MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

CAJA PARA VALVULA VENTOSA
SANTA MARTA-MAGDALENA

Por:

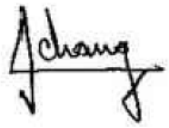
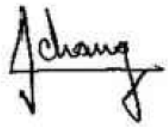
Gustavo A. Chang Nieto
Ing. Civil, MSc Estructuras
Matricula N° 1320272728BLV

Presentado a:

ALCALDIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA JUNIO 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DOCUMENTO: MEMORIAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CAJA PARA VALVULA VENTOSA					
Código del documento:					
APROBACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**		**1**	**2**	**3**
	Elaboración	**Nombre**		Gustavo Ariel Chang Nieto MP: 1320272728 BLV	Gustavo Ariel Chang Nieto MP: 1320272728 BLV
		Firma			
		Fecha		Diciembre 2024	Junio 2025
	Alcaldía	**Nombre**		Luis Felipe Gutierrez M.P. BL230-30375	Luis Felipe Gutierrez M.P. BL230-30375
		Firma			
		Fecha		Diciembre 2024	Junio 2025
	Interventoría	**Nombre**		Jorge Zúñiga Cespedes MP: 08202188686 ATL	Jorge Zúñiga Cespedes MP: 08202188686 ATL
		Firma			
		Fecha		Diciembre 2024	Junio 2025

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO 3
ÍNDICE DE TABLAS 4
ÍNDICE DE FIGURAS 5
INTRODUCCIÓN 6
1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 8
1.1 Vigas de cimentación. 8
1.2 Muros laterales. 9
1.3 Losa Superior. 10
1.4. Vigas Principales. 11
2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS 12
2.1 carga muerta y peso propio (CM). 12
2.2 Evaluación del empuje lateral activo del terreno (H). 13
2.3 Presión lateral de sobrecarga (L). 14
2.4 Carga viva sobre losa superior (L). 15
2.5 Presión activa en condiciones sísmicas. 16
2.6 Evaluación del módulo de reacción del suelo. 18
3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2) 22
3.1 Combinaciones para diseño estructural. 23
3.2 Combinaciones para chequeo a servicio. 23
4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3). 24
4.1 Concreto (Art. C.5.2). 24
4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5). 24
5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS. 25
5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1). 25
5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2). 25
6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS. 26
6.1 Diseño vigas de cimentación (0.35mX0.35m). 26
6.2 Diseño muros. 29
6.3 Diseño losa superior. 34
6.4. Diseño vigas principales (0.20mX0.40m). 39
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 42
7.1 Chequeo de esfuerzo sobre el suelo. 42
7.2 Deformaciones. 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.1 Presión activa del material de relleno 13
Tabla 2.3.1 Sobrecarga 14
Tabla 2.5.1 Presión activa en condiciones sísmicas. 16
Tabla 2.6.1 Asignación de Kblastro. 20
Tabla 3.1.1 Combos de Diseño. 23
Tabla 3.2.1 Combos de Servicio. 23
Tabla 6.1.1 Diseño a flexión vigas de cimentación. 27
Tabla 6.1.2 Diseño a Cortante vigas de cimentación. 28
Tabla 6.2.1 Diseño a flexión de muro L1.40m. 30
Tabla 6.2.2 Revisión de la fisuración muro L1.40m. 31
Tabla 6.2.3 Diseño a cortante Muro L1.40. 33
Tabla 6.3.1 Diseño a flexión losa superior. 35
Tabla 6.3.2 Revisión de fisuración losa superior. 36
Tabla 6.3.3 Diseño a cortante Muro losa superior. 38
Tabla 6.4.1 Diseño a flexión vigas principales. 40
Tabla 6.4.2 Diseño a Cortante vigas principales. 41
Tabla 7.1.1 Chequeo de esfuerzo admisible. 42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura a. Modelo general-Caja de Válvula Ventosa. 6
Figura 1.1.1 Vigas de cimentación. 8
Figura 1.1.2 Asignación de geometría de losa de fondo. 8
Figura 1.2.1 Muros laterales de 0.30 m. 9
Figura 1.3.1 Losa Superior de 0.2 0m. 10
Figura 1.4.1 Vigas principales de 0.20mx0.40m. 11
Figura 1.4.2 Asignación de geometría de vigas principales. 11
Figura 2.1.1 Asignación de carga muerta y PP. 12
Figura 2.2.1 Contornos de presión activa. 13
Figura 2.3.1 Asignación de sobrecarga. 15
Figura 2.4.1 Asignación de carga viva sobre losa superior. 15
Figura 2.5.1 Asignación de Cargas Sísmicas Ex. 17
Figura 2.5.2 Asignación de Cargas Sísmicas Ey. 17
Figura 2.6.1 Resultante de la presión del suelo. 18
Figura 2.6.2 Interacción suelo – estructura. 19
Figura 2.6.3 Asignación de sprint centrales. 21
Figura 2.6.4 Asignación de sprint esquina. 21
Figura 5.1.1 VISTA 1. 25
Figura 5.1.2 VISTA 2. 25
Figura 6.1.1 Combo envolvente M33 vigas de cimentación 26
Figura 6.1.2 Envolvente de fuerza cortante V22. 28
Figura 6.2.1 Combo envolvente 11. 29
Figura 6.2.2 Combo envolvente 22. 29
Figura 6.2.3 combo envolvente fuerza cortante V13. 32
Figura 6.2.4 combo envolvente fuerza cortante V23. 32
Figura 6.3.1 Combo envolvente mínima y máxima 11. 34
Figura 6.3.2 Combo envolvente mínima y máxima 22. 34
Figura 6.3.3 combo envolvente fuerza cortante V13. 37
Figura 6.3.4 combo envolvente fuerza cortante V23. 37
Figura 6.4.1 Combo envolvente M33 vigas de cimentación 39
Figura 6.4.2 Envolvente de fuerza cortante V22. 41
Figura 7.1.1 Apoyo de la estructura. 42
Figura 7.2.1 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Ux. 44
Figura 7.2.3 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Uz. 45

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene las memorias de cálculo de un tanque enterrado para instalación de una válvula de ventosa, las dimensiones internas libre son 1.20 m de ancho, 1.20 m de largo y 4.00 m de profundidad, este se encuentra localizado en la planta de tratamiento de agua el curval en la ciudad Santa Marta, departamento del Magdalena.

El tanque va a estar sometido a empujes activos del terreno, empuje bajo condiciones sísmicas (terreno), por información de la entidad contratante se considera presión lateral en muros debido a sobrecargas vivas en los perímetros de la estructura. Basándonos en la geometría descrita se construye un modelo en elementos finitos tipo Shell (elementos planos) apoyado sobre el terreno garantizando la interacción suelo-estructura.

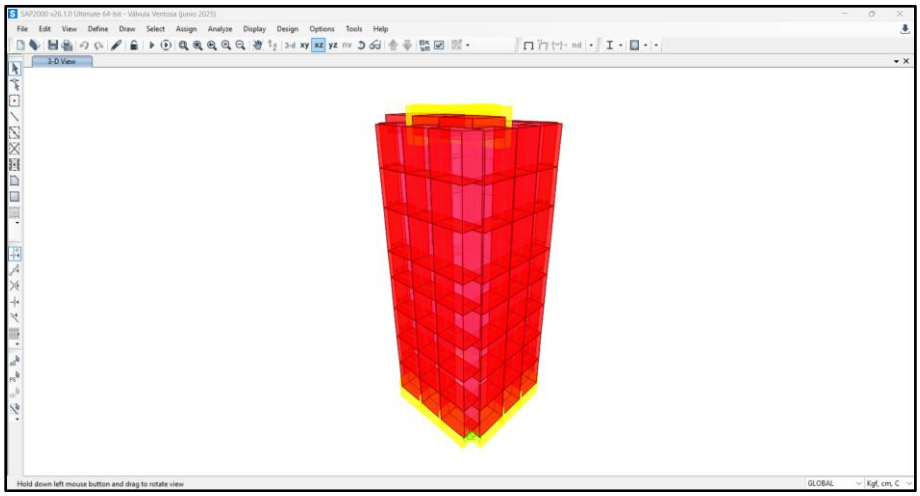
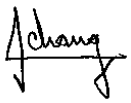


Figura a. Modelo general-Caja de Válvula Ventosa.

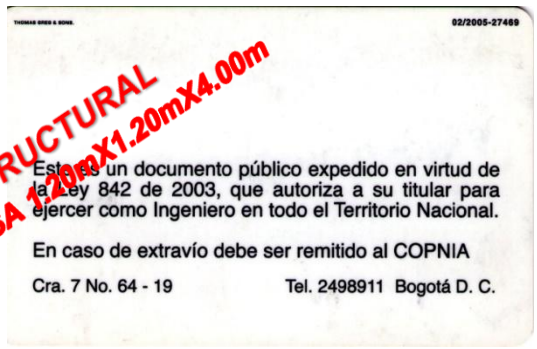
El método de diseño empleado para todos los elementos de concreto reforzado fue el método de la rotura, cumpliendo con todos los requerimientos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, AIS-180-13 y del ACI-2008 American Concrete Institute 2008.

Los materiales empleados corresponden a concreto de 28 MPa, acero 420 MPa.



GUSTAVO ARIEL CHANG NIETO,
Ingeniero Civil





VALIDO DISEÑO ESTRUCTURAL
CAJA PARA VALVULA VENTOSA 1.20mX1.20mX4.00m

1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El pre-dimensionamiento de cada elemento que forma parte del sistema estructural cumple con el capítulo C.23 TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE CONCRETO, de las Normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR-10.

1.1 Vigas de cimentación.

Las vigas de cimentación de (0.35mX0.35m).

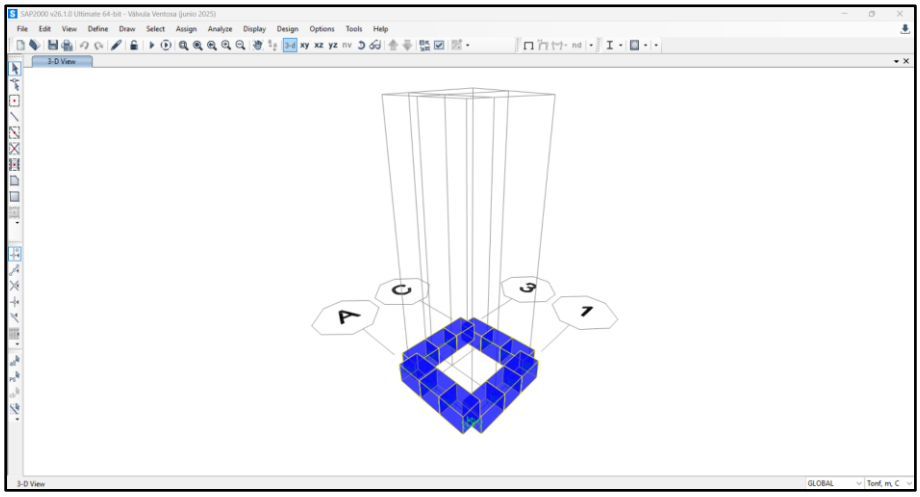


Figura 1.1.1 Vigas de cimentación.

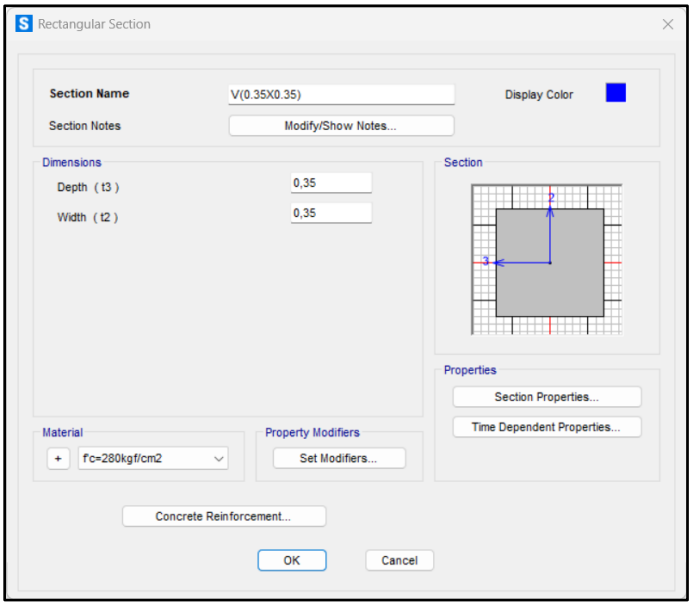


Figura 1.1.2 Asignación de geometría de losa de fondo.

1.2 Muros laterales.

Los muros de concreto reforzado tienen espesores de 0.30 m.

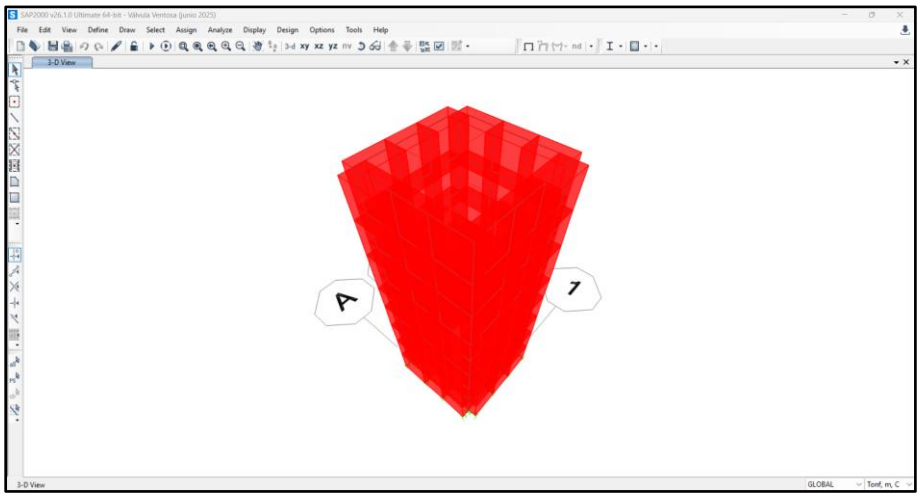


Figura 1.2.1 Muros laterales de 0.30 m.

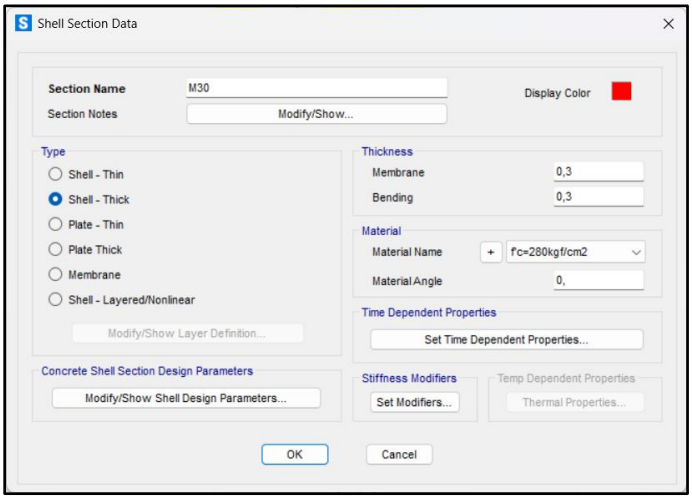


Figura 1.2.2 Asignación de geometría de muros laterales 0.320 m.

1.3 Losa Superior.

La losa de superior de 0.20 m.

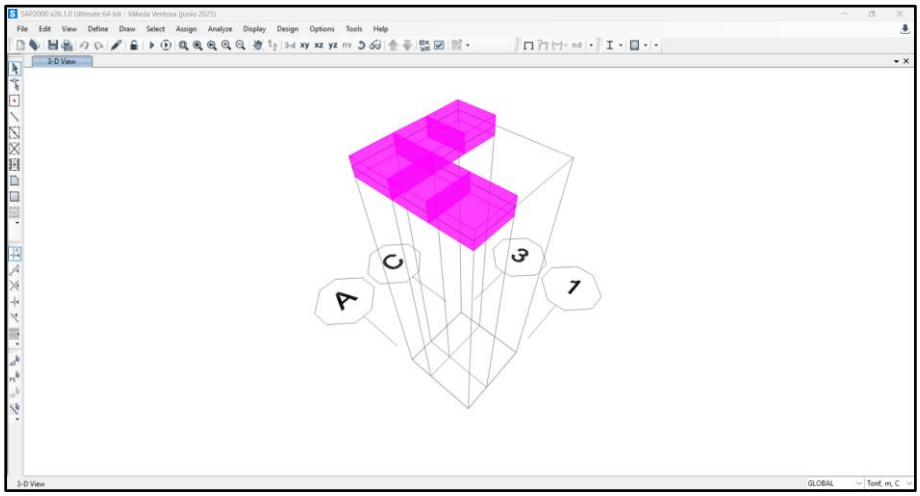


Figura 1.3.1 Losa Superior de 0.2 0m.

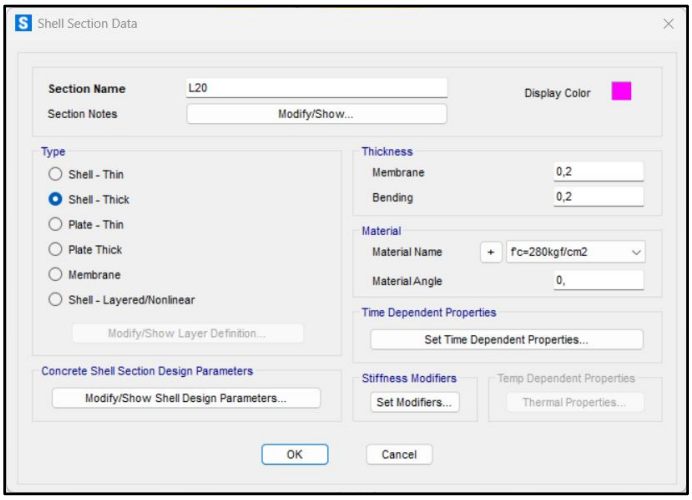


Figura 1.3.2 Asignación de geometría de losa superior.

1.4. Vigas Principales.

Las vigas principales son de 0.20mx0.40m.

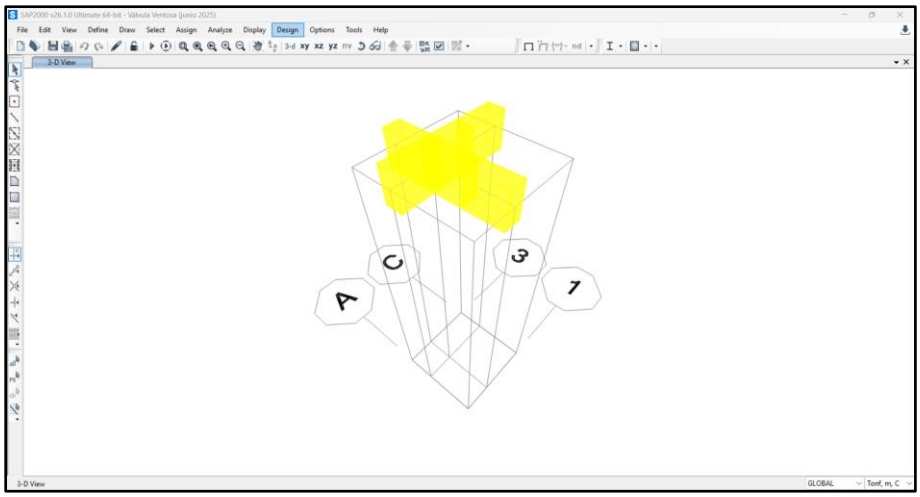


Figura 1.4.1 Vigas principales de 0.20mx0.40m.

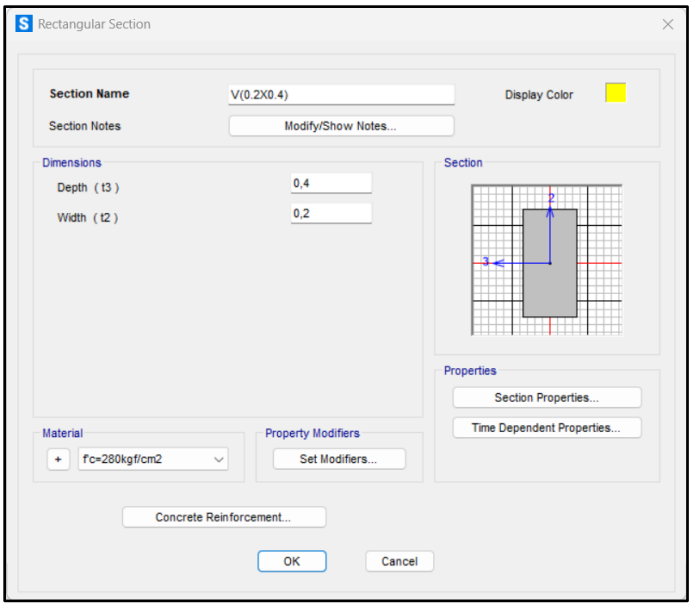


Figura 1.4.2 Asignación de geometría de vigas principales.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 carga muerta y peso propio (CM).

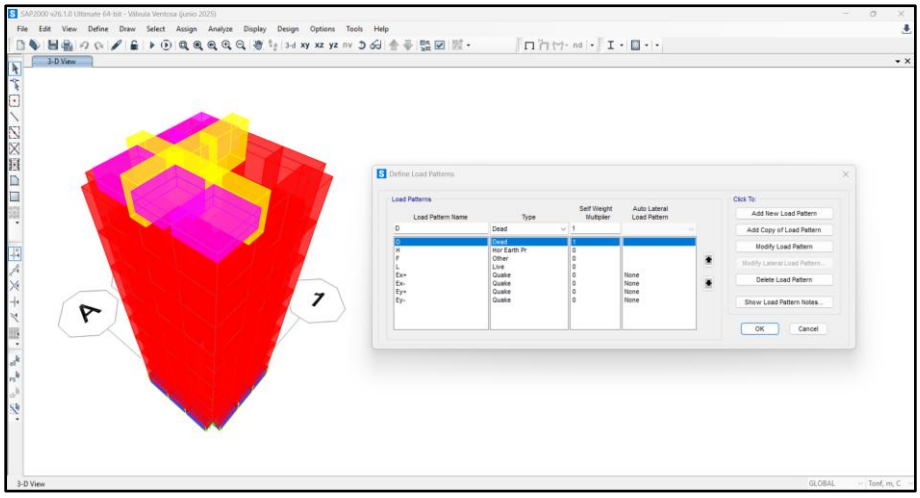


Figura 2.1.1 Asignación de carga muerta y PP.

2.2 Evaluación del empuje lateral activo del terreno (H).

El tanque tiene una altura de libre de 4.00 m. La presiòn se evalua para cada elemento Shell.

Tabla 2.2.1 Presión activa del material de relleno

PRESIÓN ACTIVA DE MATERIAL DE RELLENO SEGÚN TEORIA DE RANKINE

$\gamma =$ (Peso específico del material de relleno)
$\phi =$ (Ángulo de reposo del material)
Ka = (Coeficiente de presión activa de Rankine, ver página 343 Braja Das)

Prof (m)	γ (kgf/m3)	ϕ (°)	Ka	Presión (kgf/m2)
0,00	1800	30	0,333	0
0,50	1800	30	0,333	300
1,00	1800	30	0,333	600
1,60	1800	30	0,333	960
2,00	1800	30	0,333	1200
2,50	1800	30	0,333	1500
3,00	1800	30	0,333	1800
3,50	1800	30	0,333	2100
4,00	1800	30	0,333	2400

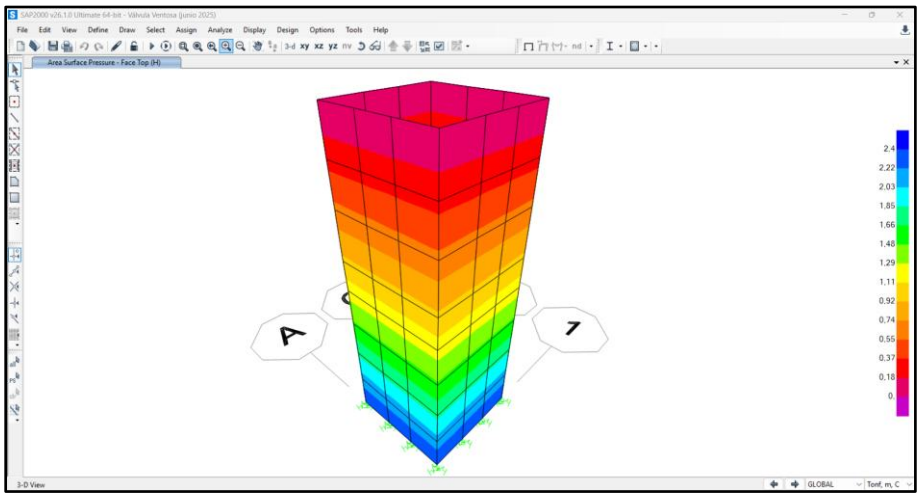
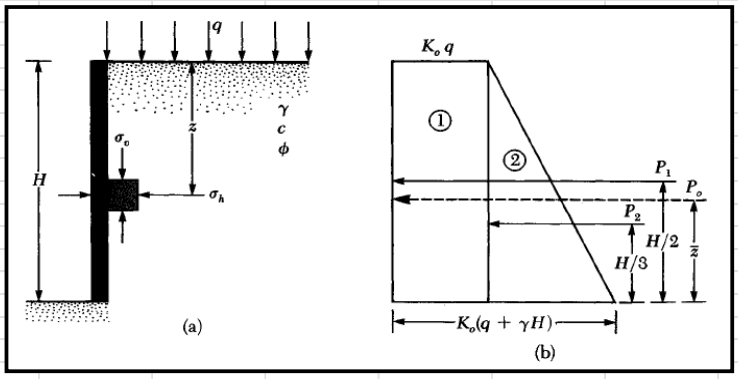


Figura 2.2.1 Contornos de presión activa.

2.3 Presión lateral de sobrecarga (L).

Tabla 2.3.1 Sobrecarga

PRESIÓN LATERAL DE TIERRA EN REPOSO MÁS SOBRECARGA



DATOS

q =	500	kgf/m2	(Sobrecarga uniformemente distribuida. Ver nota)
γ =	0	kgf/m3	(Peso específico de la arena compacta)
ϕ =	30	°	(Angulo de reposo del material de relleno)
Ko =	0,5		(Coeficiente de presión de la tierra en reposo).

FÓRMULAS

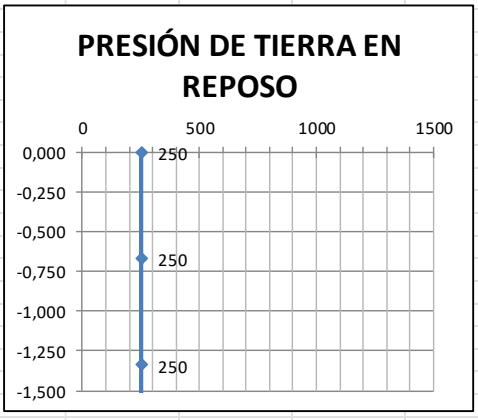
$$K_o = (1 - seno\phi)$$

$$\sigma_h = K_o \times (q + \gamma \times H)$$

CÁLCULOS

H (m)	H (m)	σ_h kgf/m2
0,000	0,000	250
0,667	-0,667	250
1,333	-1,333	250
2,000	-2,000	250
2,667	-2,667	250
3,333	-3,333	250
4,000	-4,000	250

GRÁFICO



NOTA:

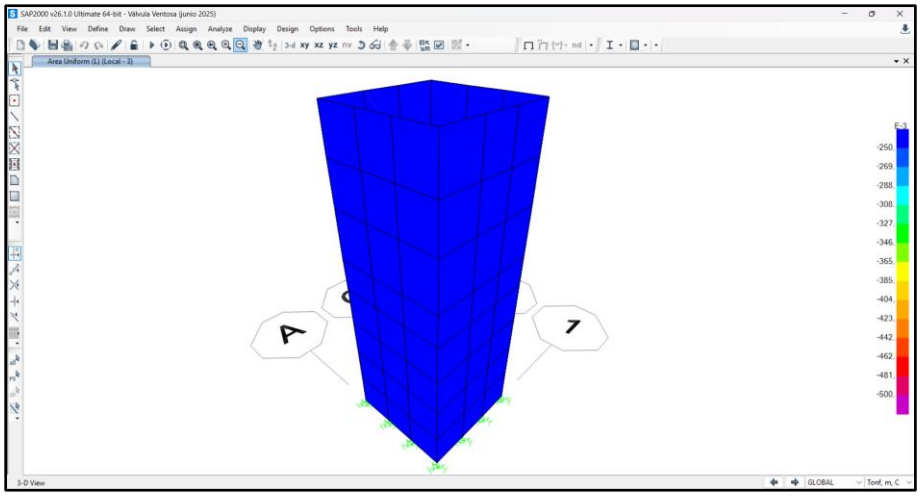


Figura 2.3.1 Asignación de sobrecarga.

2.4 Carga viva sobre losa superior (L).

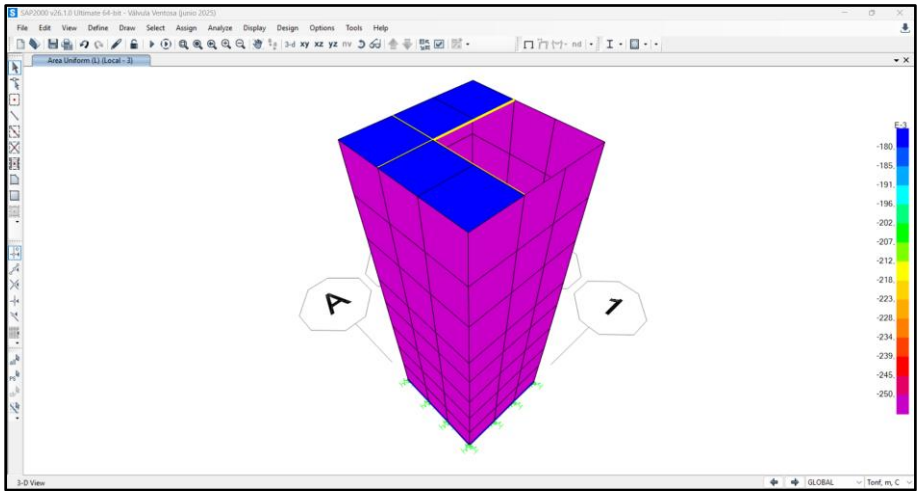
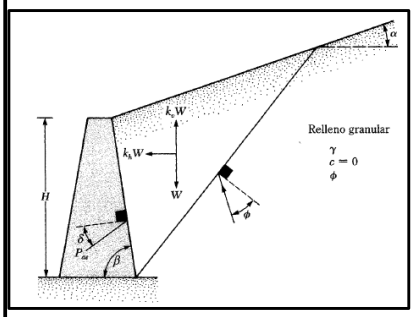


Figura 2.4.1 Asignación de carga viva sobre losa superior.

2.5 Presión activa en condiciones sísmicas.

Tabla 2.5.1 Presión activa en condiciones sísmicas.

PRESIÓN ACTIVA EN CONDICIONES DINÁMICAS



ALTURA DEL MURO

H=	4,0	m	(Altura del muro)

DATOS DEL MATERIAL DE RELLENO

γ =	1800	kgf/m3	(Peso específico del material de relleno)
ϕ=	30	°	(Ángulo de reposo del material)
Ka =	**0,333**		(Coeficiente de presión activa de Rankine)

CONDICIONES SÍSMICAS

Kv =	0,0	(Componente vertical de la aceleración del sismo.)
Kh =	0,15	(Componente horizontal de la aceleración del sismo.)

ÁNGULOS VARIOS

α =	0	(Angulo de inclinación del talud con la horizontal)
β=	90	(Angulo en la base del muro de contención)
δ =	15	
θ' =	8,531	

K_{ae} = coeficiente de presión activa de la tierra

$$= \frac{\operatorname{sen}^2(\phi+\beta-\theta')}{\cos\theta'\operatorname{sen}^2\beta\operatorname{sen}(\beta-\theta'-\delta)\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\operatorname{sen}(\phi-\theta'-\alpha)}{\operatorname{sen}(\beta-\delta-\theta')\operatorname{sen}(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

$$\theta' = \tan^{-1}\left[\frac{k_h}{1-k_v}\right]$$

$\operatorname{sen}^2(\phi+\beta-\theta')$ =		**0,8660**
$\cos\theta'\operatorname{sen}^2\beta\operatorname{sen}(\beta-\theta'-\delta)$ =		**0,9067**
$\left[1+\sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi+\delta)\operatorname{sen}(\phi-\theta'-\alpha)}{\operatorname{sen}(\beta-\delta-\theta')\operatorname{sen}(\alpha+\beta)}}\right]^2$ =		**2,3449**
Kae =		**0,407**

$P_{ae} = \frac{1}{2}\gamma H^2(1-k_v)K_{ae}$	Pae =	**5865,69** kgf/m	
$P_a = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a$	Pa =	**4800,00** kgf/m	
$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a$	ΔPae =	**1065,69** kgf/m	(Resultante)
	ΔPaeX=	**532,85** kgf	Empuje Dinamico-Dirección X
	ΔPaeY=	**532,85** kgf	Empuje Dinamico-Dirección Y
$Z = 0{,}6H$	Z =	**2,40** m	

- Sismo X+, X-.

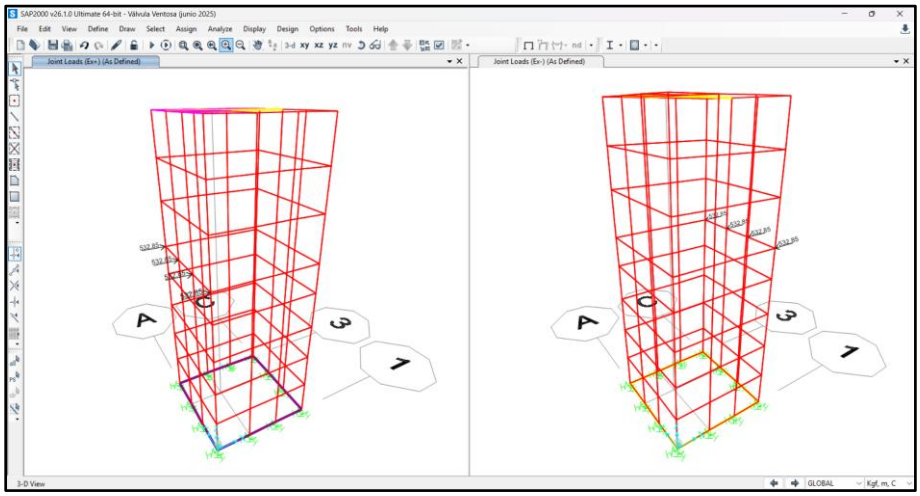


Figura 2.5.1 Asignación de Cargas Sísmicas Ex.

- Sismo Y+, Y-.

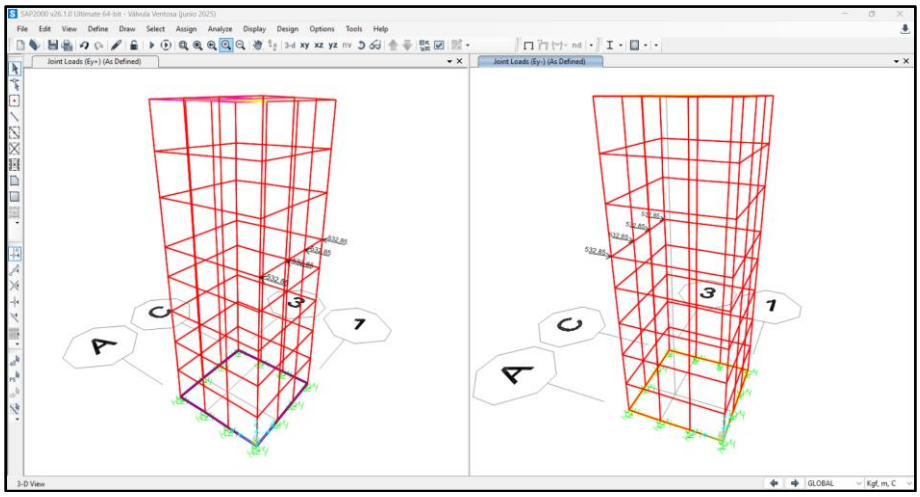


Figura 2.5.2 Asignación de Cargas Sísmicas Ey.

2.6 Evaluación del módulo de reacción del suelo.

Para la modelación de la losa de cimentación con el suelo de soporte se hace necesario acudir a un modelo flexible en la que se tenga en cuenta la interacción suelo estructura. En el método flexible aproximado de diseño, el suelo se supone equivalente a un número infinito de resortes elásticos, denominada a veces como la cimentación Winkler. La constante elástica de esos resortes supuestos se denomina el coeficiente *k* de reacción del subsuelo.

Para entender los conceptos fundamentales del diseño de cimentaciones flexibles considere una viga de ancho B1 y longitud infinita, como muestra la siguiente figura. La viga está sometida a una sola carga concentrada Q. de los fundamentos de la mecánica de materiales,

$$M = E_F I_F \frac{d^2z}{dx^2} \qquad (5.38)$$

donde M = momento en cualquier sección
E_F = módulo de elasticidad del material de la cimentación
I_F = momento de inercia de la sección transversal de la viga = $(\frac{1}{12}) B_1 h^3$
(véase la figura 5.9c)

Sin embargo,

$$\frac{dM}{dx} = \text{fuerza cortante} = V$$

y

$$\frac{dV}{dx} = q = \text{reacción del suelo}$$

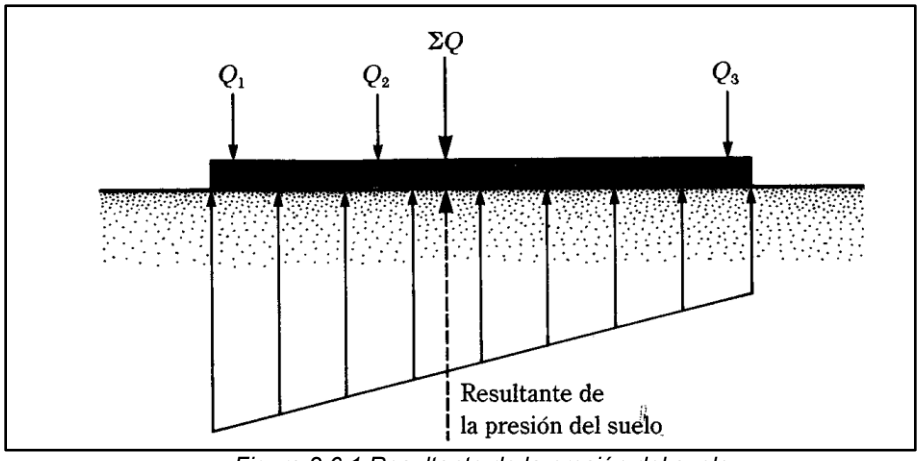


Figura 2.6.1 Resultante de la presión del suelo.

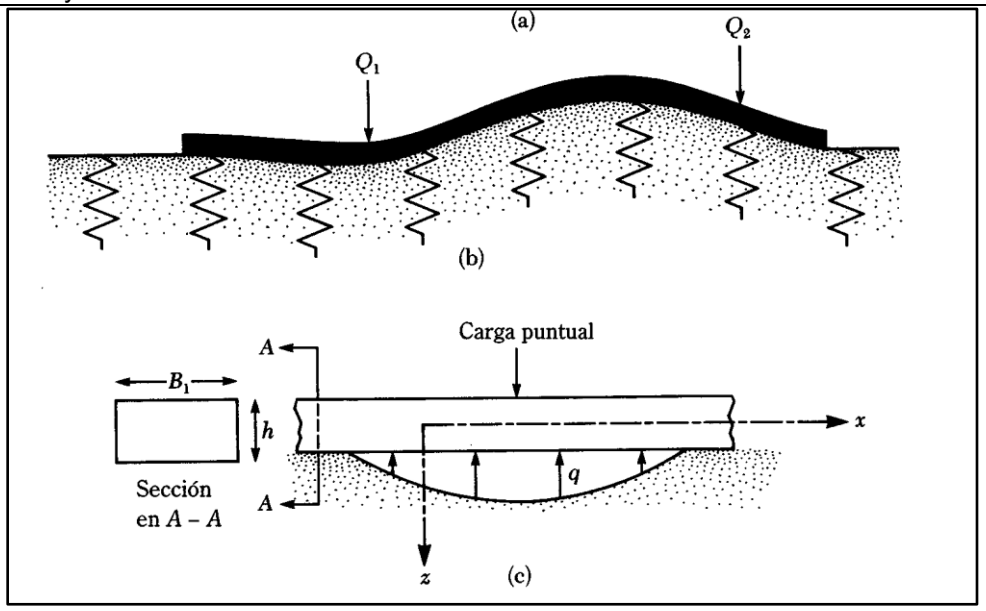


Figura 2.6.2 Interacción suelo – estructura.

Por consiguiente,

$$\frac{d^2M}{dx^2} = q \tag{5.39}$$

Combinando las ecuaciones (5.38) y (5.39) se obtiene

$$E_F I_F \frac{d^4z}{dx^4} = q \tag{5.40}$$

Pero la reacción del suelo es

$$q = -zk'$$

donde z = deflexión
$k' = kB_1$
k = coeficiente de la reacción del subsuelo (kN/m³ o lb/pulg³)

Por tanto

$$E_F I_F = \frac{d^4 z}{dx^4} = -zkB_1 \tag{5.41}$$

La solución de la ec. (5.41) es

$$z = e^{-\alpha x}(A' \cos \beta x + A'' \operatorname{sen} \beta x) \tag{5.42}$$

donde A' y A'' son constantes y

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{B_1 k}{4E_F I_F}} \tag{5.43}$$

Dado que la entidad contratante no suministró un estudio de suelos, en aras de ser proactivos se asumieron valores conservadores en la capacidad portante y módulo de reacción del suelo.

Esfuerzo admisible del suelo de 10.0 tonf/m².
Módulo de reacción del suelo de 2.20 kgf/cm³.

Los resortes empleados para considerar la interacción suelo-estructura serian:

Tabla 2.6.1 Asignación de Kblastro.

Kb=	2,2	kgf/cm3			
ϕ =	30	°			
NUDO	B (cm)	L (cm)	AREA (cm2)	Krv (kgf/cm)	Krh (kgf/cm)
Central	37,00	50,00	1850	4070,0	2035,0
Esquina	37,00	50,00	1850	4070,0	2035,0

Asignación de resortes para evaluar la interacción suelo-estructura.

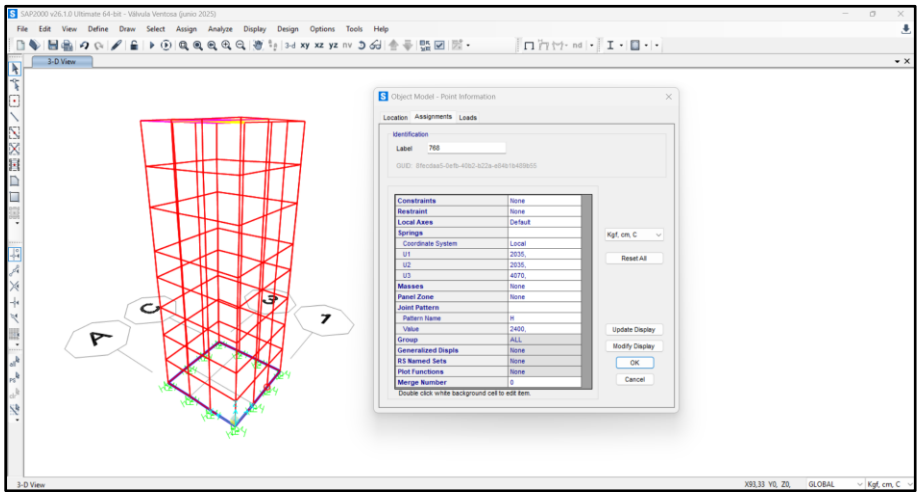


Figura 2.6.3 Asignación de sprint centrales.

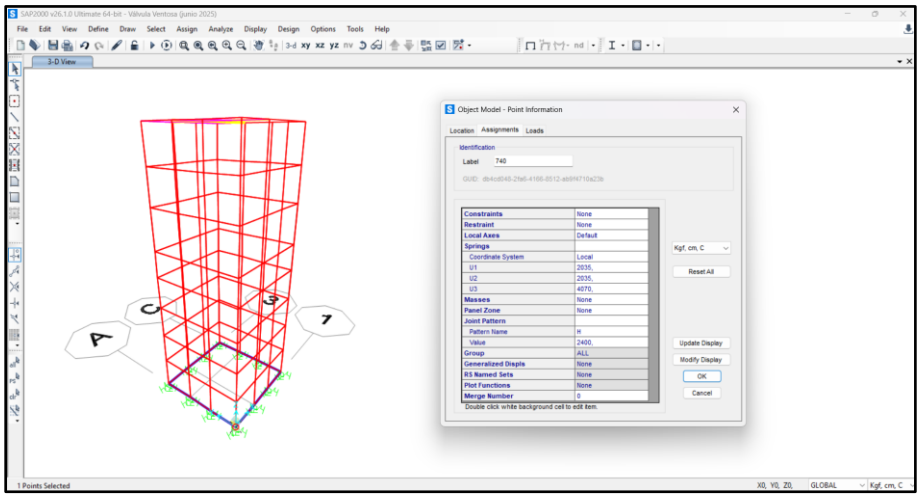


Figura 2.6.4 Asignación de sprint esquina.

3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2)

Las diversas cargas (viva, muerta, empuje lateral de tierra, fuerzas inerciales) deben combinarse con el objetivo de poder determinar las máximas solicitaciones sobre los elementos estructurales y estos puedan diseñarse de la manera más conveniente.

COMBINACIONES BASICAS: Las estructuras de concreto o mampostería estructural, sus componentes y su cimentación deben diseñarse de tal manera que sus resistencias de diseño excedan los efectos de las cargas mayoradas de acuerdo con las siguientes combinaciones:

D = carga Muerta consistente en:
(a) peso propio del elemento.
(b) peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentemente soportados por el elemento, incluyendo muros y particiones divisorias de espacios.
(c) peso del equipo permanente.

E = fuerzas sísmicas reducidas de diseño $\left(\mathbf{E}=\mathbf{F_s}/\mathbf{R}\right)$ que se emplean para diseñar los miembros estructurales.

$\mathbf{E_d}$ = fuerza sísmica del umbral de daño.

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

$\mathbf{F_a}$ = carga debida a inundación.

$\mathbf{F_s}$ = fuerzas sísmicas calculadas de acuerdo con los requisitos del Título A del Reglamento.

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

L = cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación, incluyendo cargas debidas a objetos móviles, particiones que se pueden cambiar de sitio. $\mathbf{L}$ incluye cualquier reducción que se permita. Si se toma en cuenta la resistencia a cargas de impacto este efecto debe tenerse en cuenta en la carga viva $\mathbf{L}$.

$\mathbf{L_e}$ = carga de empozamiento de agua.

$\mathbf{L_r}$ = carga viva sobre la cubierta.

$\mathbf{L_0}$ = carga viva sin reducir, en kN/m^2. Véase B.4.5.1.

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

$\mathbf{R_0}$ = coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural. Véase el Capítulo A.3.

R = coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura y en planta, y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica $\left(\mathbf{R}=\phi_a\phi_p\phi_r\mathbf{R_0}\right)$. Véase el Capítulo A.3.

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

W = carga de Viento.

Combinaciones de carga para estructuras de concreto que deben ser usadas:

$$1.4(D+F) \quad \text{(B.2.4-1)}$$

$$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-2)}$$

$$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W) \quad \text{(B.2.4-3)}$$

$$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-4)}$$

$$1.2D+1.0E+1.0L \quad \text{(B.2.4-5)}$$

$$0.9D+1.6W+1.6H \quad \text{(B.2.4-6)}$$

$$0.9D+1.0E+1.6H \quad \text{(B.2.4-7)}$$

3.1 Combinaciones para diseño estructural.

Tabla 3.1.1 Combos de Diseño.

COMBOS PARA DISEÑO								
COMBO	DEAD	FLUIDS	SOILS	LIVE	EARTHQUAKE			
	D	F_1	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-
1	1,4							
2	1,4	1,4						
3	1,2	1,2	1,6	1,6				
4	1,2	1,2	1,6	1,0	1,0			
5	1,2	1,2	1,6	1,0		1,0		
6	1,2	1,2	1,6	1,0			1,0	
7	1,2	1,0	1,6	1,0				1,0
8	1,2	1,0	1,6	1,0	1,0			
9	1,2	1,0	1,6	1,0		1,0		
10	1,2	1,0	1,6	1,0			1,0	
11	1,2	1,0	1,6	1,0				1,0

Nota: la fuerza sísmica está dividida por el factor de reducción R=1.00

3.2 Combinaciones para chequeo a servicio.

Tabla 3.2.1 Combos de Servicio.

COMBOS PARA CONDICIONES DE SERVICIO								
COMBO	DEAD	FLUIDS	SOILS	LIVE	EARTHQUAKE			
	D	F_1	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-
1	1,0							
2	1,0	1,0						
3	1,0	1,0		1,0				
4	1,0	1,0	1,0		0,7			
5	1,0	1,0	1,0			0,7		
6	1,0	1,0	1,0				0,7	
7	1,0	1,0	1,0					0,7
8	1,0	1,0	1,0	0,75	0,53			
9	1,0	1,0	1,0	0,75		0,53		
10	1,0	1,0	1,0	0,75			0,53	
11	1,0	1,0	1,0	0,75				0,53

4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3).

4.1 Concreto (Art. C.5.2).

F´c = 4000 Psi = 280 Kgf/cm^2.

4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5).

F_y = 60.000 Psi = 4200 Kgf/cm^2.

5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS.

5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1).

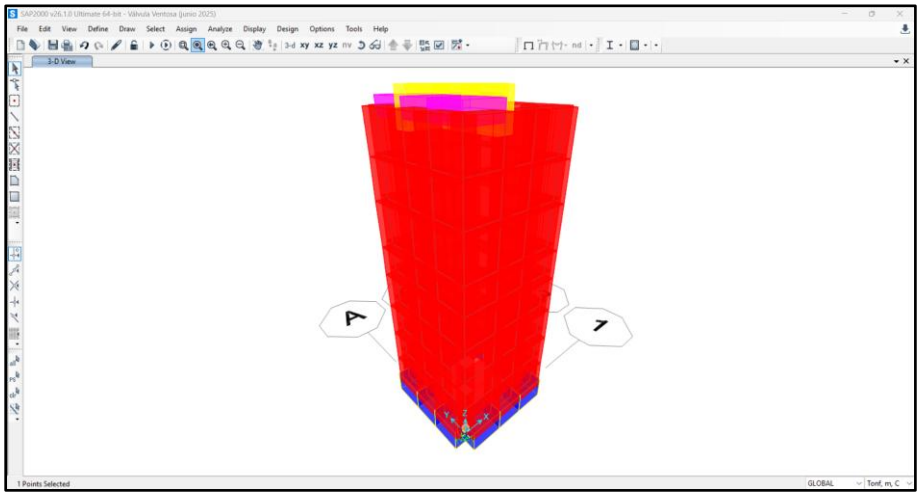


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2).

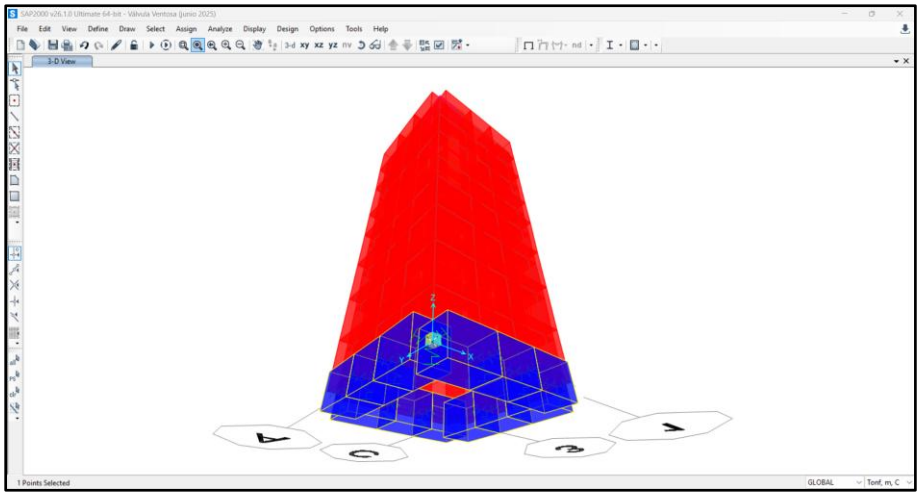


Figura 5.1.2 VISTA 2.

6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS.

6.1 Diseño vigas de cimentación (0.35mX0.35m).

- Momento 33 combo envolvente máximo/mínimo.

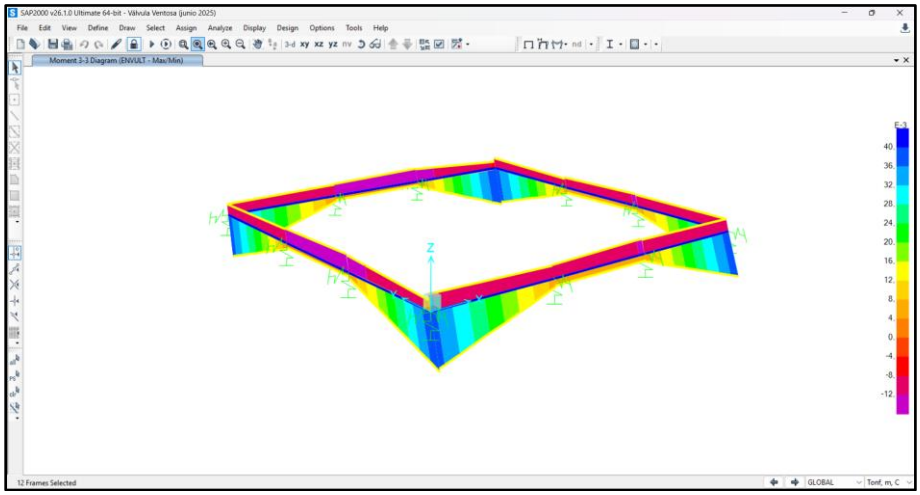


Figura 6.1.1 Combo envolvente M33 vigas de cimentación

NOTA: Momentos en “tonf-m”.

Tabla 6.1.1 Diseño a flexión vigas de cimentación.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias							
f'c:	280	kgf/cm2	ELEMENTO	VIGA		β :	0,85						
fy:	4200	kgf/cm2	b:	35	cm	ρ_{min}:	0,0033						
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	27,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286						
εy :	0,0021		h:	35,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180						
m:	17,65		d':	7,5	cm								

ELEMENTO	ρ mínimo
VIGA	0,0033
LOSA ENT	0,0018
LOSA TK	0,0033

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

Mu^- (ton-cm)		1,87											
Mu^+ (ton-cm)	6,39												
K^- (ton/cm^2)		0,00007											
K^+ (ton/cm^2)	0,0002												
$\phi_{inicial}$		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0000											
$\rho_{calculado}^+$	0,0001												
$\rho_{diseño}^-$		0,0033											
$\rho_{diseño}^+$	0,0033												
As^- (cm^2)		3,18											
As^+ (cm^2)	3,18												
a (cm)		1,60											
	1,60												
c (cm)		1,8841											
	1,8841												
c/d (cm/cm)		0,0685											
	0,0685												
ϕ_{real}		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0000											
$\rho_{calculado}^+$	0,0001												
$\rho_{definitivo}^-$		0,0033											
$\rho_{definitivo}^+$	0,0033												
		2#5											
As(-) cm2		3,18											
As(+) cm2	3,18												
		2#5											

- Fuerza cortante V22 combo envolvente máxima/ mínima.

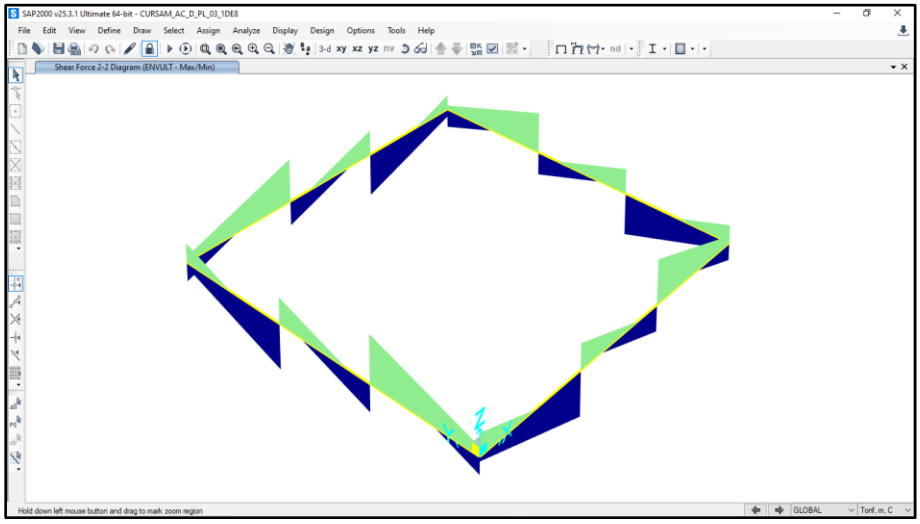


Figura 6.1.2 Envolvente de fuerza cortante V22.

Tabla 6.1.2 Diseño a Cortante vigas de cimentación.

PROYECTO:	CAJA DE VALVULA DE VENTOSA					**FECHA:**	dic-24
PROPIETARIO:							
DISEÑO:	Gustavo Chang. IC-MIC			**REVISIÓN:**	Gustavo Chang. IC-MIC		
DESCRIPCIÓN:	Vigas de cimentación						

DISEÑO A CORTANTE

Propiedades geométricas			**Propiedades de los materiales**			**Estribos a usar**	
b:	35	cm	f'c:	280	kgf/cm2	Usar N°	3
d:	27,5	cm	fy:	4200	kgf/cm2	# ramas:	2
h:	35	cm				Av (cm2):	1,42

FORMULAS A UTILIZAR

$$V^d{}_u = \left(\frac{X_{V=0} - d}{X_{V=0}}\right) \times V_u \qquad \phi V_c = 0.75 \times \left(0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d\right) \qquad V_s = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi}$$

Tramo:		
Vu:	0,204	tonf
Vc:	8,54	tonf
ϕVc:	6,40	tonf
ϕVc/2:	3,20	tonf
Vs:	0,00	tonf

NO	se necesita acero de refuerzo a cortante en este tramo

Nota: Se emplean estribos #3 de dos ramas a cada 0.16m.

6.2 Diseño muros.

- Momento 11 combo envolvente mínimo y máxima.

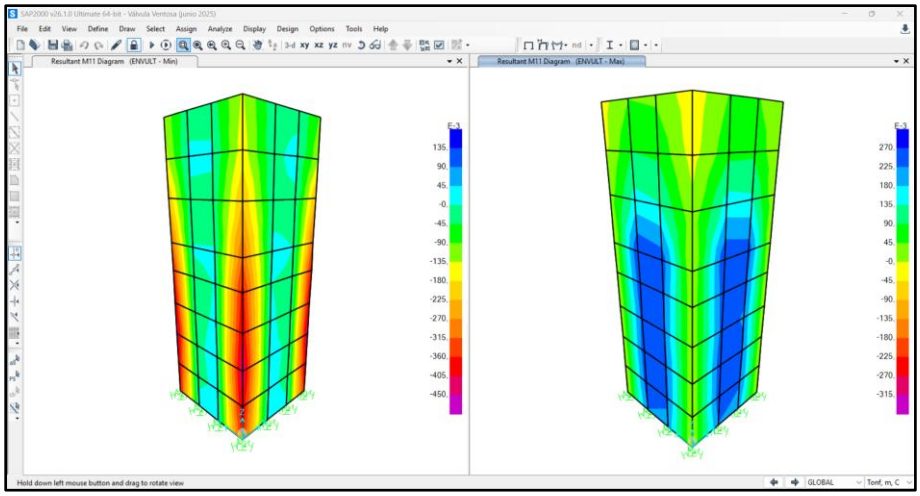


Figura 6.2.1 Combo envolvente 11.

NOTA: Momentos en “tonf-m/m de ancho”.

- Momento M22 combo envolvente mínima y máxima.

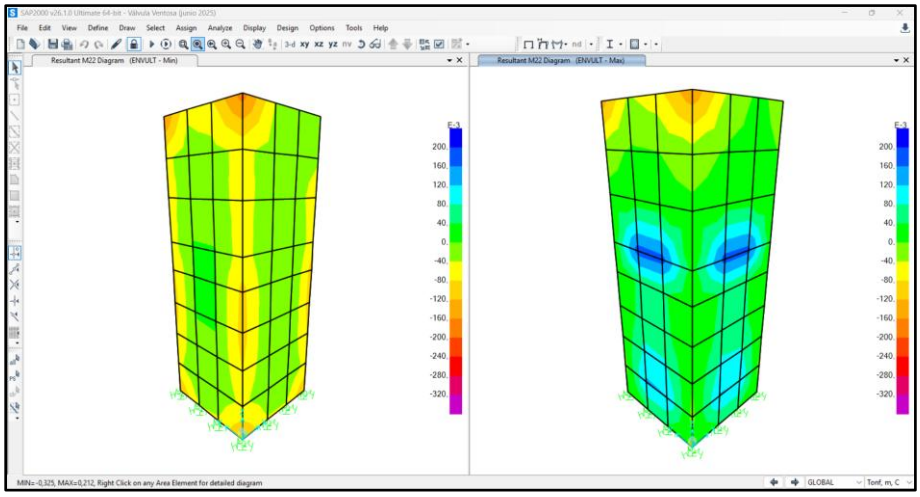


Figura 6.2.2 Combo envolvente 22.

NOTA: Momentos en “tonf-m/m de ancho”.

Tabla 6.2.1 Diseño a flexión de muro L1.40m.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias							
f'c:	280	kgf/cm2	ELEMENTO	LOSA TK		β :	0,85						
fy:	4200	kgf/cm2	b:	100	cm	ρ_{min}:	0,0030						
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	22,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286						
εy :	0,0021		h:	30,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180						
m:	17,65		d':	7,5	cm								

ELEMENTO	ρ mínimo
VIGA	0,0033
LOSA ENT	0,0018
LOSA TK	0,0030

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO HORIZONTAL				SENTIDO VERTICAL							
Mu^- (ton-cm)		45,00			13,25							
Mu^+ (ton-cm)	24,50					15,60						
K^- (ton/cm^2)		0,00089			0,00026							
K^+ (ton/cm^2)	0,0005					0,00031						
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0002			0,0001							
$\rho_{calculado}^+$	0,0001					0,0001						
$\rho_{diseño}^-$		0,0030			0,0030							
$\rho_{diseño}^+$	0,0030					0,0030						
As^- (cm^2)		6,75			6,75							
As^+ (cm^2)	6,75					6,75						
a (cm)		1,19			1,19							
	1,19					1,19						
c (cm)		1,4014			1,4014							
	1,4014					1,4014						
c/d (cm/cm)		0,0623			0,0623							
	0,0623					0,0623						
ϕ_{real}		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0002			0,0001							
$\rho_{calculado}^+$	0,0001					0,0001						
$\rho_{definitivo}^-$		0,0030			0,0030							
$\rho_{definitivo}^+$	0,0030					0,0030						
	1#4 @0.20 m				1#4 @0.20 m							
As(-) cm2		6,75			6,75							
As(+) cm2	6,75					6,75						
	1#4 @0.20 m				1#4 @0.20 m							

Tabla 6.2.2 Revisión de la fisuración muro L1.40m.

REVISIÓN DE LA FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DEL ACERO. NSR-10 C.23-C.9.2

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en muro L1,40m.

1) Propiedades de los materiales.

f'c:	280	kgf/cm2	fy:	4200	kgf/cm2
Ec	252.671	kgf/cm2	Es:	2.000.000	kgf/cm2
ε_{cu} :	0,0030		ε_y :	0,0021	
β1 :	0,85		n:	7,92	

2) Propiedades geométricas.

b:	100	cm
d:	22,5	cm
h:	30,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	44,25	ton-cm (momento último)
Ms:	27,18	ton-cm (momento de servicio)
As	6,75	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	20,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	967,168	cm3
Qinferior:	967,168	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	4,40	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	21,03	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	191	kgf/cm2

6) Selección tipo de exposición.

ϕ :	0,90
Tipo exposición	normal

Valores de β	
β	Espesor losa
1,20	h ≥ 400 mm
1,35	h < 400 mm
β =	1,20

Zona de exposición	fs,máx (kgf/cm2)	fs,min (kgf/cm2)
normal	2014	1700
severa	1643	1400

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \text{(C.23-1)}$$

donde $\gamma = \dfrac{\text{carga mayorada}}{\text{carga no mayorada}}$

y donde f_s es el esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo que se da más adelante.

(a) En el caso de diseño a cortante este coeficiente S_d se aplica únicamente a la porción de la resistencia a cortante que es llevada por el refuerzo a cortante.

(b) El coeficiente de durabilidad no debe utilizarse en diseños que utilicen cargas de servicio o esfuerzos admisibles.

(c) No se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental S_d en combinaciones de carga que incluyan fuerzas sísmicas **E**.

C.23-10.6.4.1 — En zonas de exposición ambiental normal, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{57\,000}{\beta_1\sqrt{s^2 + 4\left(50 + d_b/2\right)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 140 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 170 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.2 — En zonas de exposición ambiental severa, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{46\,500}{\beta_1\sqrt{s^2 + 4\left(50 + d_b/2\right)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 120 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 140 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.3 — En las ecuaciones (C.23-2) y (C.23-3) se permite utilizar un valor de **15 625** para el término $4\left(50 + d_b/2\right)^2$ como una simplificación.

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
1,40	1,19	0,04517	4200	28,350	0,900	558,89

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	fs,máx (kgf/cm2)	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
44,25	27,18	1,63	1700	2014	OK	1,37	60,44	**558,89**	OK	30,00

- Fuerza cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

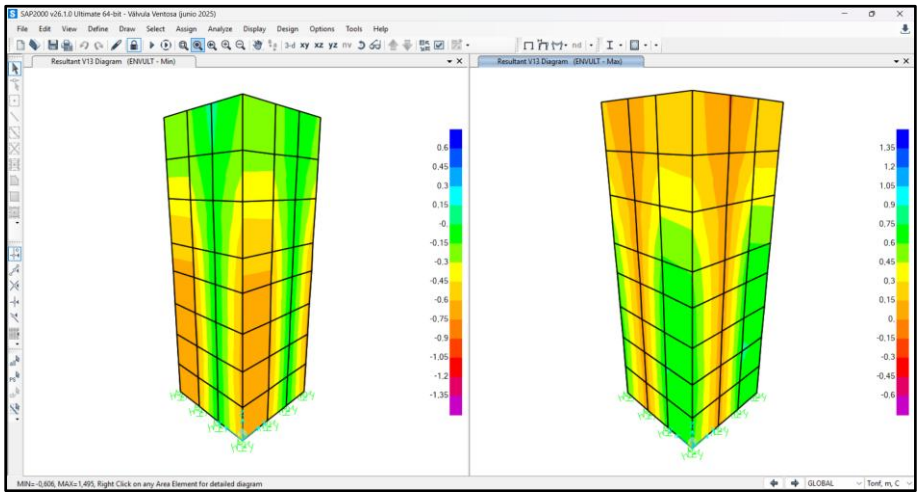


Figura 6.2.3 combo envolvente fuerza cortante V13.

- Fuerza cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

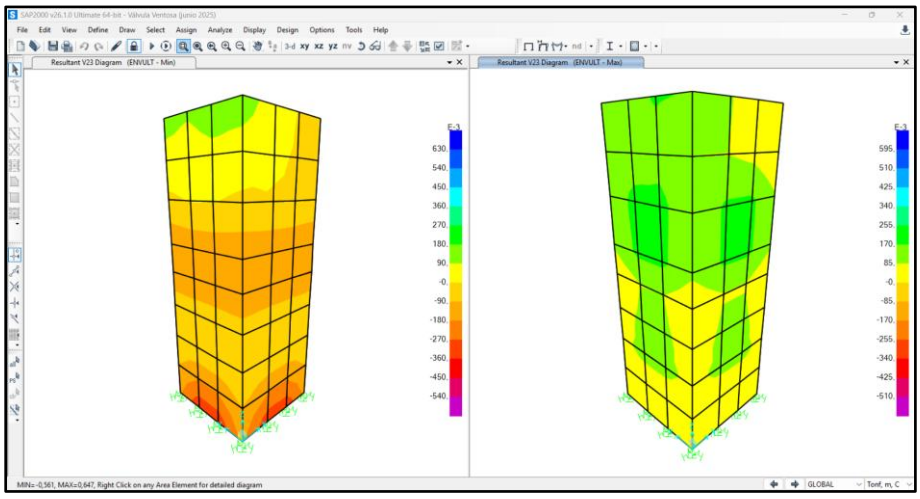


Figura 6.2.4 combo envolvente fuerza cortante V23.

Tabla 6.2.3 Diseño a cortante Muro L1.40.

P R O Y E C T O :	Tanque Valvula Ventosa	**F E C H A :**	jun-25
PRESENTADO A :	ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA MARTA		
DISEÑÓ:	Gustavo Chang. IC-MSc EStructuras.	**REVISÓ:**	

D E S C R I P C I Ó N	Chequeo a cortante muro L1,40m.

D I S E Ñ O A C O R T A N T E

Propiedades geométricas			**Propiedades de los materiales**			**Estribos a usar**	
b:	**100**	cm	f'c:	**280**	kgf/cm^2	Usar N°	**N/A**
d:	**22,5**	cm	fy:	**4200**	kgf/cm^2	# ramas:	**0**
h:	**30,0**	cm	ϕ:	**0,75**		Av (cm^2):	**0,00**

F ó r m u l a s a u t i l i z a r

$$\phi V_C = 0.75 \times \left(0.53 \times \sqrt{f'_C} \times b \times d\right)$$

Tramo:				
Vu:	**0,33**	tonf		
Vc:	**19,95**	tonf	**OK**	CHEQUEO
ϕVc:	**14,97**	tonf		
Vs:	**0,00**	tonf		

6.3 Diseño losa superior.

- Momento 11 combo envolvente mínimo y máximo.

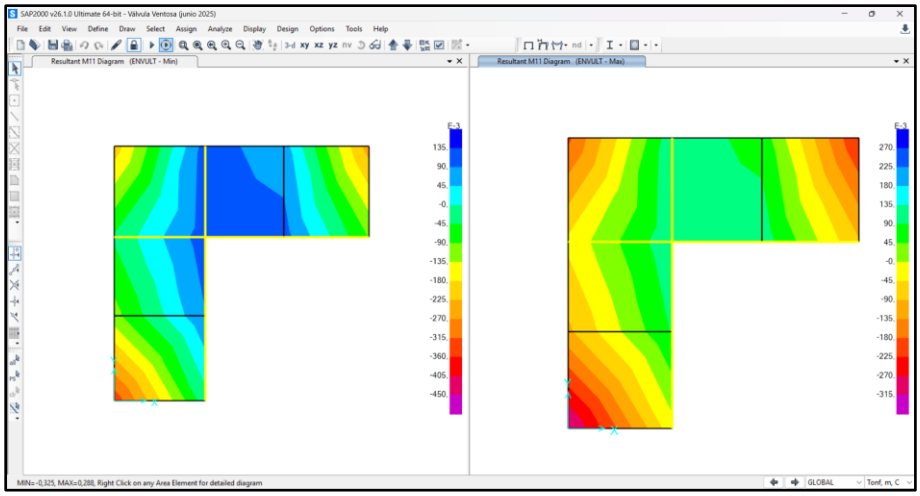


Figura 6.3.1 Combo envolvente mínima y máxima 11.

NOTA: Momentos en “tonf-m/m de ancho”.

- Momento M22 combo envolvente mínima y máxima

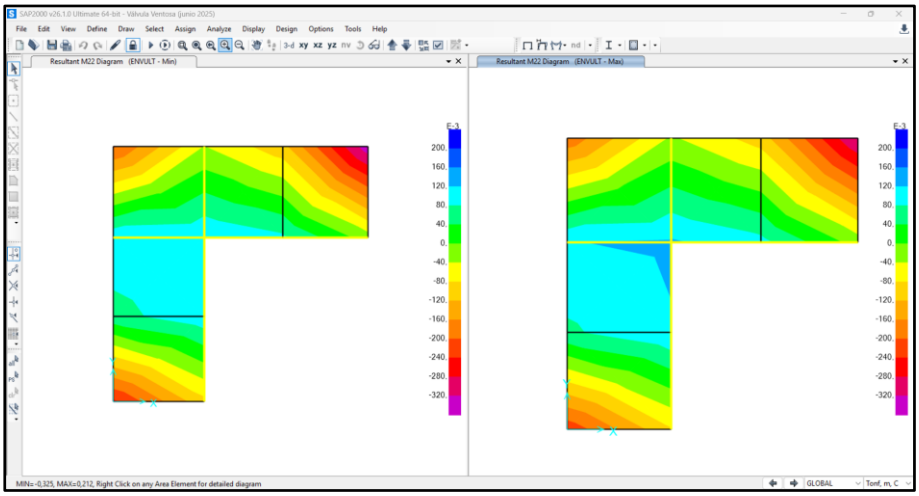


Figura 6.3.2 Combo envolvente mínima y máxima 22.

NOTA: Momentos en “tonf-m/m de ancho”.

Tabla 6.3.1 Diseño a flexión losa superior.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias						
f'c:	280	kgf/cm2	ELEMENTO	LOSA TK		β :	0,85		ELEMENTO	ρ mínimo		
fy:	4200	kgf/cm2	b:	100	cm	ρ_{min}:	0,0030		VIGA	0,0033		
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	15,0	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286		LOSA ENT	0,0018		
εy :	0,0021		h:	20,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180		LOSA TK	0,0030		
m:	17,65		d':	5,0	cm							

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO HORIZONTAL				SENTIDO VERTICAL			
Mu^- (ton-cm)		34,00			34,60			
Mu^+ (ton-cm)	12,00					12,50		
K^- (ton/cm^2)		0,00151			0,00154			
K^+ (ton/cm^2)	0,0005					0,00056		
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90			
	0,90					0,90		
$\rho_{calculado}^-$		0,0004			0,0004			
$\rho_{calculado}^+$	0,0001					0,0001		
$\rho_{diseño}^-$		0,0030			0,0030			
$\rho_{diseño}^+$	0,0030					0,0030		
As^- (cm^2)		4,50			4,50			
As^+ (cm^2)	4,50					4,50		
a (cm)		0,79			0,79			
	0,79					0,79		
c (cm)		0,9343			0,9343			
	0,9343					0,9343		
c/d (cm/cm)		0,0623			0,0623			
	0,0623					0,0623		
ϕ_{real}		0,90			0,90			
	0,90					0,90		
$\rho_{calculado}^-$		0,0004			0,0004			
$\rho_{calculado}^+$	0,0001					0,0001		
$\rho_{definitivo}^-$		0,0030			0,0030			
$\rho_{definitivo}^+$	0,0030					0,0030		
		1#4 @0.20 m				1#4 @0.20 m		
As(-) cm2		4,50			4,50			
As(+) cm2	4,50					4,50		
		1#4 @0.20 m				1#4 @0.20 m		

Tabla 6.3.2 Revisión de fisuración losa superior.

REVISIÓN DE LA FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DEL ACERO. NSR-10 C.23-C.9.2

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa superior.

1) Propiedades de los materiales.

f'c:	280	kgf/cm2	fy:	4200	kgf/cm2
Ec	252.671	kgf/cm2	Es:	2.000.000	kgf/cm2
ε_{cu} :	0,0030		ε_y :	0,0021	
β1 :	0,85		n:	7,92	

2) Propiedades geométricas.

b:	100	cm
d:	15,0	cm
h:	20,0	cm
d':	5,00	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	34,6	ton-cm (momento último)
Ms:	25	ton-cm (momento de servicio)
As	6,35	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	20,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	582,401	cm3
Qinferior:	582,401	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	3,41	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	13,86	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	284	kgf/cm2

6) Selección tipo de exposición.

ϕ :	0,90
Tipo exposición	normal

Valores de β	
β	Espesor losa
1,20	h ≥ 400 mm
1,35	h < 400 mm
β =	1,20

Zona de exposición	fs,máx (kgf/cm2)	fs,min (kgf/cm2)
normal	2014	1700
severa	1643	1400

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \text{(C.23-1)}$$

donde $\gamma = \dfrac{\text{carga mayorada}}{\text{carga no mayorada}}$

y donde f_s es el esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo que se da más adelante.

(a) En el caso de diseño a cortante este coeficiente S_d se aplica únicamente a la porción de la resistencia a cortante que es llevada por el refuerzo a cortante.

(b) El coeficiente de durabilidad no debe utilizarse en diseños que utilicen cargas de servicio o esfuerzos admisibles.

(c) No se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental S_d en combinaciones de carga que incluyan fuerzas sísmicas **E**.

C.23-10.6.4.1 — En zonas de exposición ambiental normal, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{57\,000}{\beta\sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 140 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 170 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.2 — En zonas de exposición ambiental severa, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{46\,500}{\beta\sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 120 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 140 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.3 — En las ecuaciones (C.23-2) y (C.23-3) se permite utilizar un valor de **15 625** para el término $4(50 + d_b/2)^2$ como una simplificación.

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
1,32	1,12	0,03113	4200	26,670	0,900	346,60

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	fs,máx (kgf/cm2)	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
34,6	25	1,38	1700	2014	OK	1,61	55,59	**346,60**	OK	30,00

- Fuerza cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

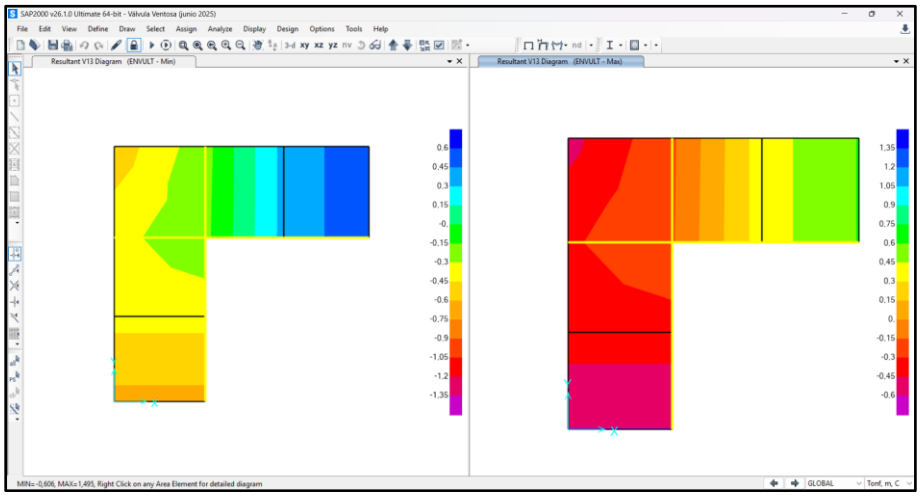


Figura 6.3.3 combo envolvente fuerza cortante V13.

- Fuerza cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

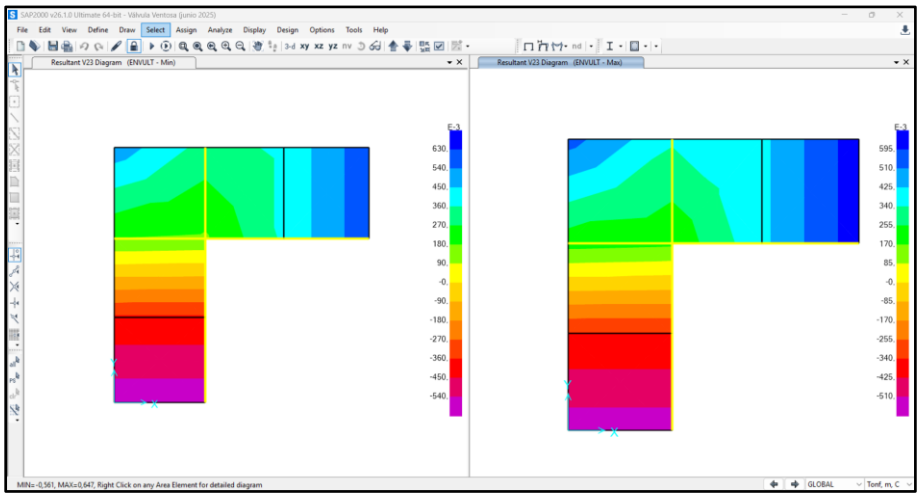


Figura 6.3.4 combo envolvente fuerza cortante V23.

Tabla 6.3.3 Diseño a cortante Muro losa superior.

P R O Y E C T O :	Tanque Valvula Ventosa			**F E C H A :**	jun-25
PRESENTADO A :	ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA MARTA				
DISEÑÓ:	Gustavo Chang. IC-MSc EStructuras.	**REVISÓ:**			
D E S C R I P C I Ó N	Chequeo a cortante losa superior.				

D I S E Ñ O A C O R T A N T E

Propiedades geométricas			**Propiedades de los materiales**			**Estribos a usar**	
b:	**100**	cm	f'c:	**280**	kgf/cm^2	Usar N°	**N/A**
d:	**15,0**	cm	fy:	**4200**	kgf/cm^2	# ramas:	**0**
h:	**20,0**	cm	ϕ:	**0,75**		Av (cm^2):	**0,00**

F ó r m u l a s a u t i l i z a r

$$\phi V_C = 0.75 \times \left(0.53 \times \sqrt{f'_C} \times b \times d\right)$$

Tramo:				
Vu:	**0,64**	tonf		
Vc:	**13,30**	tonf	**OK**	CHEQUEO
ϕVc:	**9,98**	tonf		
Vs:	**0,00**	tonf		

6.4. Diseño vigas principales (0.20mX0.40m).

- Momento 33 combo envolvente máximo/mínimo.

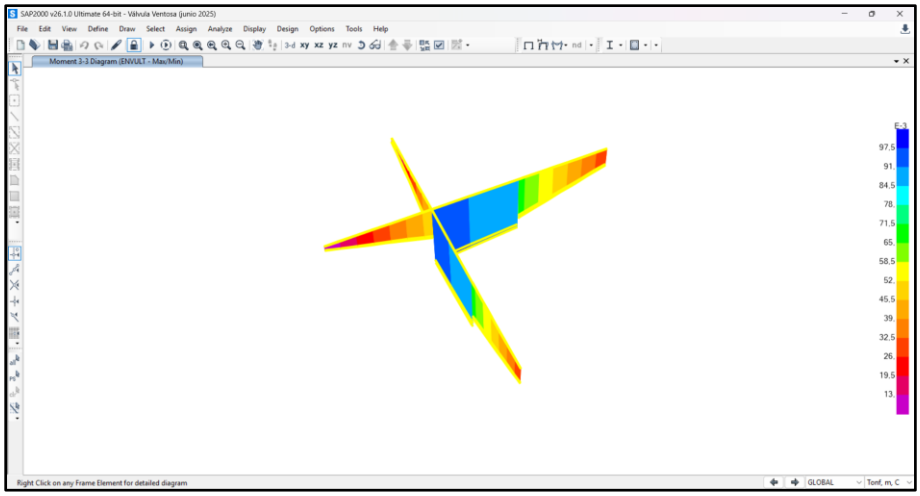


Figura 6.4.1 Combo envolvente M33 vigas de cimentación

NOTA: Momentos en “tonf-m”.

Tabla 6.4.1 Diseño a flexión vigas principales.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias							
f'c:	280	kgf/cm2	ELEMENTO	VIGA		β :	0,85		ELEMENTO	ρ mínimo			
fy:	4200	kgf/cm2	b:	20	cm	ρ_{min}:	0,0033		VIGA	0,0033			
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	35,0	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286		LOSA ENT	0,0018			
εy :	0,0021		h:	40,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180		LOSA TK	0,0033			
m:	17,65		d':	5,0	cm								

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

Mu^- (ton-cm)		0,00											
Mu^+ (ton-cm)	10,26												
K^- (ton/cm^2)		0,00000											
K^+ (ton/cm^2)	0,0004												
$\phi_{inicial}$		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0000											
$\rho_{calculado}^+$	0,0001												
$\rho_{diseño}^-$		0,0033											
$\rho_{diseño}^+$	0,0033												
As^- (cm^2)		2,31											
As^+ (cm^2)	2,31												
a (cm)		2,04											
	2,04												
c (cm)		2,3979											
	2,3979												
c/d (cm/cm)		0,0685											
	0,0685												
ϕ_{real}		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0000											
$\rho_{calculado}^+$	0,0001												
$\rho_{definitivo}^-$		0,0033											
$\rho_{definitivo}^+$	0,0033												
		2#4											
As(-) cm2		2,31											
As(+) cm2	2,31												
		2#4											

- Fuerza cortante V22 combo envolvente máxima/ mínima.

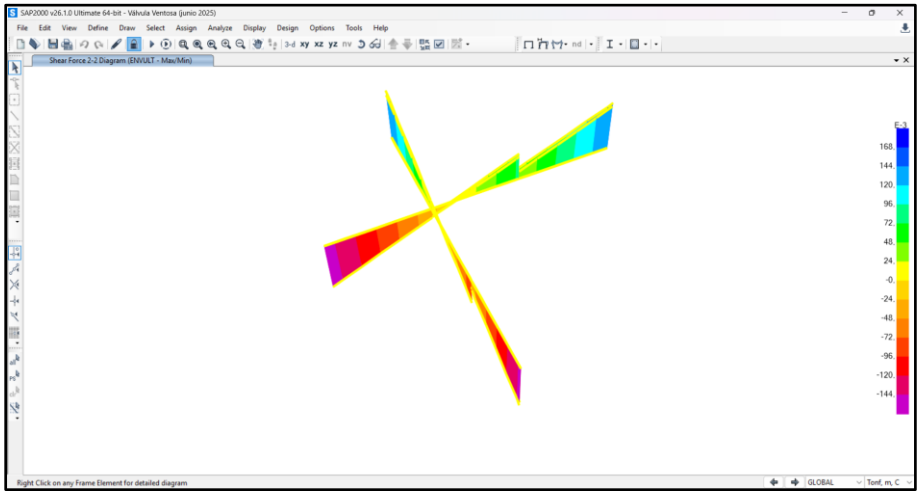


Figura 6.4.2 Envolvente de fuerza cortante V22.

Tabla 6.4.2 Diseño a Cortante vigas principales.

PROYECTO:	CAJA DE VALVULA DE VENTOSA					**FECHA:**	dic-24
PROPIETARIO:							
DISEÑO:	Gustavo Chang. IC-MIC			**REVISIÓN:**	Gustavo Chang. IC-MIC		
DESCRIPCIÓN:	Vigas de principales						

DISEÑO A CORTANTE

Propiedades geométricas			**Propiedades de los materiales**			**Estribos a usar**	
b:	20	cm	f'c:	280	kgf/cm2	Usar N°	3
d:	35	cm	fy:	4200	kgf/cm2	# ramas:	2
h:	40	cm				Av (cm2):	1,42

FORMULAS A UTILIZAR

$$V^{d}{}_{u} = \left(\frac{X_{V=0} - d}{X_{V=0}}\right) \times V_u \qquad \phi V_c = 0.75 \times \left(0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d\right) \qquad V_s = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi}$$

Tramo:		
Vu:	0,186	tonf
Vc:	6,21	tonf
ϕVc:	4,66	tonf
ϕVc/2:	2,33	tonf
Vs:	0	tonf

NO	se necesita acero de refuerzo a cortante en este tramo

Nota: Se emplean estribos #3 de dos ramas a cada 0.12m.

7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO.

7.1 Chequeo de esfuerzo sobre el suelo.

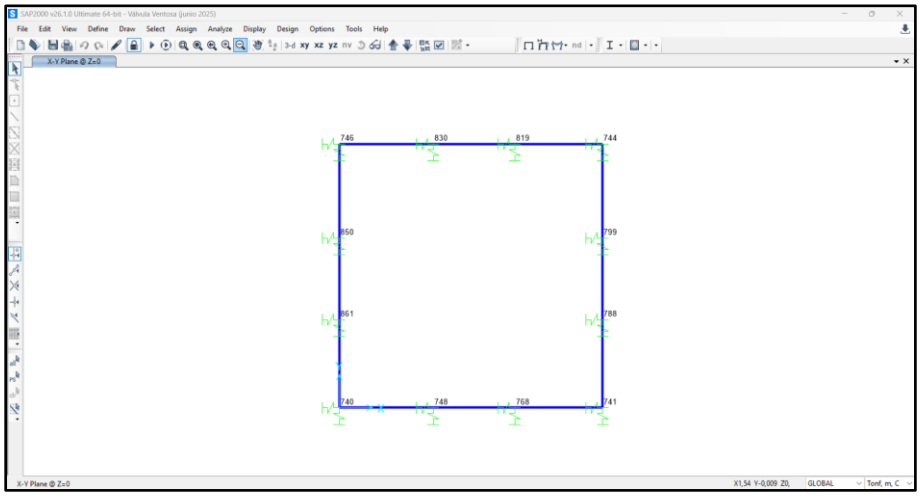


Figura 7.1.1 Apoyo de la estructura.

Tabla 7.1.1 Chequeo de esfuerzo admisible.

TABLE: ESFUERZO SOBRE EL SUELO								
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	FZ	Área	ESF	ESF adm	CHEQUEO
Text	Text	Text	Text	Tonf	m2	Tonf/m2	Tonf/m2	
740	ENVSER	Combination	Max	1,840	0,185	9,95	10,00	OK
740	ENVSER	Combination	Min	0,509	0,185	2,75	10,00	OK
741	ENVSER	Combination	Max	1,733	0,185	9,37	10,00	OK
741	ENVSER	Combination	Min	0,442	0,185	2,39	10,00	OK
744	ENVSER	Combination	Max	1,739	0,185	9,40	10,00	OK
744	ENVSER	Combination	Min	0,509	0,185	2,75	10,00	OK
746	ENVSER	Combination	Max	1,817	0,185	9,82	10,00	OK
746	ENVSER	Combination	Min	0,586	0,185	3,17	10,00	OK
748	ENVSER	Combination	Max	1,702	0,185	9,20	10,00	OK
748	ENVSER	Combination	Min	0,492	0,185	2,66	10,00	OK
768	ENVSER	Combination	Max	1,679	0,185	9,07	10,00	OK
768	ENVSER	Combination	Min	0,468	0,185	2,53	10,00	OK
788	ENVSER	Combination	Max	1,679	0,185	9,07	10,00	OK
788	ENVSER	Combination	Min	0,468	0,185	2,53	10,00	OK
799	ENVSER	Combination	Max	1,702	0,185	9,20	10,00	OK
799	ENVSER	Combination	Min	0,492	0,185	2,66	10,00	OK
819	ENVSER	Combination	Max	1,765	0,185	9,54	10,00	OK

819	ENVSER	Combination	Min	0,536	0,185	2,90	10,00	OK
830	ENVSER	Combination	Max	1,789	0,185	9,67	10,00	OK
830	ENVSER	Combination	Min	0,559	0,185	3,02	10,00	OK
850	ENVSER	Combination	Max	1,789	0,185	9,67	10,00	OK
850	ENVSER	Combination	Min	0,559	0,185	3,02	10,00	OK
861	ENVSER	Combination	Max	1,765	0,185	9,54	10,00	OK
861	ENVSER	Combination	Min	0,536	0,185	2,90	10,00	OK

7.2 Deformaciones.

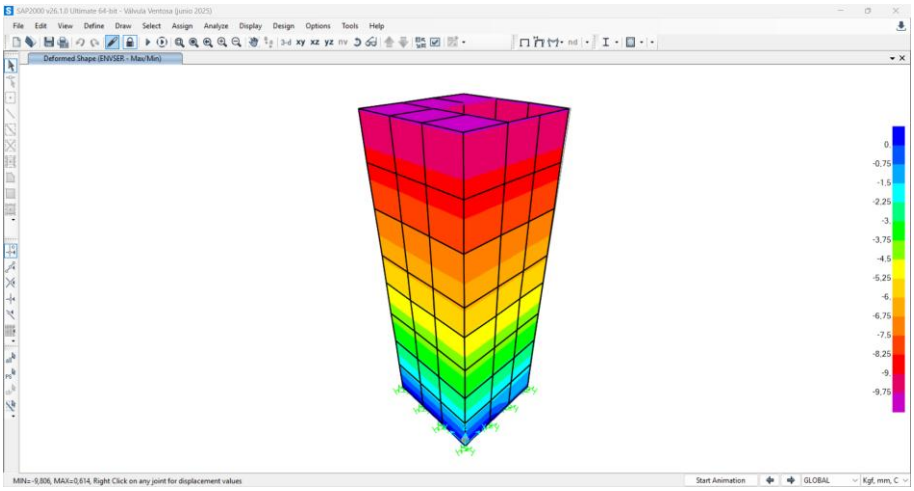


Figura 7.2.1 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Ux.

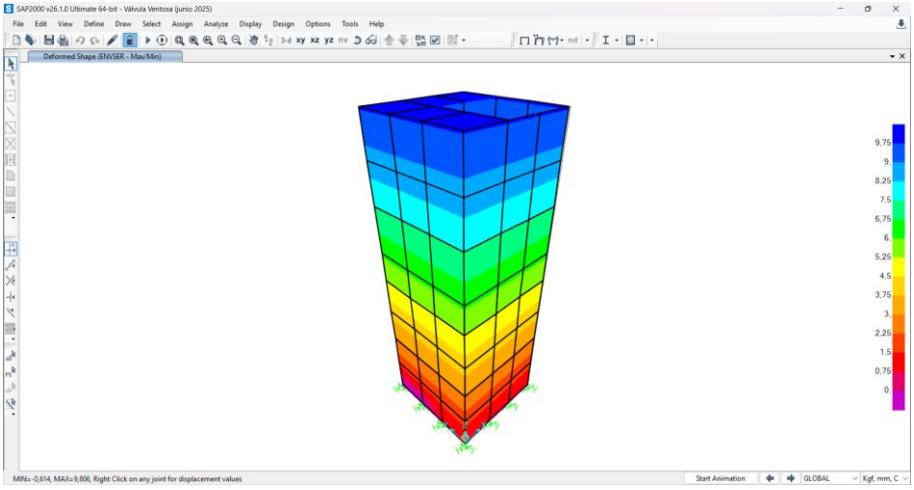


Figura 7.2.2 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Uy.

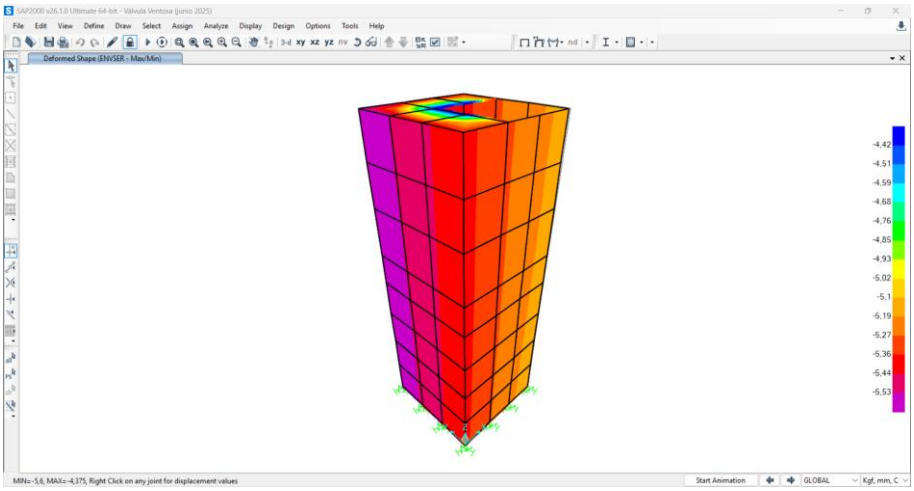


Figura 7.2.3 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Uz.