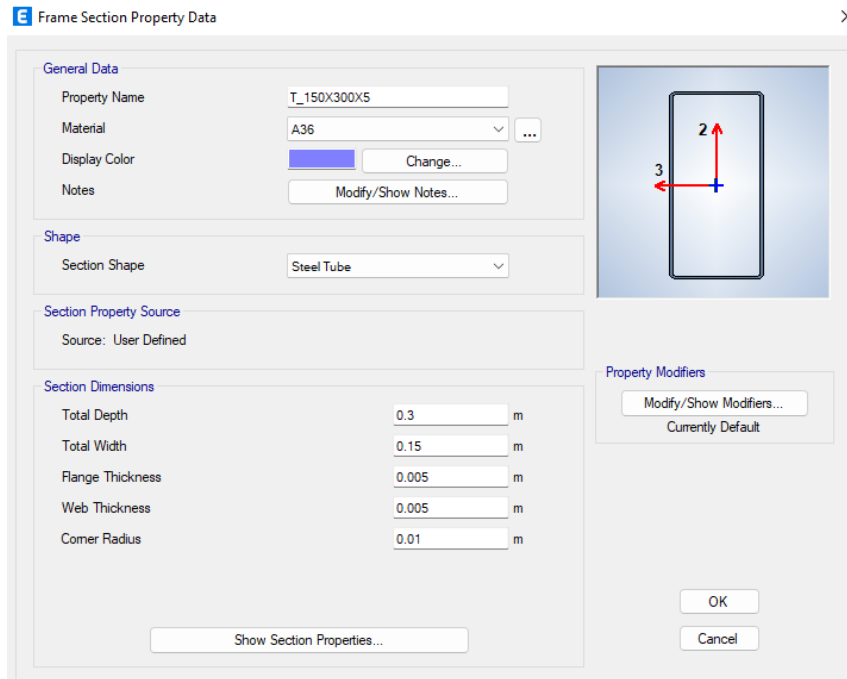


Figura 13. Tubo 150x300x5

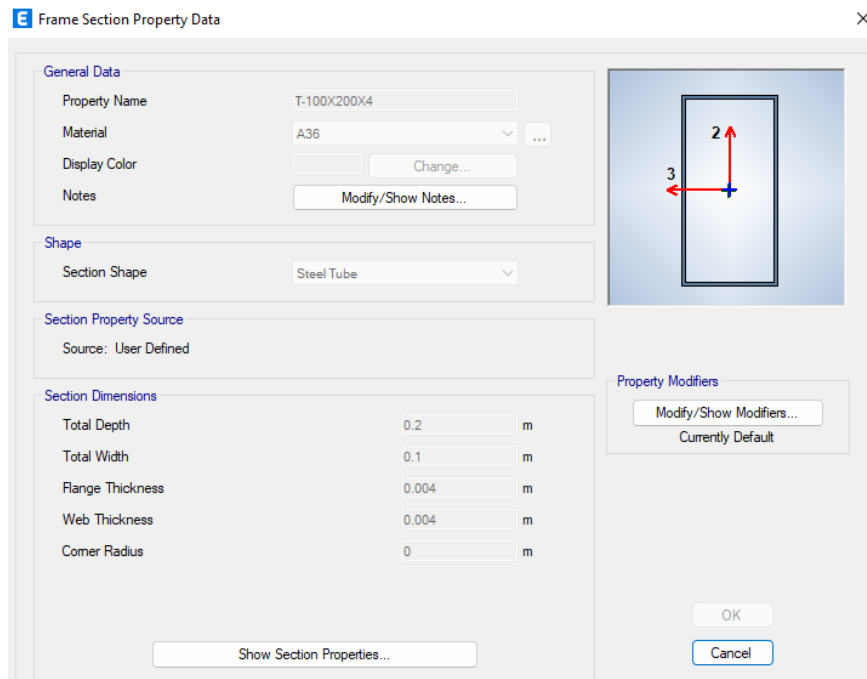


Figura 14. Tubo 100x200x4

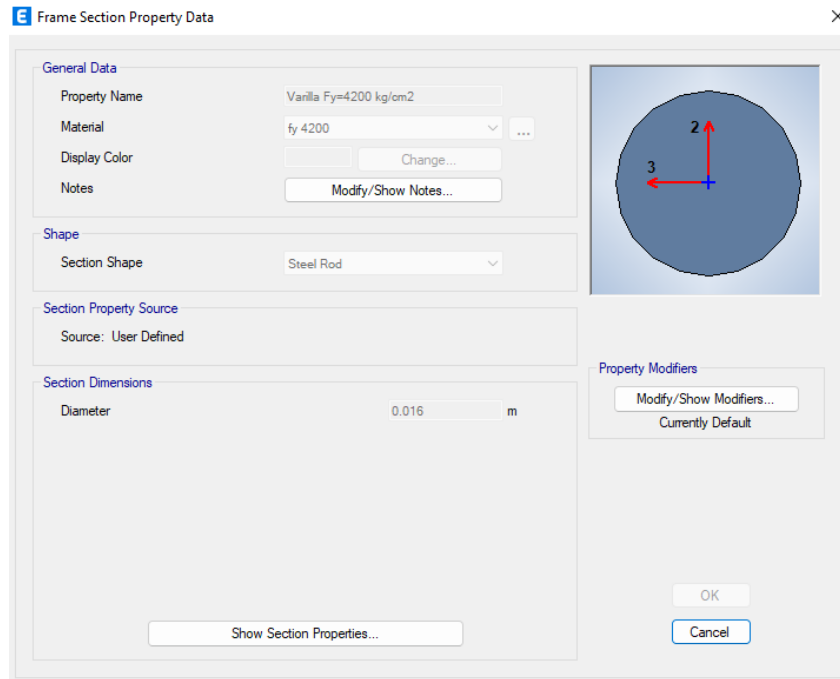


Figura 15. Tensor  $\varnothing 16\text{mm}$

## Propiedades de los materiales

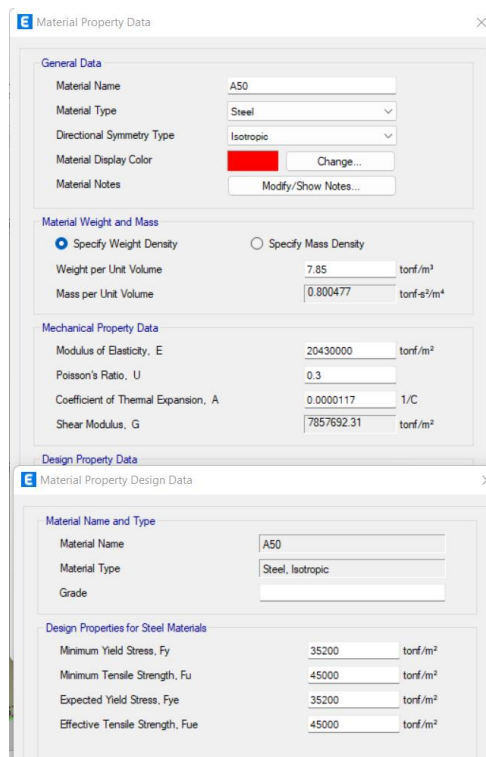


Figura 16. Asignación de materiales



## Cargas asignadas:

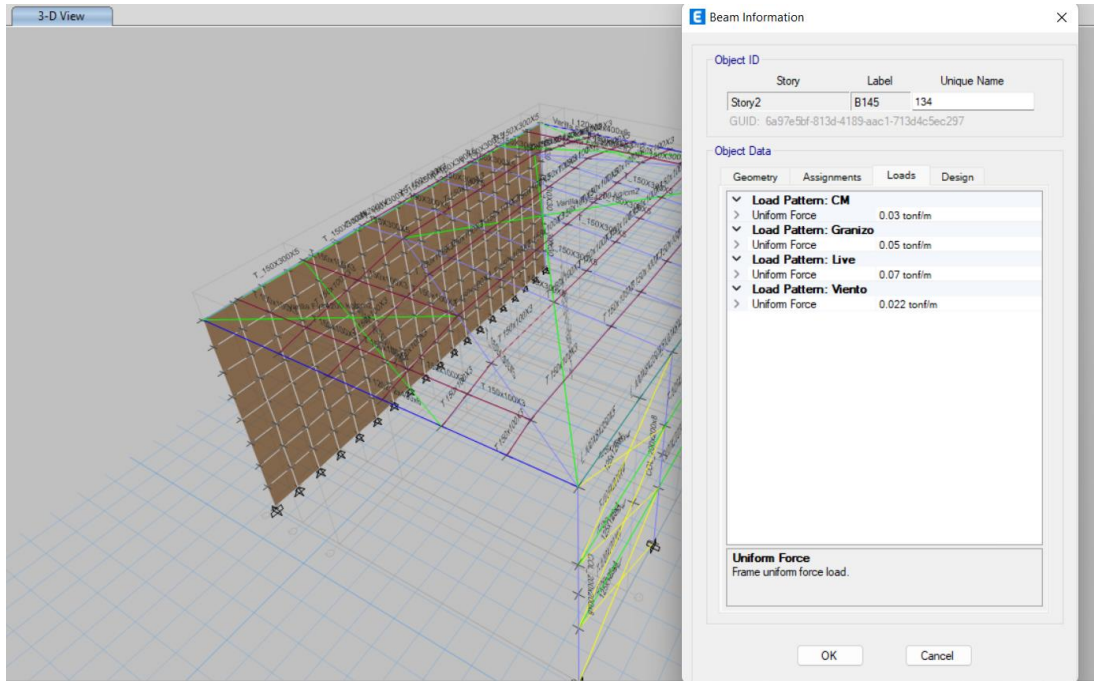
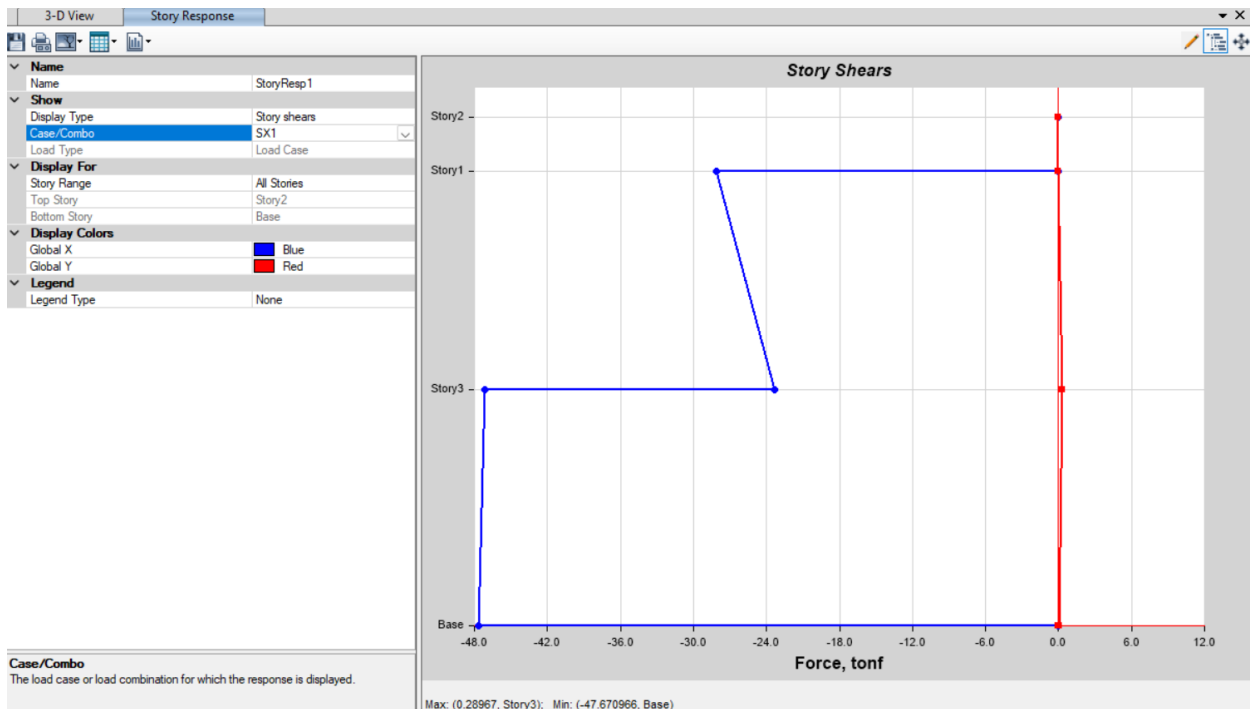


Figura 17. Cargas de cubierta

## 6.4.2. CONTROL DE DERIVAS.

### Cortante por piso con cargas estáticas y espectro



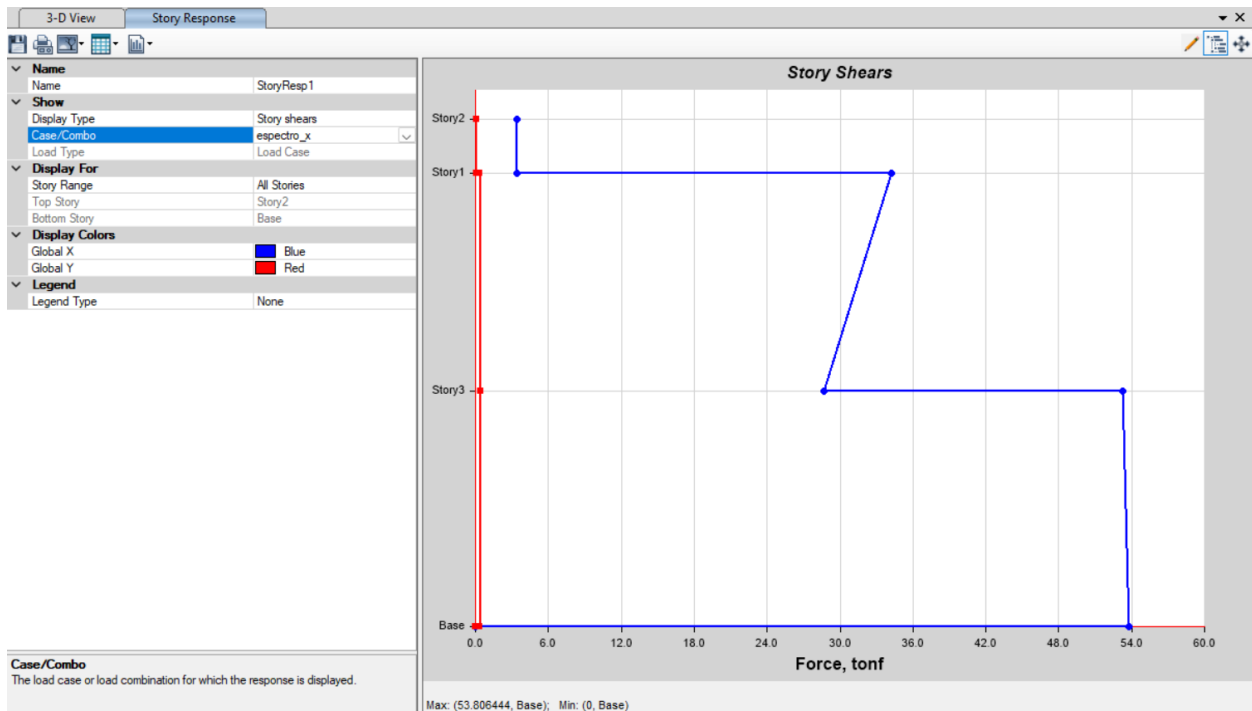


Figura 18. Escalamiento del espectro

### Eqx: Sismo en dirección X

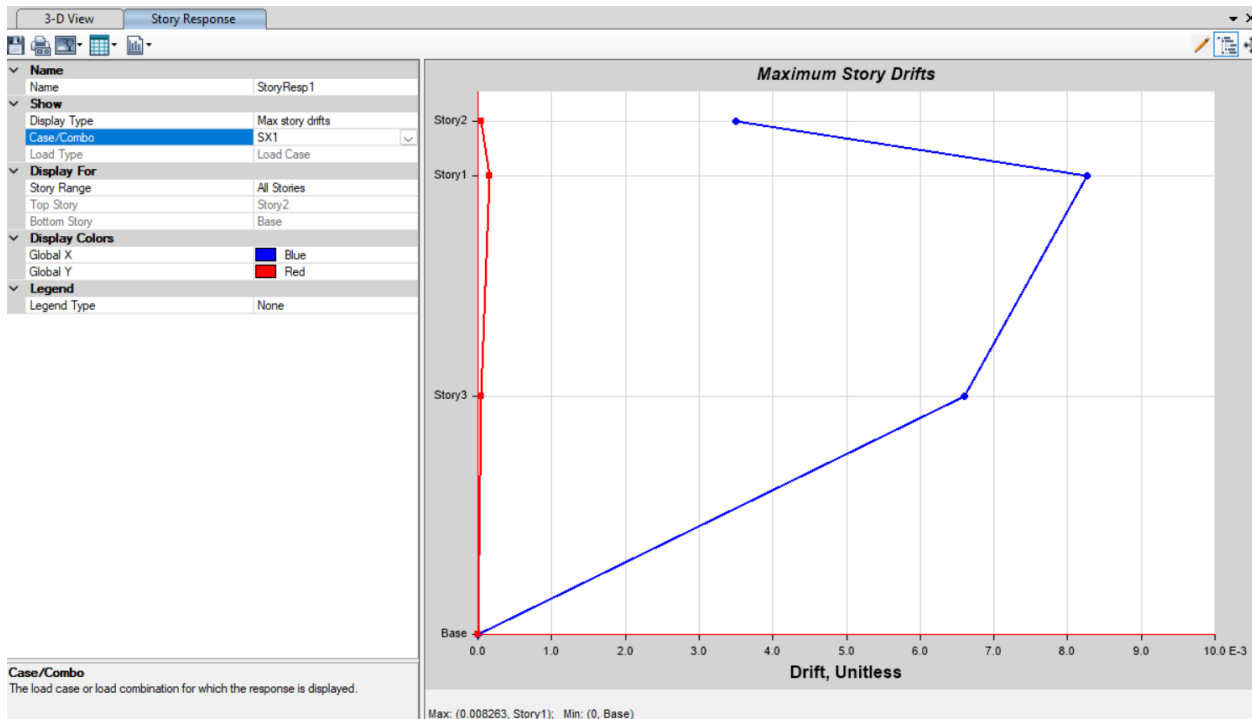


Figura 19. Deriva de piso en dirección X  $\Delta E=0.008263$



### Eqy: Sismo en dirección Y

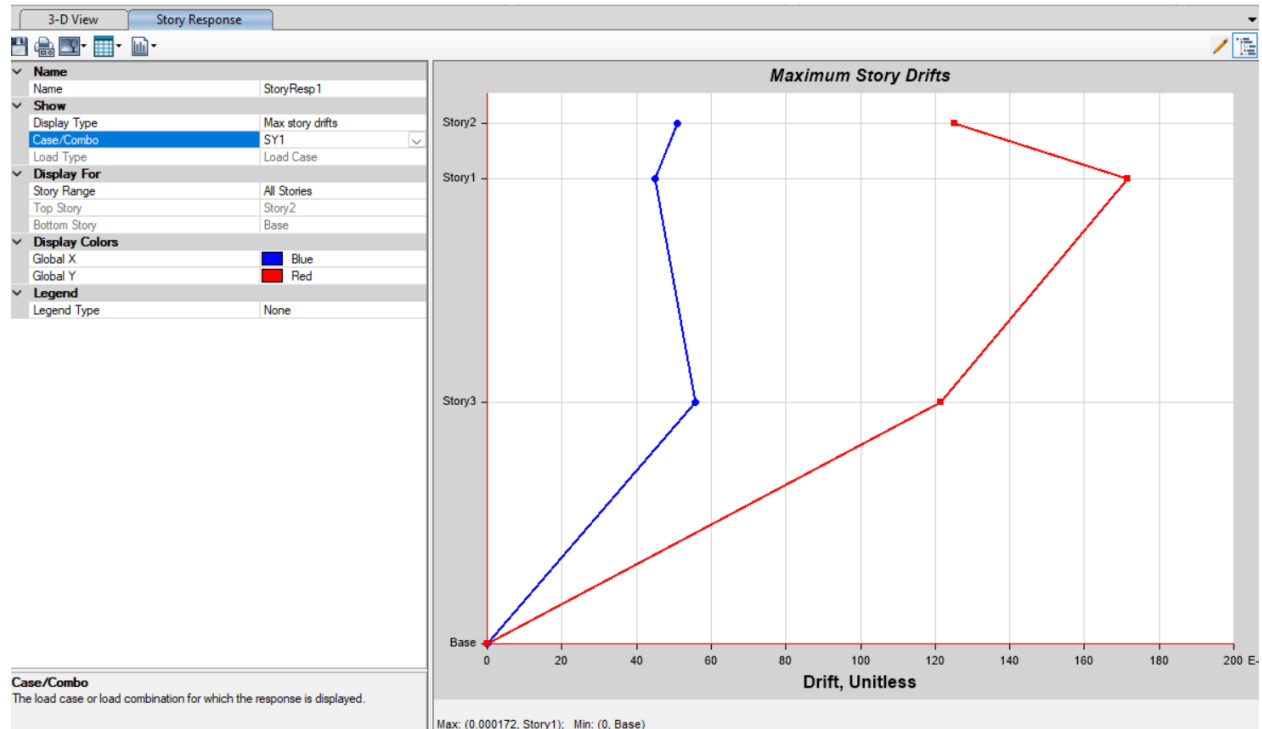


Figura 20. Deriva de piso en dirección Y  $\Delta E=0.000172$

**Nota:** Para comprobar que el cortante dinámico sea al menos el 90 % del cortante estático hay que comprobar los valores en el gráfico de STORY SHEAR.

Como se puede apreciar en los gráficos anteriores, las derivas obtenidas en la estructura se encuentran dentro de los límites permisibles.

$$\Delta_M \leq 0.02$$

$$\Delta_E \leq 0.0089$$

### 6.4.3. MODOS VIBRATORIOS

#### Participación modal de la estructura

Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
		sec						
Modal	1	0.653	0.8858	0	0.8858	0	4.88E-05	4.88E-05
Modal	2	0.204	1.10E-05	0.0008	0.8859	0.0008	0.7437	0.7438
Modal	3	0.167	0.0009	3.76E-05	0.8868	0.0009	0.0016	0.7453
Modal	4	0.161	8.52E-06	0.0003	0.8868	0.0011	0.015	0.7603





Modal	5	0.12	2.13E-05	1.39E-05	0.8868	0.0011	0.0001	0.7604
Modal	6	0.107	2.37E-05	0.0333	0.8868	0.0344	0.0306	0.791
Modal	7	0.101	0	0.0681	0.8868	0.1026	0.0684	0.8594
Modal	8	0.09	0.0003	0.0002	0.8872	0.1028	0.0002	0.8596
Modal	9	0.088	0.0042	0.0003	0.8914	0.1031	0.0006	0.8602
Modal	10	0.087	0.0038	0.0005	0.8952	0.1036	0.0028	0.863
Modal	11	0.077	1.66E-05	0	0.8952	0.1036	0.0231	0.8861
Modal	12	0.072	0.0047	1.46E-06	0.8999	0.1036	3.49E-05	0.8861
Modal	13	0.069	0.0231	1.29E-05	0.923	0.1036	0.0037	0.8898
Modal	14	0.068	0.0107	0.0007	0.9337	0.1043	0.0016	0.8914
Modal	15	0.064	0.0211	2.34E-05	0.9548	0.1043	0.0001	0.8915
Modal	16	0.062	0.0114	3.47E-05	0.9663	0.1044	0.0029	0.8944
Modal	17	0.058	0.0037	0	0.97	0.1044	0.0082	0.9026
Modal	18	0.057	0.0241	1.31E-06	0.9941	0.1044	0.0013	0.904
Modal	19	0.053	0.0005	1.44E-05	0.9946	0.1044	0.04	0.944
Modal	20	0.053	0.0004	0	0.995	0.1044	0.0132	0.9572
Modal	21	0.051	0.0001	0.0001	0.9951	0.1044	0.0063	0.9635
Modal	22	0.047	0.0017	8.63E-06	0.9968	0.1045	0.0051	0.9686
Modal	23	0.047	0.0005	2.85E-06	0.9972	0.1045	0.0002	0.9688
Modal	24	0.044	0	0.0001	0.9972	0.1046	0.0001	0.9689
Modal	25	0.042	0.0015	1.27E-05	0.9987	0.1046	0.0001	0.969
Modal	26	0.041	0.0003	2.79E-05	0.999	0.1046	0.0007	0.9697
Modal	27	0.04	0.0001	2.12E-05	0.9991	0.1046	3.28E-05	0.9697
Modal	28	0.039	0.0002	0.0001	0.9993	0.1047	0.0013	0.971
Modal	29	0.038	0.0001	0.0001	0.9994	0.1048	0.0005	0.9715
Modal	30	0.037	9.11E-06	0.0001	0.9994	0.1049	4.87E-05	0.9715
Modal	31	0.037	0.0001	0.0003	0.9994	0.1052	0.0001	0.9716
Modal	32	0.035	0.0001	1.28E-06	0.9996	0.1052	4.68E-06	0.9716
Modal	33	0.034	0.0002	1.49E-06	0.9998	0.1052	0.0006	0.9722
Modal	34	0.034	0	0.0001	0.9998	0.1052	0.0002	0.9724
Modal	35	0.033	2.79E-05	1.88E-06	0.9998	0.1052	0.0004	0.9728
Modal	36	0.032	2.68E-05	0.0002	0.9998	0.1055	0.0001	0.9729
Modal	37	0.032	3.27E-05	2.43E-05	0.9999	0.1055	0.0001	0.9729
Modal	38	0.031	0	4.40E-05	0.9999	0.1055	0	0.9729
Modal	39	0.03	0	0.0001	0.9999	0.1056	5.14E-06	0.9729
Modal	40	0.03	1.22E-05	1.05E-05	0.9999	0.1056	2.18E-05	0.973
Modal	41	0.029	1.35E-05	3.52E-05	0.9999	0.1056	1.75E-05	0.973
Modal	42	0.029	1.89E-05	3.94E-05	0.9999	0.1057	0.0002	0.9732
Modal	43	0.028	3.90E-05	0.0001	0.9999	0.1058	0.0005	0.9737
Modal	44	0.028	2.51E-06	9.60E-06	0.9999	0.1058	8.57E-06	0.9738



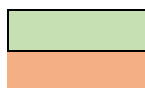
Modal	45	0.027	0	3.52E-05	0.9999	0.1058	0.0005	0.9743
Modal	46	0.027	9.91E-06	0.0001	1	0.1059	0.0002	0.9744
Modal	47	0.026	0	3.16E-05	1	0.1059	0.0002	0.9746
Modal	48	0.026	3.04E-06	0.0002	1	0.1061	3.46E-06	0.9746
Modal	49	0.026	0	0.0001	1	0.1062	8.84E-06	0.9746
Modal	50	0.025	8.46E-07	0.0012	1	0.1074	0.0001	0.9747
Modal	51	0.024	8.18E-07	0.0013	1	0.1087	9.65E-06	0.9747
Modal	52	0.024	0	0.0022	1	0.1109	2.52E-05	0.9747
Modal	53	0.024	0	0.0008	1	0.1117	0	0.9747
Modal	54	0.023	3.19E-06	0.0113	1	0.123	0.0001	0.9749
Modal	55	0.023	5.71E-07	0.0509	1	0.174	0.0012	0.9761
Modal	56	0.023	0	0.6694	1	0.8433	0.0143	0.9904
Modal	57	0.022	1.85E-06	0.0009	1	0.8442	3.84E-05	0.9904
Modal	58	0.022	0	0.0006	1	0.8448	0	0.9904
Modal	59	0.021	0	0.0005	1	0.8454	0.0001	0.9905
Modal	60	0.021	1.94E-06	0.0002	1	0.8456	1.81E-05	0.9905
Modal	61	0.021	1.83E-06	0.0007	1	0.8463	0.0001	0.9906
Modal	62	0.021	6.23E-07	0.0006	1	0.8468	3.65E-05	0.9906
Modal	63	0.02	0	0.0018	1	0.8487	3.01E-05	0.9907
Modal	64	0.02	1.09E-05	0.0001	1	0.8487	2.95E-05	0.9907
Modal	65	0.02	0	0.0017	1	0.8504	0.0021	0.9928
Modal	66	0.019	6.63E-06	0.0004	1	0.8508	0.0012	0.9939
Modal	67	0.019	1.09E-06	0.0007	1	0.8515	3.30E-05	0.9939
Modal	68	0.019	0	4.83E-05	1	0.8515	0.0004	0.9943
Modal	69	0.018	0	0.0001	1	0.8516	4.39E-06	0.9944
Modal	70	0.018	0	0.0001	1	0.8517	0.001	0.9954
Modal	71	0.018	0	9.69E-06	1	0.8517	2.89E-05	0.9954
Modal	72	0.018	0	3.74E-05	1	0.8517	0.0001	0.9955
Modal	73	0.017	0	2.22E-05	1	0.8518	1.14E-05	0.9955
Modal	74	0.017	0	1.57E-05	1	0.8518	0.0001	0.9956
Modal	75	0.016	0	2.15E-05	1	0.8518	0	0.9956
Modal	76	0.016	0	0.0003	1	0.8521	0	0.9956
Modal	77	0.016	0	1.42E-05	1	0.8521	2.89E-05	0.9956
Modal	78	0.015	0	4.78E-05	1	0.8522	0.0001	0.9957
Modal	79	0.015	8.68E-07	4.11E-05	1	0.8522	1.78E-06	0.9957
Modal	80	0.015	9.18E-07	0.0002	1	0.8524	4.84E-05	0.9957
Modal	81	0.015	0	0.0014	1	0.8538	2.27E-05	0.9958
Modal	82	0.015	0	0.0002	1	0.854	0.0008	0.9966
Modal	83	0.014	0	0.0001	1	0.8541	1.02E-06	0.9966
Modal	84	0.014	0	0.0014	1	0.8555	2.38E-05	0.9966



Modal	85	0.014	0	0.0095	1	0.865	0.0002	0.9969
Modal	86	0.014	0	0.0102	1	0.8752	0.0002	0.9971
Modal	87	0.014	0	0.0026	1	0.8778	0.0001	0.9971
Modal	88	0.014	0	0.0021	1	0.8799	0.0001	0.9972
Modal	89	0.014	0	0.0007	1	0.8806	9.35E-06	0.9972
Modal	90	0.013	0	0.0002	1	0.8807	9.39E-07	0.9972
Modal	91	0.013	0	1.06E-05	1	0.8807	3.45E-06	0.9972
Modal	92	0.013	0	3.22E-06	1	0.8807	0	0.9972
Modal	93	0.013	0	0.0001	1	0.8809	7.76E-07	0.9972
Modal	94	0.013	0	1.62E-05	1	0.8809	1.85E-05	0.9973
Modal	95	0.013	0	0.0001	1	0.8809	7.46E-07	0.9973
Modal	96	0.012	0	9.91E-07	1	0.881	0	0.9973
Modal	97	0.012	0	8.84E-06	1	0.881	7.56E-06	0.9973
Modal	98	0.012	0	4.16E-06	1	0.881	1.07E-06	0.9973
Modal	99	0.012	0	0.0007	1	0.8817	3.35E-05	0.9973
Modal	100	0.012	0	3.33E-05	1	0.8817	0	0.9973
Modal	101	0.012	0	0.0002	1	0.8819	1.21E-06	0.9973
Modal	102	0.012	0	0.0001	1	0.8821	2.84E-05	0.9973
Modal	103	0.012	0	0.0002	1	0.8823	9.94E-07	0.9973
Modal	104	0.012	0	0.0019	1	0.8842	3.40E-05	0.9974
Modal	105	0.011	0	0.0089	1	0.8931	0.0003	0.9977
Modal	106	0.011	0	0.0349	1	0.928	0.0006	0.9983
Modal	107	0.011	0	0.0553	1	0.9833	0.0012	0.9996
Modal	108	0.011	0	0.0002	1	0.9835	3.02E-06	0.9996
Modal	109	0.011	0	0.0007	1	0.9842	1.94E-05	0.9996
Modal	110	0.011	0	0.0002	1	0.9844	2.75E-06	0.9996
Modal	111	0.011	0	1.20E-05	1	0.9844	7.00E-06	0.9996
Modal	112	0.01	0	0.0001	1	0.9845	4.46E-06	0.9996
Modal	113	0.01	0	4.05E-05	1	0.9845	2.67E-06	0.9996
Modal	114	0.01	0	2.58E-05	1	0.9845	0	0.9996
Modal	115	0.01	0	0.0002	1	0.9847	1.74E-06	0.9996
Modal	116	0.01	0	4.51E-05	1	0.9848	1.68E-05	0.9996
Modal	117	0.01	0	6.46E-06	1	0.9848	1.46E-05	0.9996
Modal	118	0.01	0	0.0011	1	0.9859	1.90E-05	0.9996
Modal	119	0.01	0	0.0044	1	0.9903	0.0001	0.9997
Modal	120	0.01	0	0.0032	1	0.9935	0.0001	0.9998
Modal	121	0.01	0	2.25E-06	1	0.9935	0	0.9998
Modal	122	0.01	0	0	1	0.9935	0	0.9998
Modal	123	0.01	0	3.61E-05	1	0.9936	7.48E-07	0.9998
Modal	124	0.009	0	3.13E-05	1	0.9936	6.62E-07	0.9998



Modal	125	0.009	0	2.36E-06	1	0.9936	0	0.9998
Modal	126	0.009	0	4.15E-06	1	0.9936	0	0.9998
Modal	127	0.009	0	0	1	0.9936	0	0.9998
Modal	128	0.009	0	5.94E-06	1	0.9936	0	0.9998
Modal	129	0.009	0	5.72E-06	1	0.9936	0	0.9998
Modal	130	0.009	0	8.53E-07	1	0.9936	0	0.9998
Modal	131	0.009	0	1.63E-06	1	0.9936	0	0.9998
Modal	132	0.009	0	0	1	0.9936	5.32E-07	0.9998
Modal	133	0.009	0	1.45E-05	1	0.9936	3.60E-05	0.9998
Modal	134	0.008	0	0	1	0.9936	8.31E-07	0.9998
Modal	135	0.008	0	0	1	0.9936	0	0.9998
Modal	136	0.008	0	2.00E-06	1	0.9936	0	0.9998
Modal	137	0.008	0	0	1	0.9936	0	0.9998
Modal	138	0.008	0	0.0002	1	0.9938	4.81E-06	0.9999
Modal	139	0.008	0	0	1	0.9938	1.14E-06	0.9999
Modal	140	0.008	0	0	1	0.9938	0	0.9999
Modal	141	0.008	0	0.0002	1	0.994	3.82E-06	0.9999
Modal	142	0.007	0	1.05E-06	1	0.994	0	0.9999
Modal	143	0.007	0	0	1	0.994	0	0.9999
Modal	144	0.007	0	0	1	0.994	0	0.9999
Modal	145	0.007	0	6.11E-06	1	0.994	0	0.9999
Modal	146	0.007	0	0.0011	1	0.9951	2.36E-05	0.9999
Modal	147	0.007	0	7.72E-06	1	0.9951	6.70E-07	0.9999
Modal	148	0.007	0	0.0023	1	0.9974	4.83E-05	0.9999
Modal	149	0.006	0	0	1	0.9974	0	0.9999
Modal	150	0.006	0	0	1	0.9974	0	0.9999



Comportamiento modal de la estructura

Participación de masa >90%

#### 6.4.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS.

Se utilizó el programa ETABS 2019 para el cálculo de fuerzas internas en la estructura con sus diferentes estados de carga, determinando una envolvente para cada elemento estructural como vigas, viguetas, columnas, diafragmas y losas, con lo cual se diseñaron las secciones finales de la estructura.

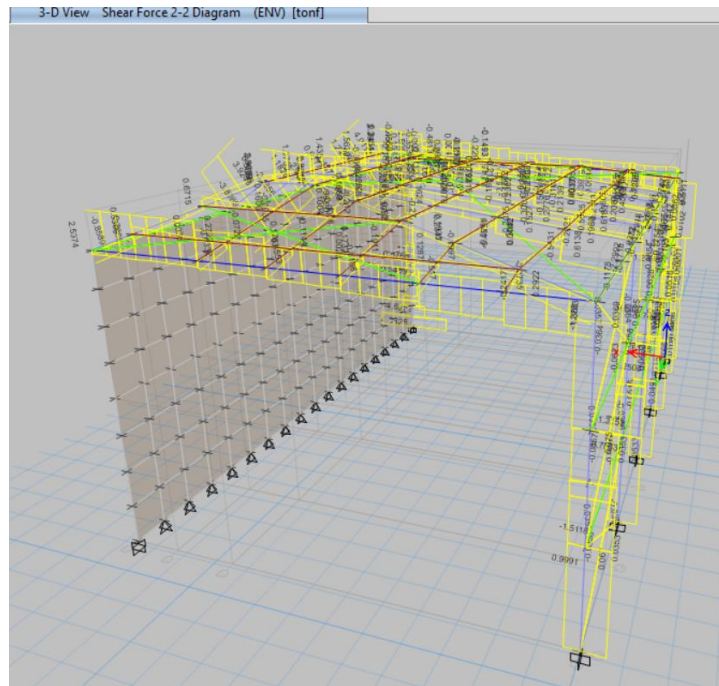
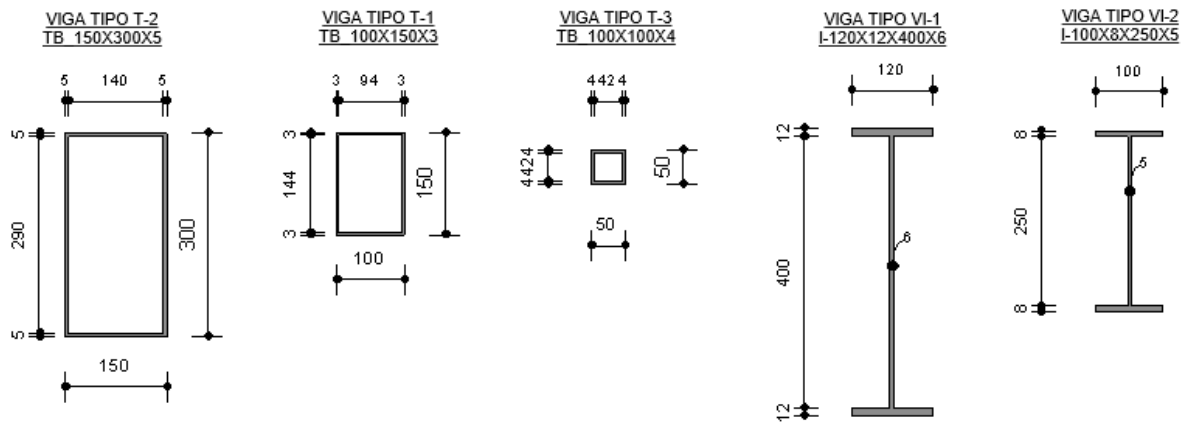


Figura 21. Envolverte de momentos de la estructura



### 6.4.4.1. VIGAS

Con el objetivo de tener un diseño óptimo en cuanto al costo económico de la estructura, se definieron varios tipos de vigas según sus solicitaciones.



### Ejemplo de diseño de una viga:

Se determina la máxima solicitación en el elemento en base a las combinaciones de carga antes mencionadas, esto se lo realiza con la ayuda del programa ETABS 2019.

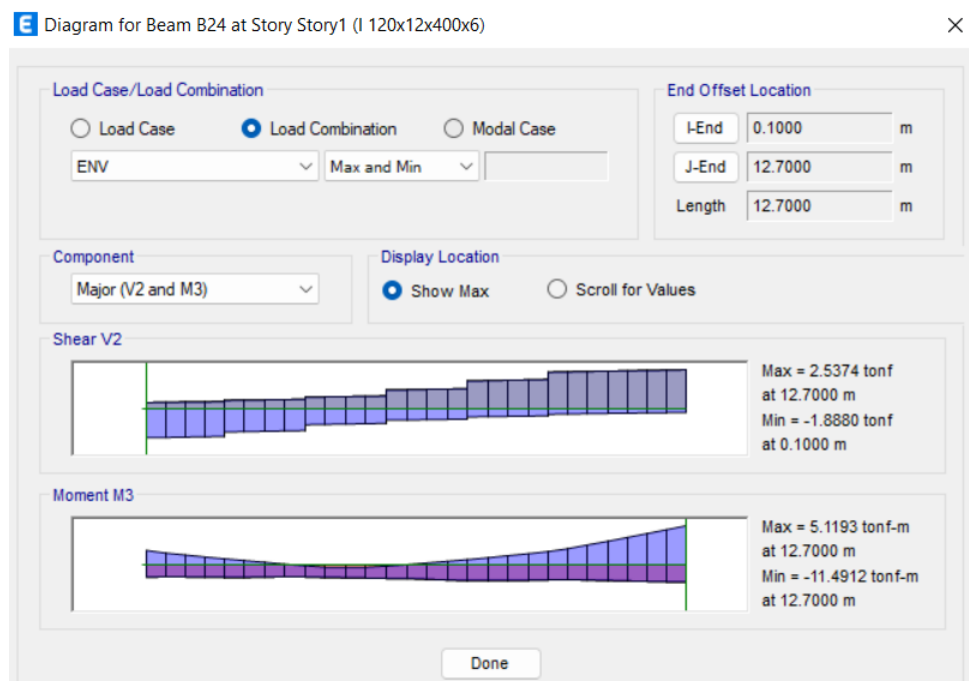


Figura 22. Envolvente de momento y corte de la viga



## ETABS Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

### Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B24	5	12.7	SN... 1.2D+Ex+0.208	Ordinary Moment Frame	I 120x12x400x8	Seismic MD

### LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
12.70000	1	0.95

### Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

### Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_u$	$T_b$	EA factor	EI factor
0.024	0.063	1	0.8	0.8

### Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	$S_{DS}$	R	$\Omega_0$	$C_d$
No	No	Yes	D	1	1	1	6	3	5.5

### Design Code Parameters

$\phi_b$	$\phi_c$	$\phi_{TV}$	$\phi_{TF}$	$\phi_V$	$\phi_{V-RI}$	$\phi_{VT}$
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

### Section Properties

A (m <sup>2</sup> )	J (m <sup>4</sup> )	I <sub>xx</sub> (m <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (m <sup>4</sup> )	A <sub>vs</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>vs2</sub> (m <sup>2</sup> )
0.0053	1.876E-07	0.000151	0.000003	0.0029	0.0025

### Design Properties

$S_{xx}$ (m <sup>3</sup> )	$S_{yy}$ (m <sup>3</sup> )	$Z_{xx}$ (m <sup>3</sup> )	$Z_{yy}$ (m <sup>3</sup> )	$r_{xx}$ (m)	$r_{yy}$ (m)	$C_w$ (m <sup>4</sup> )
0.000719	0.000058	0.000823	0.00009	0.16946	0.02567	0

### Material Properties

E (tonf/m <sup>2</sup> )	$f_y$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$R_y$	$C_{pr}$	$\alpha$
20430000	35200	1	1.139	NA

### Stress Check forces and Moments

Location (m)	$P_u$ (tonf)	$M_{u22}$ (tonf-m)	$M_{u33}$ (tonf-m)	$V_{u2}$ (tonf)	$V_{u3}$ (tonf)	$T_u$ (tonf-m)
12.7	-4.3748	-11.5239	-0.1777	2.5409	0.1114	-0.0042



Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)						
	L Factor	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>m</sub>
Major Bending	0.992	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.25	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling		
L <sub>tb</sub>	K <sub>tb</sub>	C <sub>b</sub>
0.25	1	1.662

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)	
D/C Ratio =	(P <sub>r</sub> / 2P <sub>c</sub> ) + (M <sub>r12</sub> / M <sub>c12</sub> ) + (M <sub>r21</sub> / M <sub>c21</sub> )
0.549 =	0.04 + 0.447 + 0.062

Axial Force and Capacities		
P <sub>u</sub> Force (tonf)	φP <sub>n</sub> Capacity (tonf)	φP <sub>n</sub> Capacity (tonf)
4.3748	54.6753	166.5101

Moments and Capacities				
	M <sub>u</sub> Moment (tonf-m)	φM <sub>n</sub> (tonf-m)	φM <sub>n</sub> No LTB (tonf-m)	φM <sub>n</sub> Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	11.5239	25.794	26.0645	15.3394
Minor Bending	0.1777	2.3501		

Shear Design			
	V <sub>u</sub> Force (tonf)	φV <sub>n</sub> Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	2.5409	43.0064	0.059
Minor Shear	0.1114	54.743	0.002

End Reaction Major Shear Forces			
Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
-3.6505	5N... 1.2D+Ex+0.208	4.4368	5N... 1.2D+Ex+0.208

Figura 23. Momento de diseño de la viga

Capacidad de la Sección  $\phi M_n \geq M_u$ :       $25.79 \geq 11.52$  ok







De igual manera que en el diseño de vigas, se determina una envolvente de cada fuerza interna presente en el elemento, con lo cual se procede a realizar el diseño final.

Se usó el programa ETABS 2019 para determinar la capacidad última de las columnas y chequear que sean idóneas para resistir las solicitaciones.

### ETABS Composite Column Design

AISC 360-10 Composite Steel Section Check (Strength Summary)



#### Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Section	Classification
Story1	C32	43	0	5N... 1.2D+Ex+0.20S	COL 200x204	Compact

#### LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
8.48000	1	0.95

#### Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

#### Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_r$	$\alpha P_r / P_r$
0.026	0.049

#### Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?
No	No	Yes

#### Design Code Parameters

$\phi_c$	$\phi_s$	$\phi_{TV}$	$\phi_{TF}$	$\phi_V$	$\phi_{(R)}$	$\phi_{VT}$
0.9	0.75	0.9	0.75	0.9	1	1

#### Design Properties of Steel Section

A (m <sup>2</sup> )	J (m <sup>4</sup> )	I <sub>xx</sub> (m <sup>4</sup> )	I <sub>yy</sub> (m <sup>4</sup> )	A <sub>12</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>13</sub> (m <sup>2</sup> )
0.0061	0.000057	0.000037	0.000037	0.0031	0.0031

#### Material Properties

E <sub>s</sub> (tonf/m <sup>2</sup> )	F <sub>u</sub> (tonf/m <sup>2</sup> )	F <sub>y</sub> (tonf/m <sup>2</sup> )
20430000	2100	35200



Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)						
D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{rx} / M_{cx}) + (M_{ry} / M_{cy})$					
0.491 =	0.031 + 0.403 + 0.057					
Stress Check forces and Moments						
Location (m)	P <sub>u</sub> (tonf)	M <sub>ux</sub> (tonf-m)	M <sub>uy</sub> (tonf-m)	V <sub>ux</sub> (tonf)	V <sub>uy</sub> (tonf)	T <sub>u</sub> (tonf-m)
0	-5.6262	5.9254	-0.8334	-1.4791	0.5111	-0.0243
Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)						
	L Factor	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>m</sub>
Major Bending	0.95	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.333	1	1	1	1	1
Parameters for Lateral Torsion Buckling						
	L <sub>tb</sub>	K <sub>tb</sub>	C <sub>b</sub>			
	0.95	0	2.28			
Axial Force and Capacities						
P <sub>u</sub> Force (tonf)	φP <sub>n</sub> Capacity (tonf)	φP <sub>n</sub> Capacity (tonf)				
5.6262	89.5204	191.8749				
Moments and Capacities						
	M <sub>u</sub> Moment (tonf-m)	φM <sub>n</sub> Capacity (tonf-m)	φM <sub>n</sub> (No LTB) (tonf-m)			
Major Bending	5.9254	14.7109	14.7109			
Minor Bending	0.8334	14.7109				
Torsion Moment and Capacities						
T <sub>u</sub> Moment (tonf-m)	T <sub>n</sub> Capacity (tonf-m)	φT <sub>n</sub> Capacity (tonf-m)				
-0.0243	12.4153	11.1733				
Shear Design						
	V <sub>u</sub> Force (tonf)	φV <sub>n</sub> Capacity (tonf)				
Major Shear	1.4791	53.5265				
Minor Shear	0.5111	53.5265				

Figura 25. Momento de diseño de columna

Momento último resistente  $\phi M_n = 5.95 \text{ T-m}$   
 $\phi M_n \geq M_u = 14.71 \geq 5.95 \text{ T-m.} \quad \text{O.K}$

Se asume un correcto dimensionamiento de columnas en base a los cálculos antes mencionados; cabe recalcar que los valores de radio, Demanda / Capacidad son inferiores a 1 (Ver figura No. 11), estos resultados se los determinó en el programa ETABS 2019 el mismo que lo realiza con la siguiente ecuación:

$$\frac{D}{C} = \frac{Pr}{2P_c} + \left( \frac{Mr_x}{Mc_x} \right) + \left( \frac{Mr_y}{Mc_y} \right) \leq 1 \quad \text{O.K}$$

**NOTA:** La cimentación de esta estructura será mediante placas de anclaje en la cimentación de la estructura del módulo de libros de la biblioteca que se encuentra en el mismo lugar.

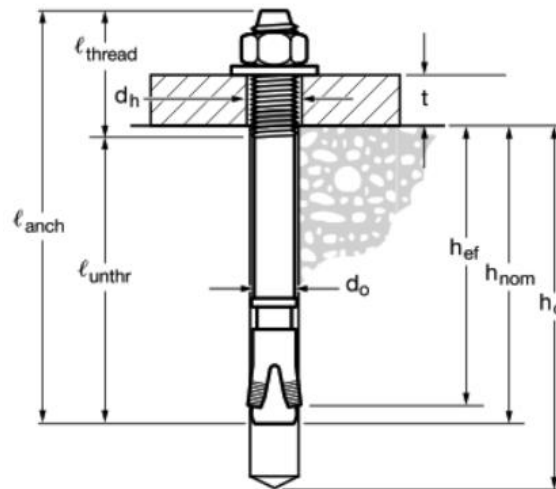


## 7. ANCLAJE EN MAMPOSTERÍA

Esquema del Perno de Expansión Post instalado de Acero Inoxidable.

### PARÁMETROS DE INSTALACIÓN

Figura 1 - Especificaciones de Kwik Bolt TZ (KB-TZ)



### Parámetros geométricos del perno seleccionado

Tabla 34 – Cargas de corte permitidas para Kwik Bolt TZ instalado en muros de mampostería rellenos con grout <sup>1,2,4,5,6</sup>

Diámetro nominal del anclaje	Empotramiento		Cargas de corte @ $c_w$ y $s_w$		Espaciado			Distancia al borde							
					Espaciado crítico $s_{cr}$		Factor de reducción de cargas $s_{min}$	Distancia al borde crítica- $c_w$		Factor de reducción de cargas $c_{min}$					
	pulg.	(mm)	lb	(kN)	pulg.	(mm)		pulg.	(mm)		pulg.	(mm)	hacia el borde	ll al borde	
3/8	2-5/16	(59)	625	(2.8)	9-1/4	(235)	3	(76)	0.5	12	(305)	4	(102)	0.81	1.00
	1/2	2-3/8	(60)	940	(4.2)	9-1/2	(241)	4						(102)	0.45
5/8	3-5/8	(92)	1,055	(4.7)	14-1/2	(368)	5	(127)	0.5	12	(305)	4	(102)	0.41	0.88
	5/8	3-9/16	(90)	1,615	(7.2)	14-1/4								(362)	3
3/4	4-7/16	(113)	1,860	(8.3)	17-3/4	(451)	6	(152)	0.5	12	(305)	4	(102)	0.38	0.90
	3/4	4-5/16	(110)	1,615	(7.2)	17-1/4								(438)	6
	5-9/16	(141)	1,860	(8.3)	22-1/4	(565)								0.38	0.90

- 1) Valores válidos para anclajes instalados en carcasas frontales de unidades de mampostería de concreto Tipo 1, Grado N, peso liviano, peso medio o peso normal conforme a ASTM C90. Las unidades de albañilería deben estar completamente selladas con lechada gruesa conforme a 2015 IBC Sección 2103.3, 2012 IBC Sección 2103.13, o 2009 y 2006 IBC Sección 2103.12. El mortero debe cumplir con 2015 IBC Sección 2103.2, 2012 IBC Sección 2103.9 o 2009 y 2006 IBC Sección 2103.8. La resistencia a la compresión de la mampostería debe ser de al menos 1,500 psi en el momento de la instalación del anclaje.
- 2) Las cargas tabuladas son aplicables a los anclajes espaciados a una distancia crítica de 4 veces la profundidad de empotramiento. Los anclajes pueden colocarse a un espaciado mínimo,  $s_{min}$ , siempre que se apliquen reducciones a los valores tabulados.
- 3) Los anclajes deben instalarse a un mínimo de 1-3/8 pulgadas de cualquier junta de mortero vertical (junta de cabeza) de acuerdo con la Figura 7.
- 4) Las cargas admisibles o cargas aplicadas pueden modificarse para el IBC de 2009 y 2006, debido a cargas eólicas o sísmicas a corto plazo. Ver la Tabla 47.
- 5) La profundidad de empotramiento debe medirse desde la cara exterior de la unidad de mampostería de concreto.
- 6) Para distancias de borde y espaciamientos intermedios, las cargas permisibles se pueden determinar interpolando linealmente entre las cargas permisibles en las dos distancias de borde tabuladas.

**NOTA:** Se ha seleccionado el perno de diámetro Ø5/8" con una longitud de empotramiento efectivo de 113mm



## Cálculo de pernos a corte

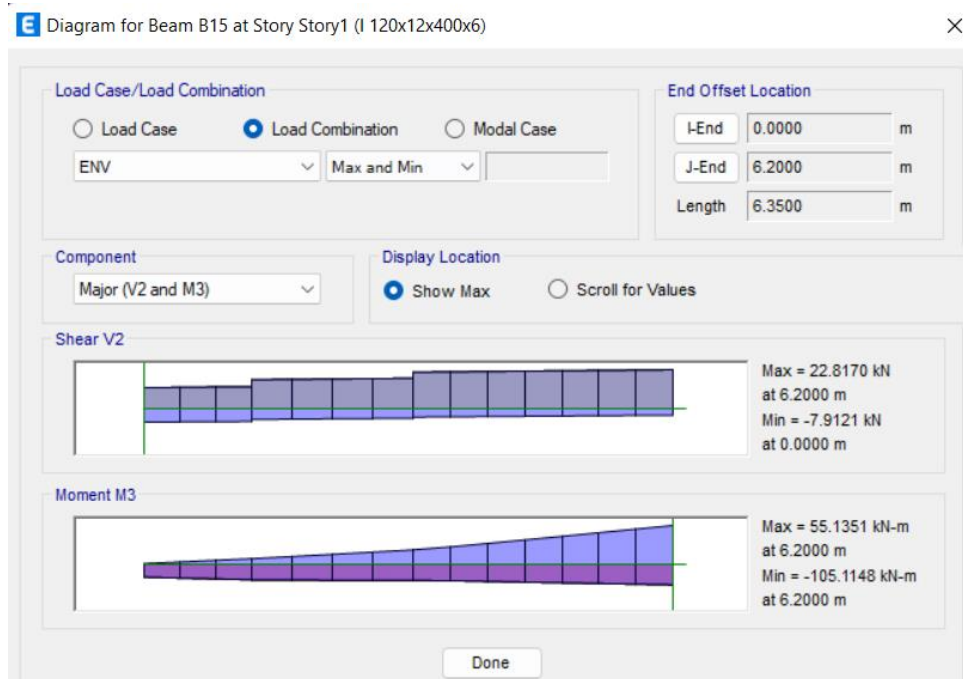


Figura 26 Demanda a corte en  $kN\cdot m=22.82$

Para el anclaje en mampostería de la cubierta se optó por colocar una placa de longitud = 19.0m, ancho 0.50m y espesor de 10mm, de manera tal que se optimice la construcción de la cubierta y garantizar un mejor anclaje de la estructura, para cumplir el objetivo de garantizar el anclaje, se colocaron 98 pernos de los mencionados anteriormente, y se sumaron los esfuerzos cortantes a lo largo de toda la placa, obteniéndose los siguientes resultados:

Capacidad de perno= 8.3kN

Número de pernos=48

Capacidad total=8.3\*48=398.4kN

Sumatoria de corte a lo largo de toda la placa: 331.6kN

**Corte pernos  $\geq$  Corte Ultimo = 398.4  $\geq$  331.6 kN**



## **8. REFERENCIAS.**

Ref. (1) ANSI/AISC 360 del 22 de junio 2010, Especificaciones para Edificios de Acero Estructural.

Ref. (2) ANSI/AISC 341-2010 del 22 de junio 2010 Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

Ref. (3) ANSI/AISC358-2010, Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications.

Ref. (4) Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN Parte 1 2001

Ref. (5) Norma NEC\_SE

Ref. (6) Estudio de Riesgo Sísmico del Hospital Ginecológico Obstétrico Nueva Aurora, FRACTAL, Vinicio Suarez, PhD 2019.

Ref. (7) Earthquake Long Resistent Steel. ARCELOT MITTEL, FSC.

Eur –Cod-051203.

Ref. (8) Ductility Aspect Of Steel Beams, V GIOCU; MOSOARCA, Vol 55 No.137-60

Ref. (9) Seismic Design of Steel Structures, AMIT VARMA & JUDY LIU, Los Angeles, USA.

Ref. (10) Análisis comparativo económico-estructural entre sistemas constructivos tradicionales y un sistema constructivo alternativo liviano - MARÍA BELÉN CORREA VALLEJO.

Ref.(11) Principios de Ingeniería de Cimentaciones, BRAJA M. DAS, 4ta Edición.

Ref.(12) American Concrete Institute - A.C.I. 2008.

Ref.(13) Diseño de Estructuras de Acero en Construcción Compuesta – Oscar de Buen López de Heredia.

Ref.(13) Manual técnico de anclaje – Hilti Latin América (Enero 2019)

---

**GALO SERRANO CHICA.**  
**INGENIERO CIVIL**  
**SENECYT: 1038-2022-2416578**  
**CI: 140069319-6**