MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

CAJAS DE VALVULAS TIPO 4
SANTA MARTA-MAGDALENA

Por:

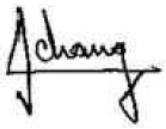
Gustavo A. Chang Nieto
Ing. Civil, MSc Estructuras
Matricula N° 1320272728BLV

Presentado a:

ALCALDIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA ENERO 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DOCUMENTO: MEMORIAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PARA CAJAS DE VALVULAS TIPO 4					
Código del documento: MC Caja_Valvula_Tipo_4					
APROBACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**		**1**	**2**	**3**
	Elaboración	**Nombre**		Gustavo Ariel Chang Nieto MP: 1320272728 BLV	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	
	Alcaldía	**Nombre**		Luis Felipe Gutierrez M.P. BL230-30375	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	
	Interventoría	**Nombre**		Jorge Zúñiga Cespedes MP: 08202188686 ATL	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO 2
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 Viga (0.35mx0.35m). 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 tierra más sobrecarga (L). 14
2.4Presión activa en condiciones sísmicas. 16
2.5 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 (1.00mX0.40m). 26
6.2 Diseño muro L3.90m. 30
6.3 Diseño muro L4.80 m, H2.67m. 35
6.4 Diseño muro L4.80 m, H3.19m. 40
6.5 Diseño losa superior. 45
6.1 Diseño viga (0.35mX0.35m). 50
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 54
7.1 Chequeo de esfuerzo sobre el suelo. 54
7.2 Deformaciones. 58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.1 Presión activa del material de relleno 13
Tabla 2.3.1 Sobrecarga 14
Tabla 2.4.1 Presión activa en condiciones sísmicas. 16
Tabla 2.5.1 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. 29
Tabla 6.2.1 Diseño a flexión de muro 3.90m. 31
Tabla 6.2.2 Revisión de la fisuración muro L3.90m. 32
Tabla 6.2.3 Diseño a cortante Muro L3.90. 34
Tabla 6.3.1 Diseño a flexión de muro L4.80m, H2.67m. 36
Tabla 6.3.2 Revisión de la fisuración muro L4.80m, H2.67m. 37
Tabla 6.3.3 Diseño a cortante Muro L4.80m, H2.67m. 39
Tabla 6.4.1 Diseño a flexión de muro L4.80m, H3.19m. 41
Tabla 6.4.2 Revisión de la fisuración muro L4.80m, H3.19m. 42
Tabla 6.4.3 Diseño a cortante Muro L4.80m, H3.19m. 44
Tabla 6.5.1 Diseño a flexión losa superior. 46
Tabla 6.5.2 Revisión de fisuración losa superior. 47
Tabla 6.5.3 Diseño a cortante losa superior. 49
Tabla 6.6.1 Diseño a flexión viga 0.35mx0.35m. 51
Tabla 6.6.2 Diseño a Cortante vigas 0.35mx0.35m. 53
Tabla 7.1.1 Chequeo de esfuerzo admisible. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura a. Modelo general-Caja de Válvula. 6
Figura 1.1.1 Vigas de cimentación. 8
Figura 1.1.2 Asignación de geometría de vigas de cimentación. 8
Figura 1.2.1 Muros laterales de 0.30m. 9
Figura 1.3.1 Losa Superior de 0.20m. 10
Figura 1.4.1 Viga de 0.35mx0.35m. 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 Cargas Sísmicas Ex. 17
Figura 2.4.2 Asignación de Cargas Sísmicas Ey. 17
Figura 2.5.1 Resultante de la presión del suelo. 18
Figura 2.5.2 Interacción suelo – estructura. 19
Figura 2.5.3 Asignación de sprint centrales. 21
Figura 2.5.4 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. 30
Figura 6.2.2 Combo envolvente 22. 30
Figura 6.2.5 combo envolvente fuerza cortante V13. 33
Figura 6.2.6 combo envolvente fuerza cortante V23. 33
Figura 6.3.1 Combo envolvente 11. 35
Figura 6.3.2 Combo envolvente 22. 35
Figura 6.3.3 combo envolvente fuerza cortante V13. 38
Figura 6.3.4 combo envolvente fuerza cortante V23. 38
Figura 6.4.1 Combo envolvente 11. 40
Figura 6.4.2 Combo envolvente 22. 40
Figura 6.4.3 combo envolvente fuerza cortante V13. 43
Figura 6.4.4 combo envolvente fuerza cortante V23. 43
Figura 6.5.1 Combo envolvente mínima y máxima 11. 45
Figura 6.5.2 Combo envolvente mínima y máxima 22. 45
Figura 6.5.3 combo envolvente fuerza cortante V13. 48
Figura 6.5.4 combo envolvente fuerza cortante V23. 48
Figura 6.6.1 Combo envolvente M33 viga 0.35mx0.35m 50
Figura 6.6.2 Envolvente de fuerza cortante V22. 52
Figura 7.1.1 Apoyo de la estructura. 54
Figura 7.2.1 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Ux. 58
Figura 7.2.3 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Uz. 59

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene las memorias de cálculo de un tanque enterrado para instalación de una válvula, las dimensiones libres son 4.80 m de ancho, 3.90 m de largo y 3.19 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.

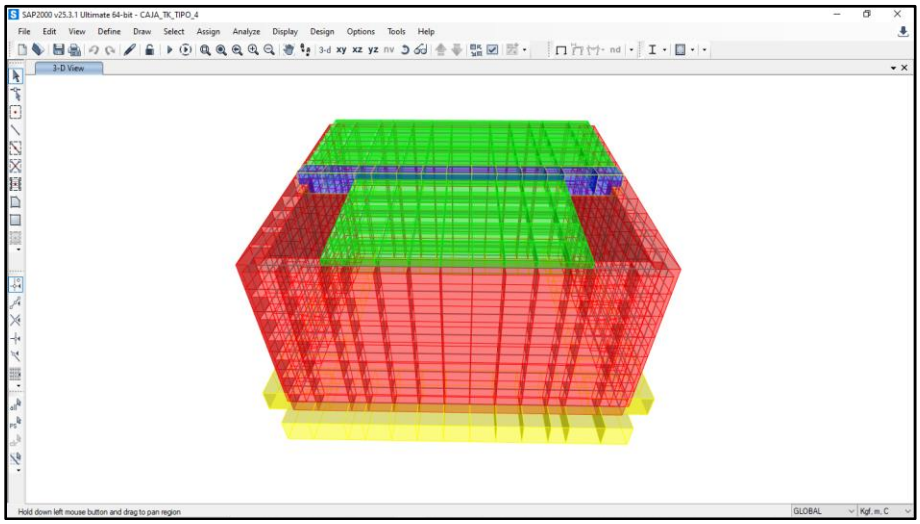
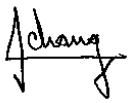


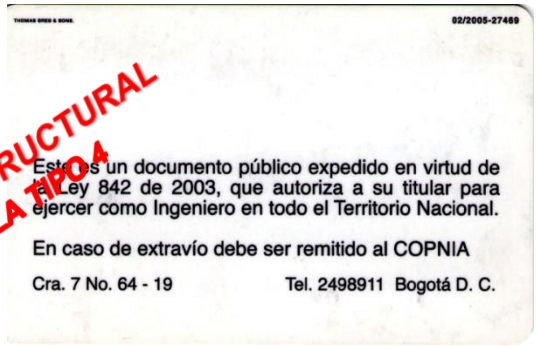
Figura a. Modelo general-Caja de Válvula.

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 DE VALVULA TIPO 4

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 (1.00mX0.40m).

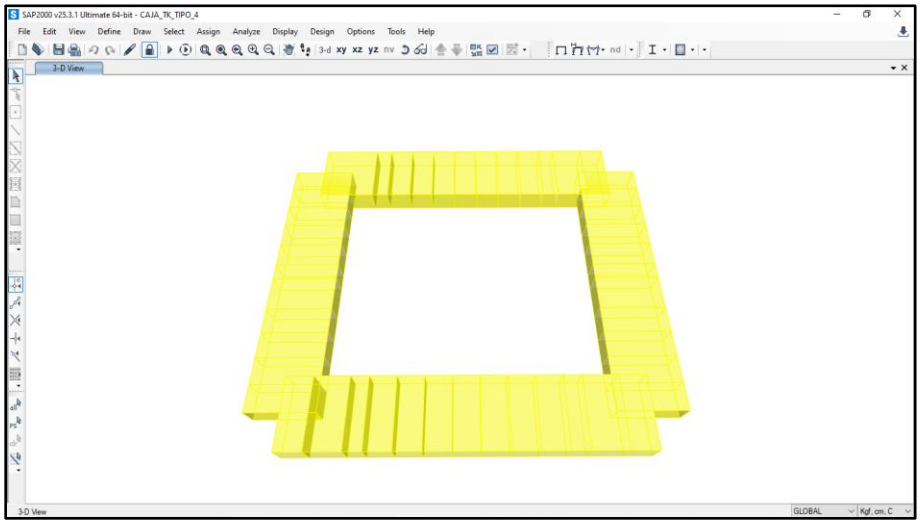


Figura 1.1.1 Vigas de cimentación.

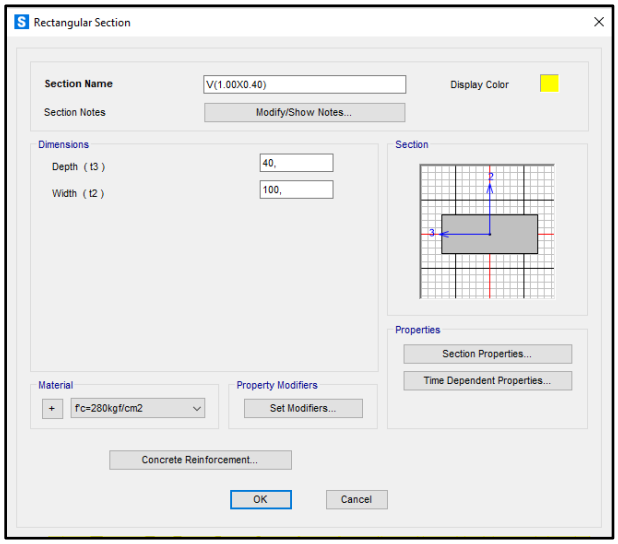


Figura 1.1.2 Asignación de geometría de vigas de cimentación.

1.2 Muros laterales.

Los muros de concreto reforzado tienen espesores de 0.30m.

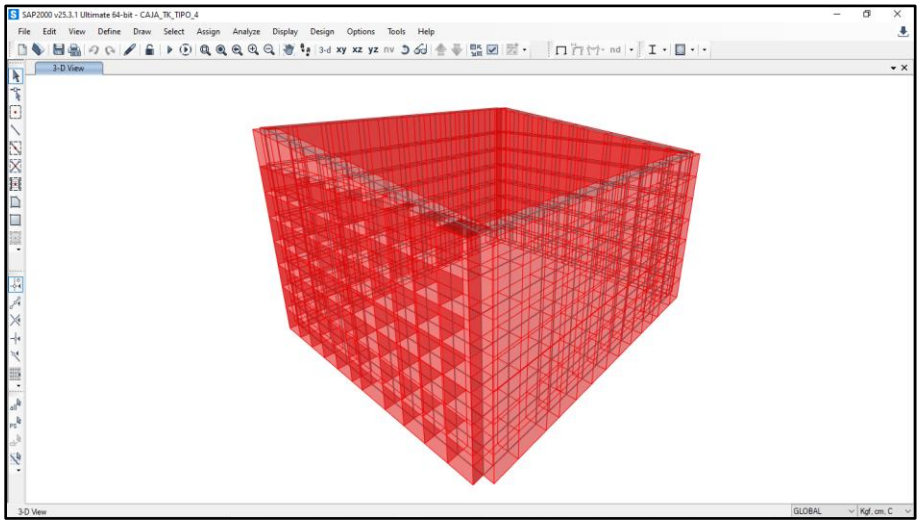


Figura 1.2.1 Muros laterales de 0.30m.

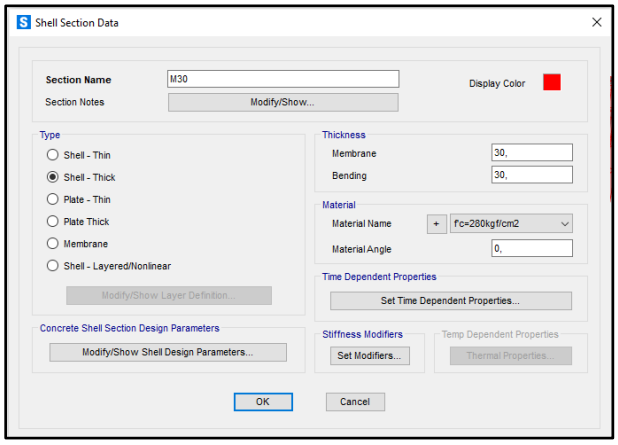


Figura 1.2.2 Asignación de geometría de muros laterales 0.30m.

1.3 Losa Superior.

La losa de superior de 0.20m.

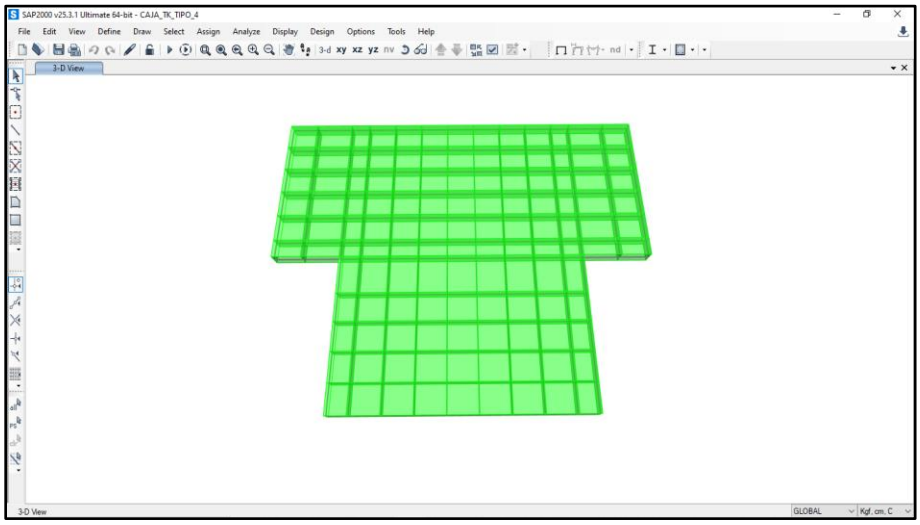


Figura 1.3.1 Losa Superior de 0.20m.

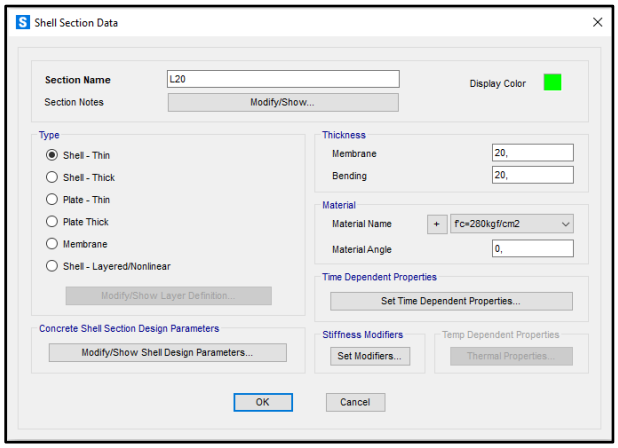


Figura 1.3.2 Asignación de geometría de losa superior.

1.4 Viga (0.35mx0.35m).

La viga de 0.35mx0.35m.

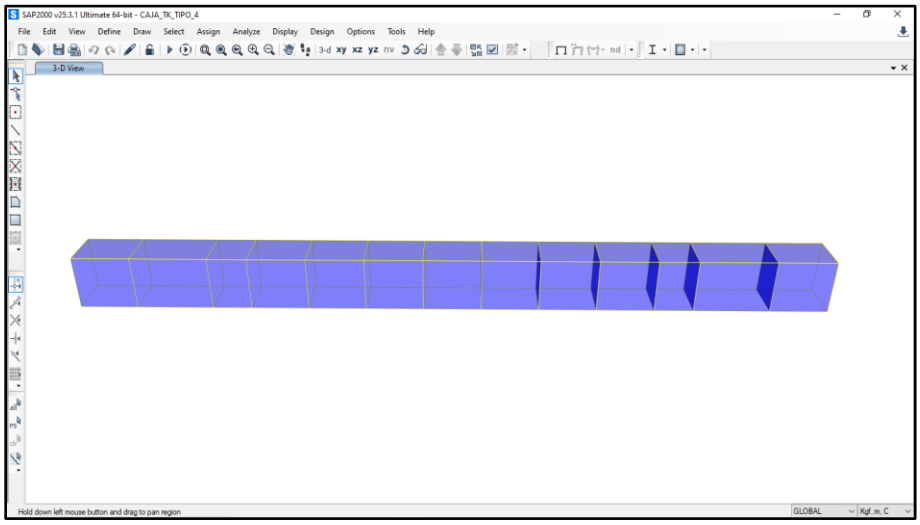


Figura 1.4.1 Viga de 0.35mx0.35m.

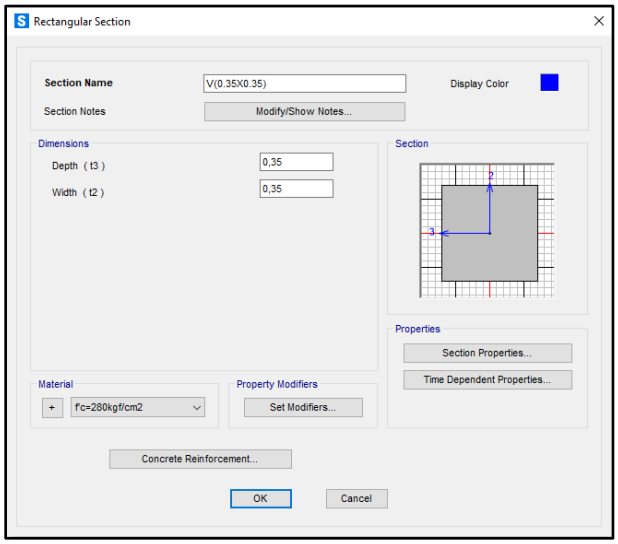


Figura 1.4.2 Asignación de geometría de viga 0.35mx0.35m.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 carga muerta y peso propio (CM).

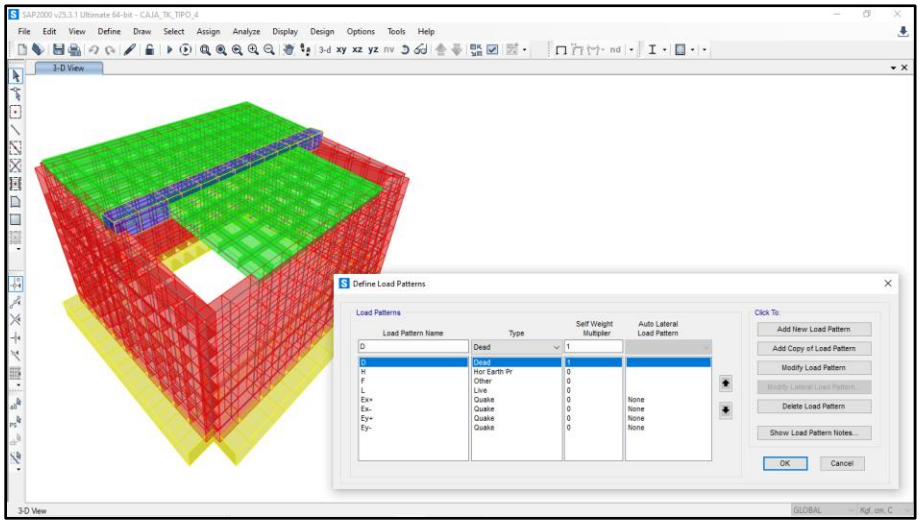


Figura 2.1.1 Asignación de carga muerta y PP.

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

El tanque tiene una altura de libre de 3.19 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

γ = (Peso específico del material de relleno)
ϕ = (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
0,52	1800	30	0,333	312
0,90	1800	30	0,333	541
1,28	1800	30	0,333	768
1,66	1800	30	0,333	999
2,05	1800	30	0,333	1227
2,43	1800	30	0,333	1456
2,81	1800	30	0,333	1685
3,19	1800	30	0,333	1914

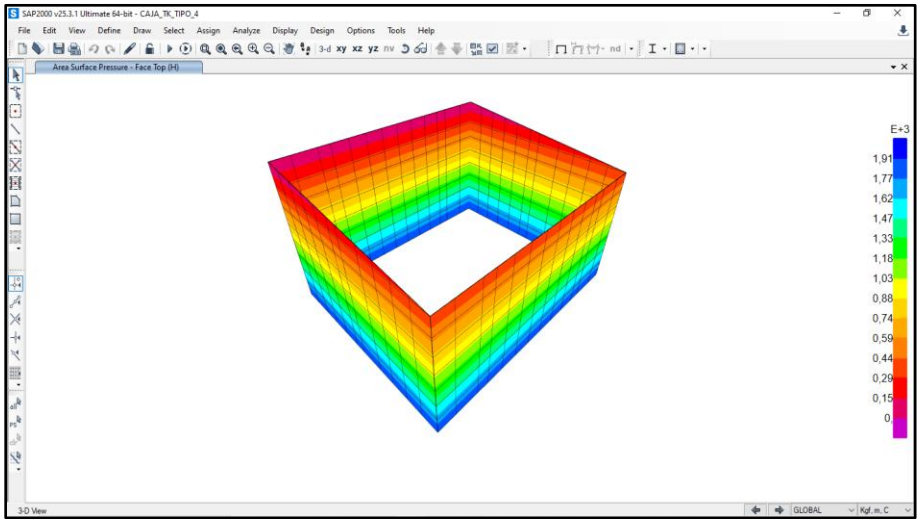
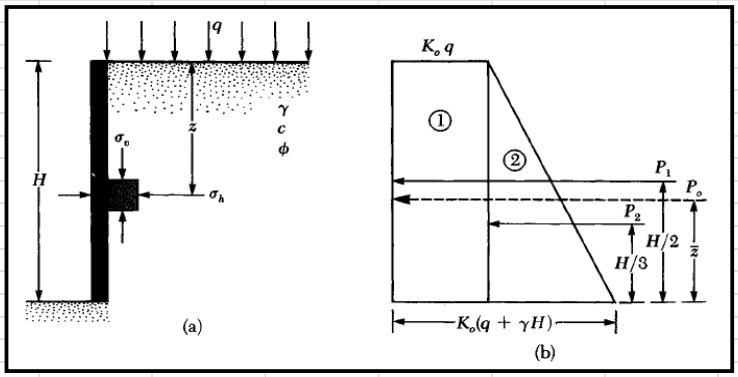


Figura 2.2.1 Contornos de presión activa.

2.3 Presión lateral de tierra más sobrecarga (L).

Tabla 2.3.1 Sobrecarga

PRESIÓN LATERAL DE TIERRA EN REPOSO MÁS SOBRECARGA



DATOS

q =	180	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

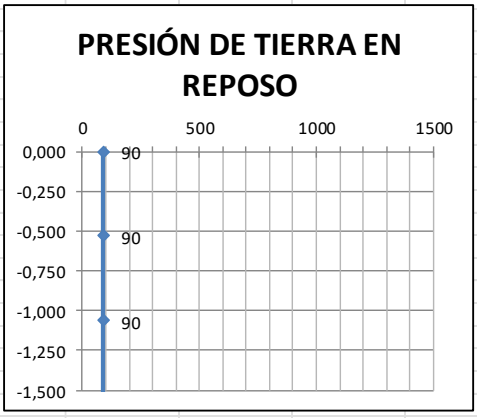
$$K_o = (1 - seno\phi)$$

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

CÁLCULOS

H (m)	H (m)	σ_h kgf/m2
0,000	0,000	90
0,532	-0,532	90
1,063	-1,063	90
1,595	-1,595	90
2,127	-2,127	90
2,658	-2,658	90
3,190	-3,190	90

GRÁFICO



NOTA:

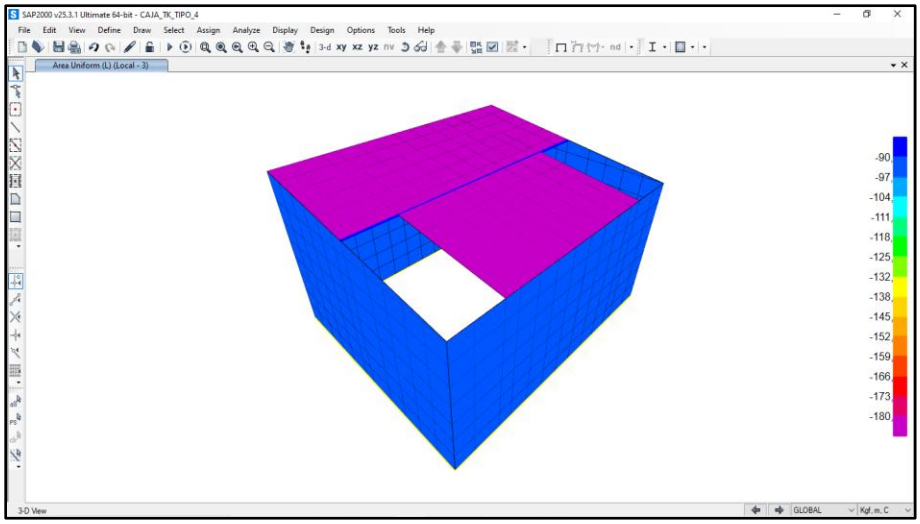
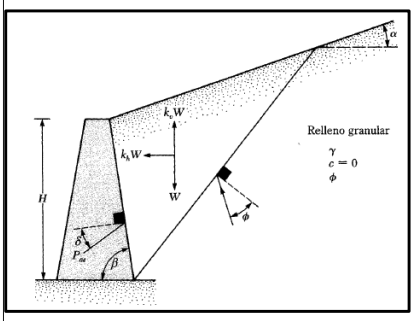


Figura 2.3.1 Asignación de sobrecarga.

2.4Presión activa en condiciones sísmicas.

Tabla 2.4.1 Presión activa en condiciones sísmicas.

PRESIÓN ACTIVA EN CONDICIONES DINÁMICAS



ALTURA DEL MURO

H=	3,19	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

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

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

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

$$P_{ae} = \frac{1}{2}\gamma H^2(1 - k_v)K_{ae}$$ Pae = **3730,62** kgf/m

$$P_a = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a$$ Pa = **3052,83** kgf/m

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a$$

ΔPae =	**677,79**	kgf/m	(Resultante)
ΔPaeX=	**350,89**	kgf	Empuje Dinamico-Dirección X
ΔPaeY=	**350,89**	kgf	Empuje Dinamico-Dirección Y

$Z = 0{,}6H$ Z = **1,91** m

- Sismo X+, X-.

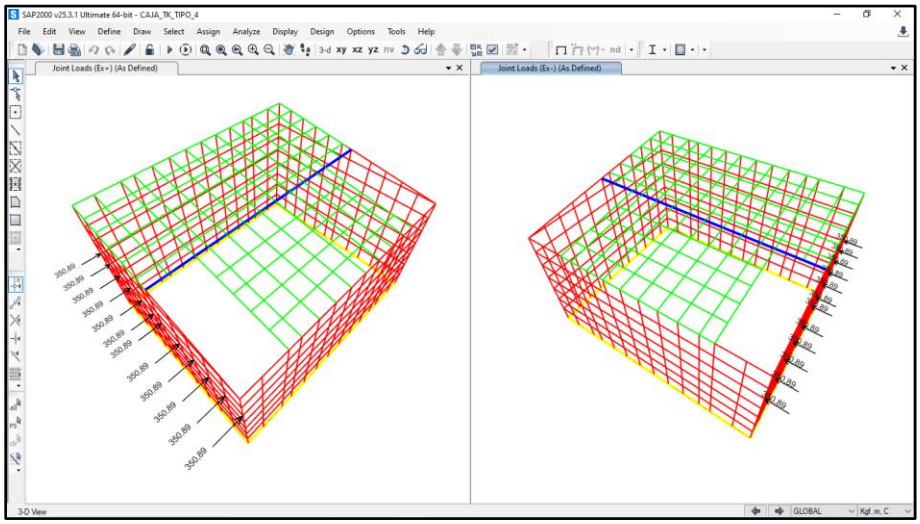


Figura 2.4.1 Asignación de Cargas Sísmicas Ex.

- Sismo Y+, Y-.

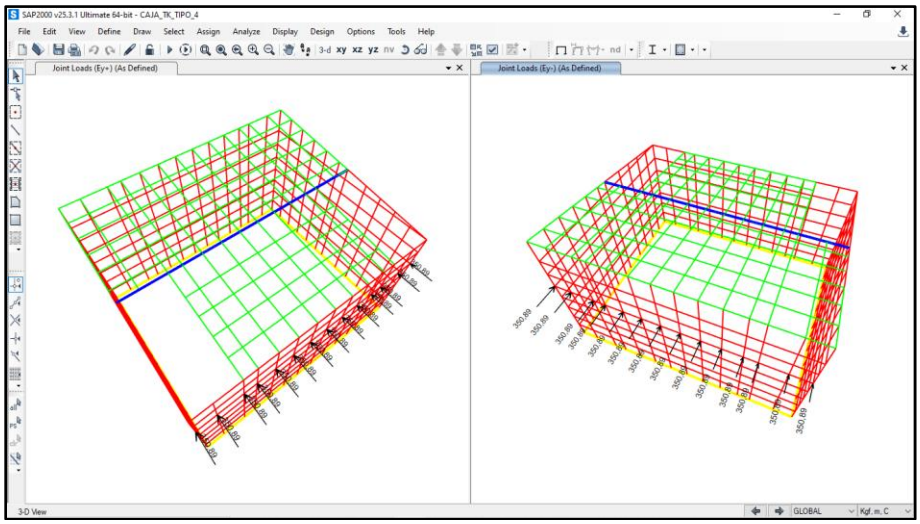


Figura 2.4.2 Asignación de Cargas Sísmicas Ey.

2.5 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

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

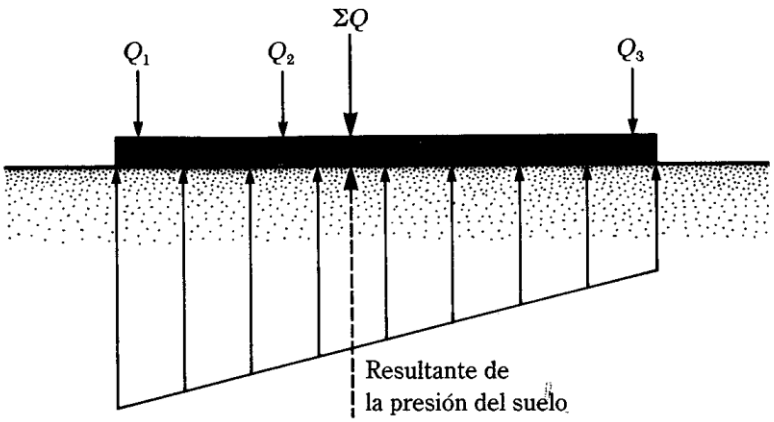


Figura 2.5.1 Resultante de la presión del suelo.

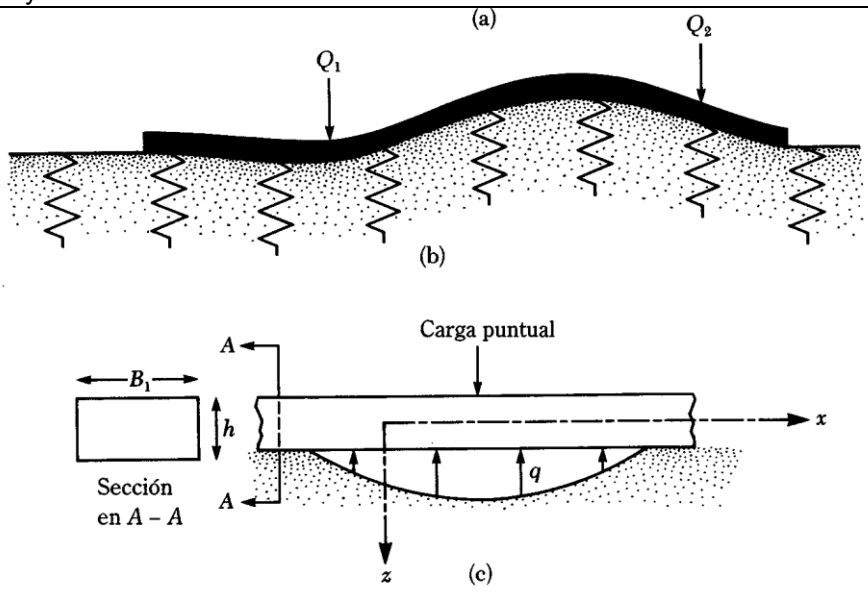


Figura 2.5.2 Interacción suelo – estructura.

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/m^2.
Módulo de reacción del suelo de 1.30 kgf/cm^3.

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

Tabla 2.5.1 Asignación de Kblastro.

Kb=	1,3	kgf/cm3			
ϕ =	30	°			
NUDO	B (cm)	L (cm)	AREA (cm2)	Krv (kgf/cm)	Krh (kgf/cm)
Central	80,00	51,77	4142	5384,1	2692,0
Esquina	80,00	51,77	4142	5384,1	2692,0

Asignación de resortes para evaluar la interacción suelo-estructura.

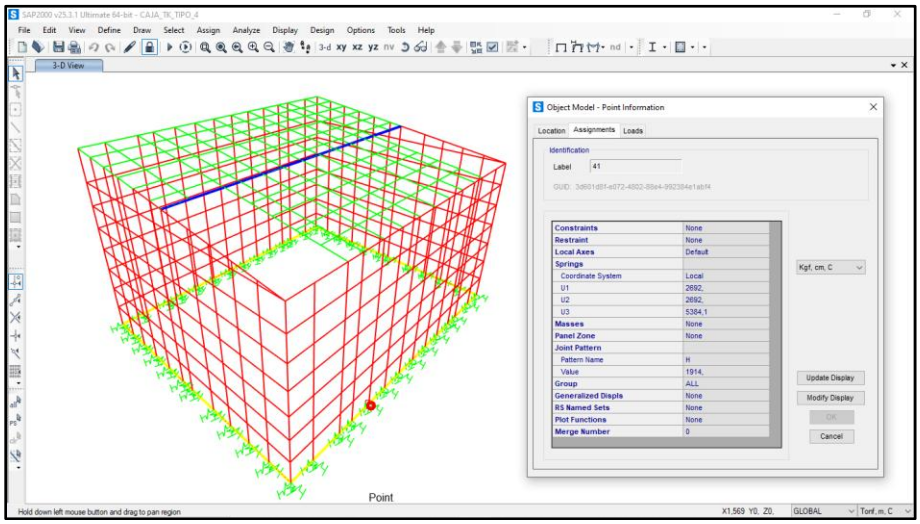


Figura 2.5.3 Asignación de sprint centrales.

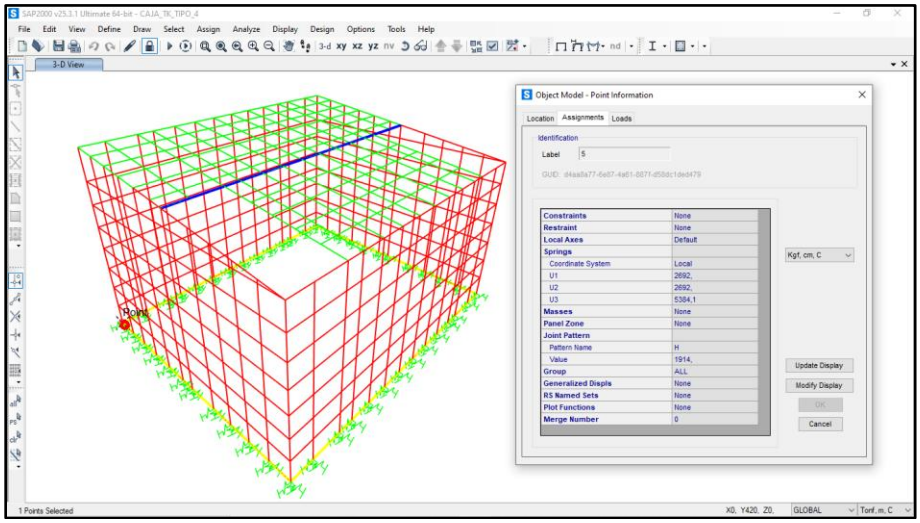


Figura 2.5.4 Asignación de sprint esquina.

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).

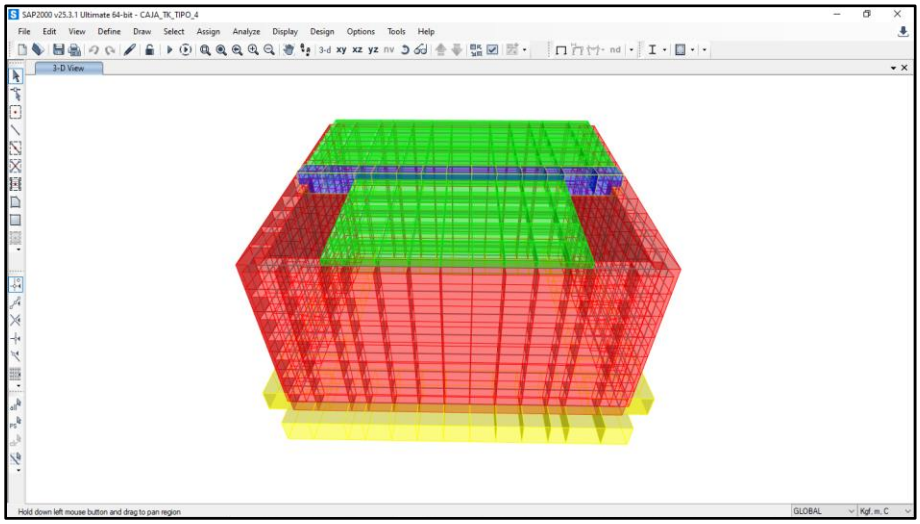


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2).

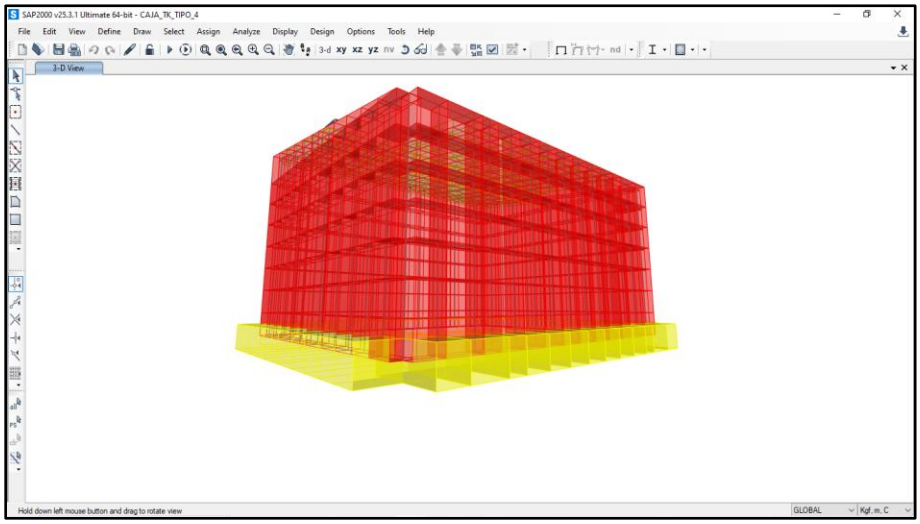


Figura 5.1.2 VISTA 2.

6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS.

6.1 Diseño vigas de cimentación (0.80mX0.40m).

- Momento 33 combo envolvente máximo/mínimo.

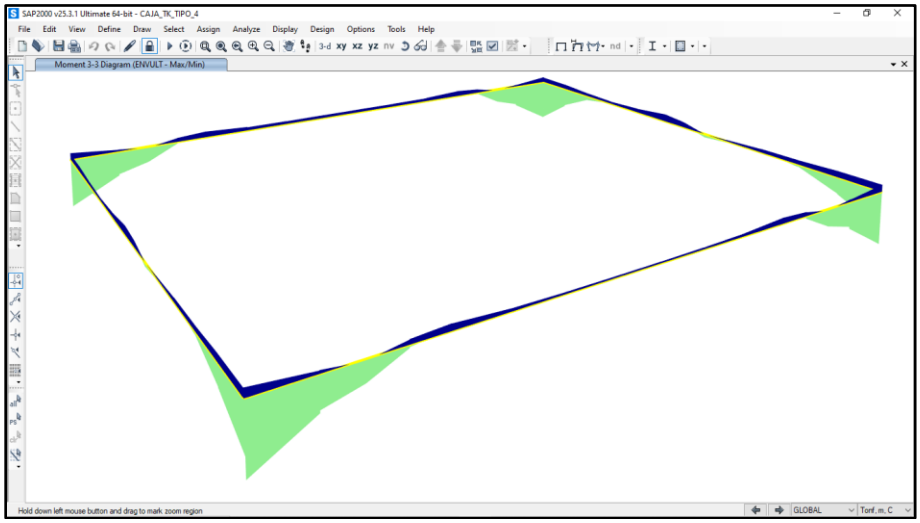


Figura 6.1.1 Combo envolvente M33 vigas de cimentación

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		**ELEMENTO**	**ρ mínimo**		
fy:	4200	kgf/cm2	b:	80	cm	ρ_{min}:	0,0033		VIGA	0,0033		
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	32,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286		LOSA ENT	0,0018		
εy :	0,0021		h:	40,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180		LOSA TK	0,0030		
m:	17,65		d':	7,5	cm							

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

Mu^- (ton-cm)		6,84											
Mu^+ (ton-cm)	42,01												
K^- (ton/cm^2)		0,00008											
K^+ (ton/cm^2)	0,0005												
$\phi_{inicial}$		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0000											
$\rho_{calculado}^+$	0,0001												
$\rho_{diseño}^-$		0,0033											
$\rho_{diseño}^+$	0,0033												
As^- (cm^2)		8,58											
As^+ (cm^2)	8,58												
a (cm)		1,89											
	1,89												
c (cm)		2,2266											
	2,2266												
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												
		5#5											
As(-) cm2		8,58											
As(+) cm2	8,58												
		5#5											

- Fuerza cortante V22 combo envolvente máxima/ mínima.

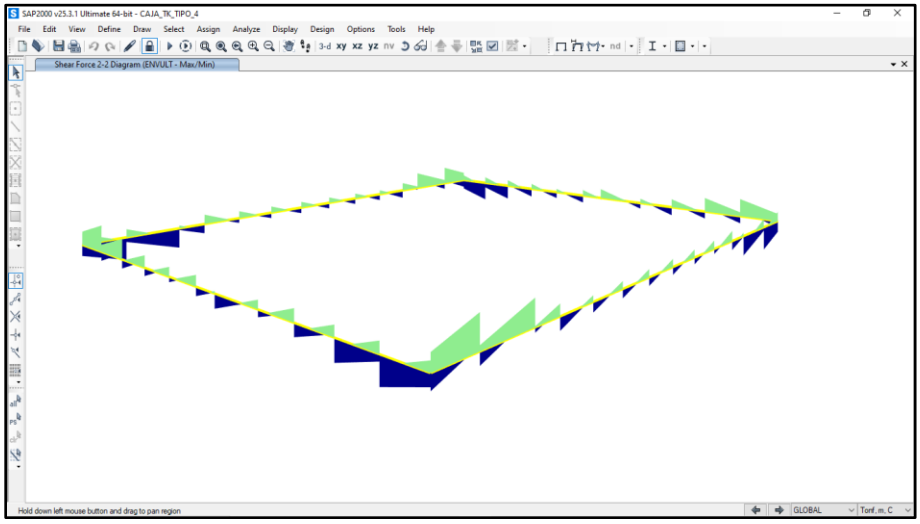


Figura 6.1.2 Envolvente de fuerza cortante V22.

Tabla 6.1.2 Diseño a Cortante vigas de cimentación.

PROYECTO: CAJA DE VALVULA TIPO 4 **FECHA:** ene-25
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:	**80**	cm	f'c:	**280**	kgf/cm2	Usar N°	**3**
d:	**32,5**	cm	fy:	**4200**	kgf/cm3	# 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:	**0,7365**	tonf
Vc:	**23**	tonf
ϕVc:	**17**	tonf
ϕVc/2:	**9**	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 0.15m.

6.2 Diseño muro L3.90m.

- Momento 11 combo envolvente mínimo y máxima.

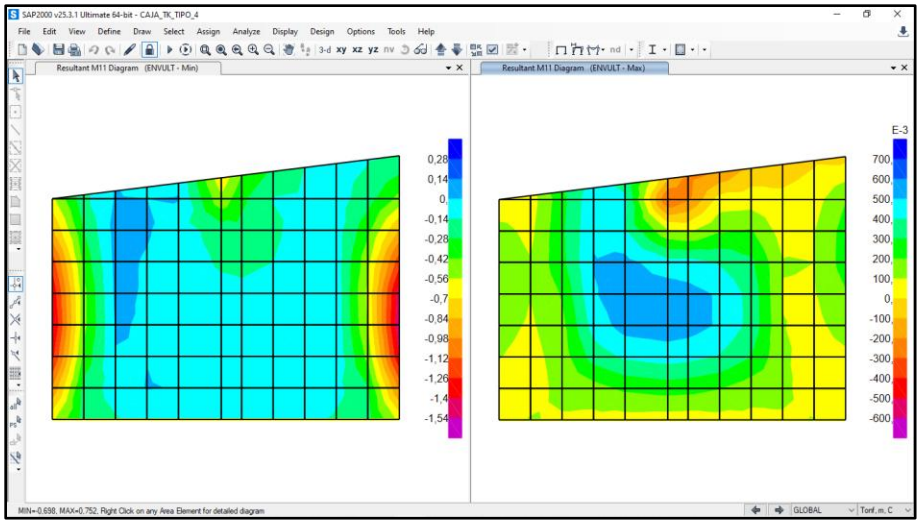


Figura 6.2.1 Combo envolvente 11.

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

- Momento M22 combo envolvente mínima y máxima.

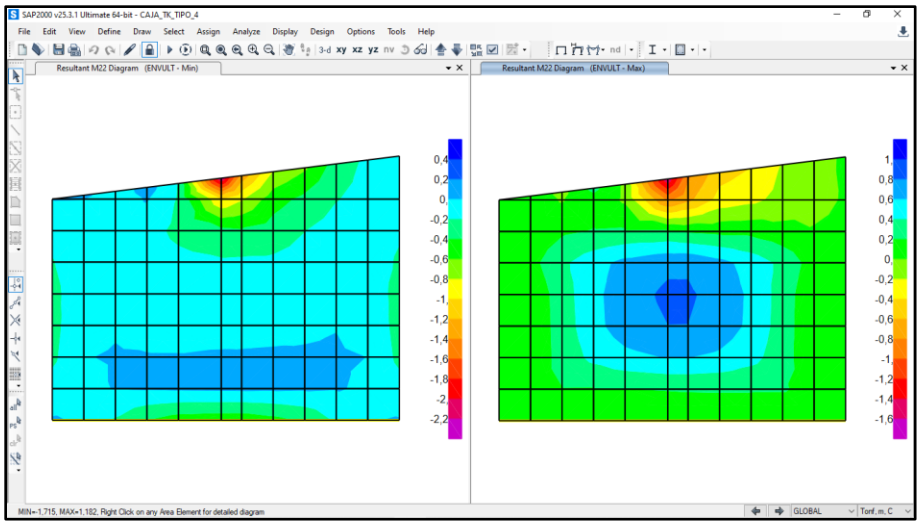


Figura 6.2.2 Combo envolvente 22.

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

Tabla 6.2.1 Diseño a flexión de muro 3.90m.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias						
f'c:	**280**	kgf/cm2	ELEMENTO	**LOSA ENT**		β :	**0,85**					
fy:	**4200**	kgf/cm2	b:	**100**	cm	ρ_{min}:	**0,0018**					
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)		152,74			220,24							
Mu^+ (ton-cm)	56,40					83,73						
K^- (ton/cm^2)		0,00302			0,00435							
K^+ (ton/cm^2)	0,0011					0,00165						
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0008			0,0012							
$\rho_{calculado}^+$	0,0003					0,0004						
$\rho_{diseño}^-$		0,0018			0,0018							
$\rho_{diseño}^+$	0,0018					0,0018						
As^- (cm^2)		4,05			4,05							
As^+ (cm^2)	4,05					4,05						
a (cm)		0,71			0,71							
	0,71					0,71						
c (cm)		0,8408			0,8408							
	0,8408					0,8408						
c/d (cm/cm)		0,0374			0,0374							
	0,0374					0,0374						
ϕ_{real}		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0008			0,0012							
$\rho_{calculado}^+$	0,0003					0,0004						
$\rho_{definitivo}^-$		0,0018			0,0018							
$\rho_{definitivo}^+$	0,0018					0,0018						
		1#3 @0.17 m				1#3 @0.17 m						
As(-) cm2		4,05			4,05							
As(+) cm2	4,05					4,05						
		1#3 @0.17 m				1#3 @0.17 m						

Tabla 6.2.2 Revisión de la fisuración muro L3.90m.

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

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en muro L3,90m.

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	
$\beta 1$:	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:	220,24	ton-cm (momento último)
Ms:	167,27	ton-cm (momento de servicio)
As	4,26	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	17,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	638,222	cm3
Qinferior:	638,222	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	3,57	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	21,31	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	1843	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	2251	1700
severa	1836	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:

$$f_{s,max} = \frac{57000}{\beta_1\sqrt{s^2 + 4\left(50 + d_b/2\right)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

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:

$$f_{s,max} = \frac{46500}{\beta_1\sqrt{s^2 + 4\left(50 + d_b/2\right)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

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)
0,88	0,75	0,07332	4200	17,892	0,900	356,26

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	s,máx (kgf/cm2	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
220,24	167,27	1,32	1843	2251	OK	1,56	343,14	**356,26**	OK	30,00

- Fuerza cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

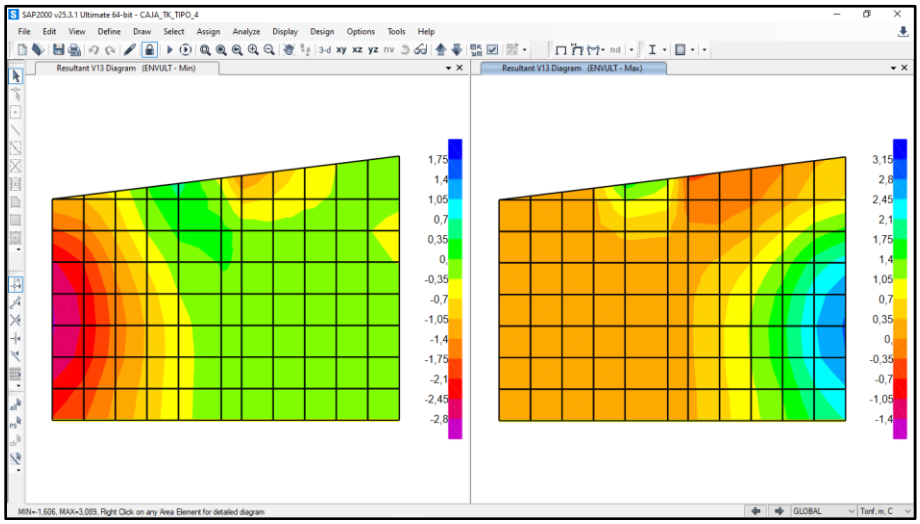


Figura 6.2.5 combo envolvente fuerza cortante V13.

- Fuerza cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

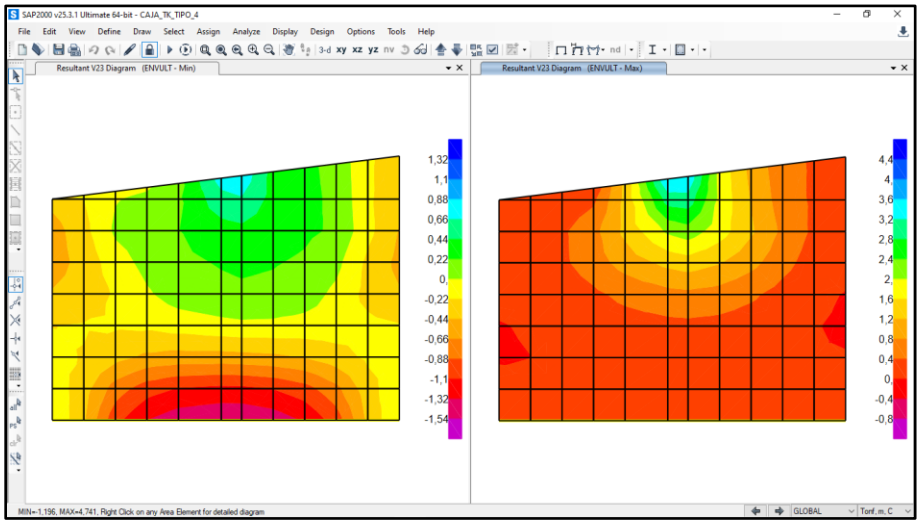


Figura 6.2.6 combo envolvente fuerza cortante V23.

Tabla 6.2.3 Diseño a cortante Muro L3.90.

P R O Y E C T O :	Caja de Valvula Tipo 4	**F E C H A :**	ene-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 L3,90m.		

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:	**3,60**	tonf	
Vc:	**19,95**	tonf	**OK** CHEQUEO
ϕVc:	**14,97**	tonf	
Vs:	**0,00**	tonf	

6.3 Diseño muro L4.80 m, H2.67m.

- Momento 11 combo envolvente mínimo y máxima.

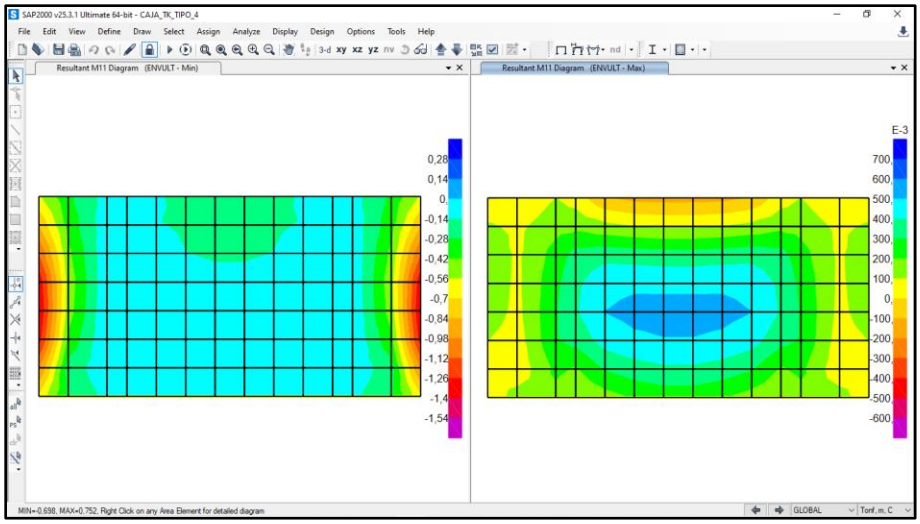


Figura 6.3.1 Combo envolvente 11.

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

- Momento M22 combo envolvente mínima y máxima.

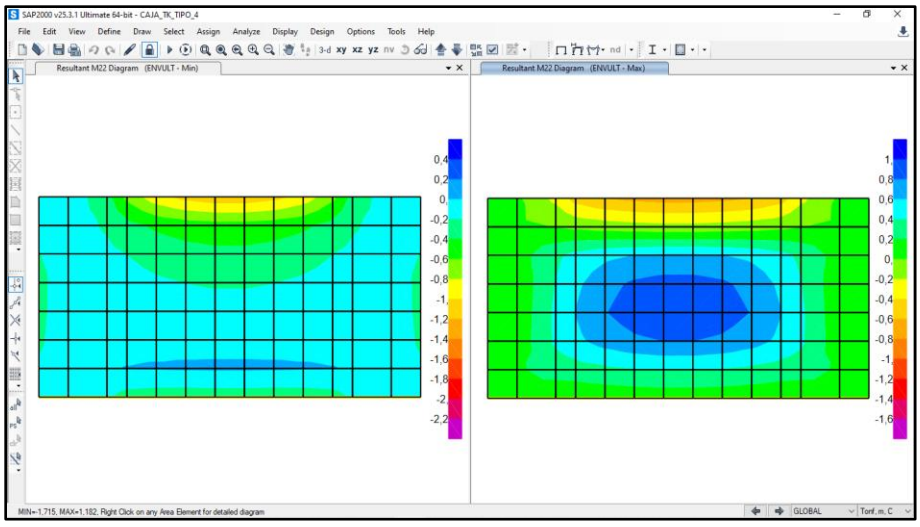


Figura 6.3.2 Combo envolvente 22.

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

Tabla 6.3.1 Diseño a flexión de muro L4.80m, H2.67m.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias						
f'c:	**280**	kgf/cm2	ELEMENTO	**LOSA ENT**		β :	**0,85**					
fy:	**4200**	kgf/cm2	b:	**100**	cm	ρ_{min}:	**0,0018**					
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)		142,70			114,30							
Mu^+ (ton-cm)	53,35					95,40						
K^- (ton/cm^2)		0,00282			0,00226							
K^+ (ton/cm^2)	0,0011					0,00188						
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0008			0,0006							
$\rho_{calculado}^+$	0,0003					0,0005						
$\rho_{diseño}^-$		0,0018			0,0018							
$\rho_{diseño}^+$	0,0018					0,0018						
As^- (cm^2)		4,05			4,05							
As^+ (cm^2)	4,05					4,05						
a (cm)		0,71			0,71							
	0,71					0,71						
c (cm)		0,8408			0,8408							
	0,8408					0,8408						
c/d (cm/cm)		0,0374			0,0374							
	0,0374					0,0374						
ϕ_{real}		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0008			0,0006							
$\rho_{calculado}^+$	0,0003					0,0005						
$\rho_{definitivo}^-$		0,0018			0,0018							
$\rho_{definitivo}^+$	0,0018					0,0018						
		1#3 @0.17 m				1#3 @0.17 m						
As(-) cm2		4,05			4,05							
As(+) cm2	4,05					4,05						
		1#3 @0.17 m				1#3 @0.17 m						

Tabla 6.3.2 Revisión de la fisuración muro L4.80m, H2.67m.

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

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en muro L4,80m, H2,67m.

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	
$\beta 1$:	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:	142,7	ton-cm (momento último)
Ms:	85,44	ton-cm (momento de servicio)
As	4,26	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	17,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	638,222	cm3
Qinferior:	638,222	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	3,57	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	21,31	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	941	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	2251	1700
severa	1836	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:

$$f_{s,max} = \frac{57000}{\beta\sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

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:

$$f_{s,max} = \frac{46500}{\beta\sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

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)
0,88	0,75	0,07332	4200	17,892	0,900	356,26

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	s,máx (kgf/cm2	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
142,7	85,44	1,67	1700	2251	OK	1,33	189,98	**356,26**	OK	30,00

- Fuerza cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

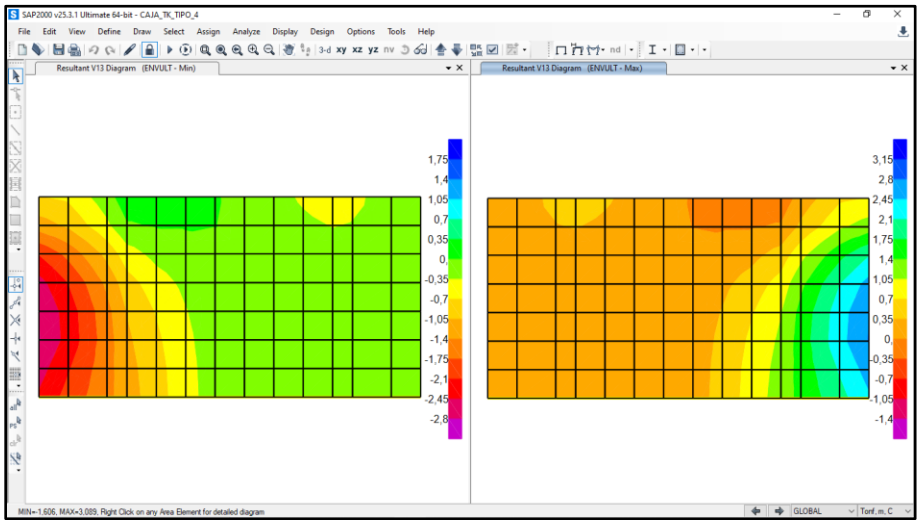


Figura 6.3.3 combo envolvente fuerza cortante V13.

- Fuerza cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

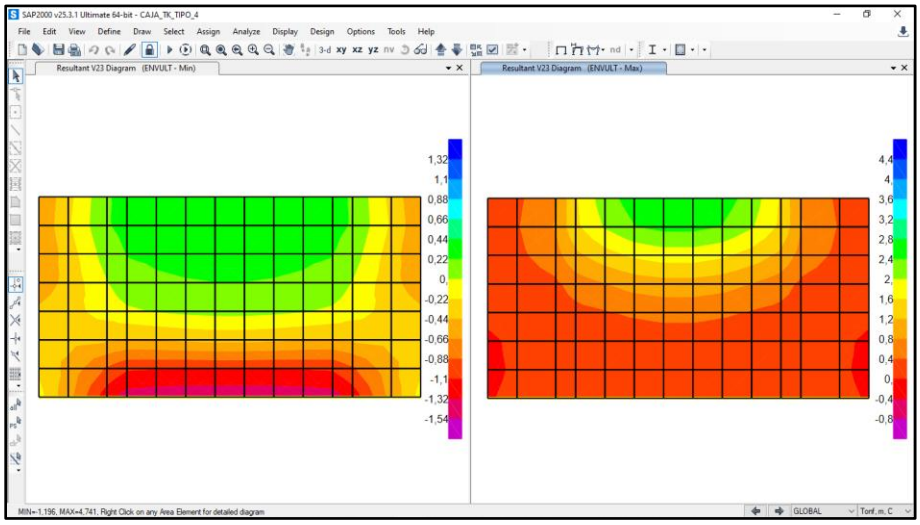


Figura 6.3.4 combo envolvente fuerza cortante V23.

Tabla 6.3.3 Diseño a cortante Muro L4.80m, H2.67m.

P R O Y E C T O :	Caja de Valvula Tipo 4	**F E C H A :**	ene-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 L4,80m, H2,67m.

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:	**2,82**	tonf	
Vc:	**19,95**	tonf	
ϕVc:	**14,97**	tonf	**OK** CHEQUEO
Vs:	**0,00**	tonf	

6.4 Diseño muro L4.80 m, H3.19m.

- Momento 11 combo envolvente mínimo y máxima.

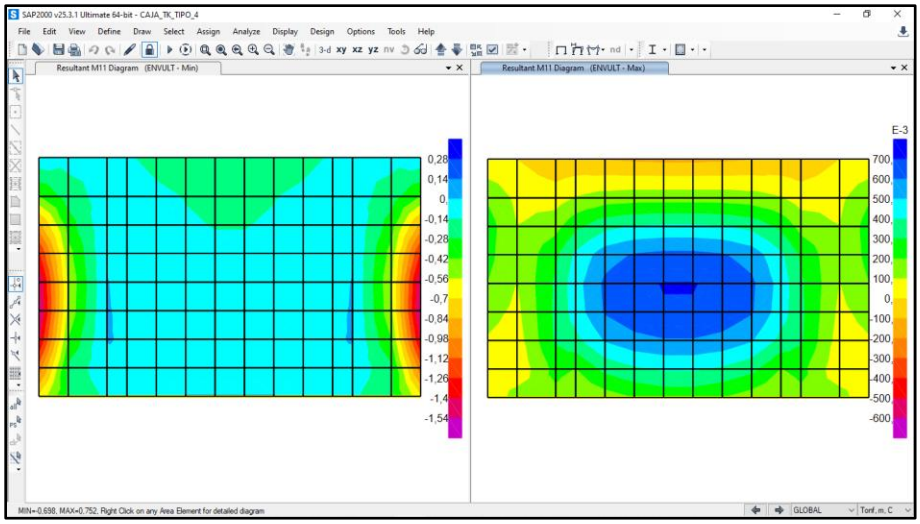


Figura 6.4.1 Combo envolvente 11.

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

- Momento M22 combo envolvente mínima y máxima.

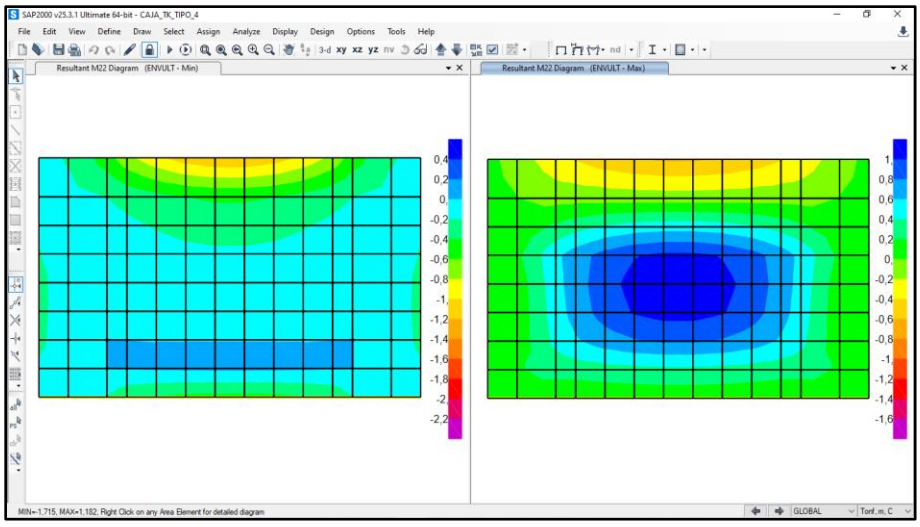


Figura 6.4.2 Combo envolvente 22.

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

Tabla 6.4.1 Diseño a flexión de muro L4.80m, H3.19m.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias						
f'c:	**280**	kgf/cm2	ELEMENTO	**LOSA ENT**		β :	**0,85**					
fy:	**4200**	kgf/cm2	b:	**100**	cm	ρ_{min}:	**0,0018**					
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)		159,00			118,20							
Mu^+ (ton-cm)	70,36					113,00						
K^- (ton/cm^2)		0,00314			0,00233							
K^+ (ton/cm^2)	0,0014					0,00223						
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0008			0,0006							
$\rho_{calculado}^+$	0,0004					0,0006						
$\rho_{diseño}^-$		0,0018			0,0018							
$\rho_{diseño}^+$	0,0018					0,0018						
As^- (cm^2)		4,05			4,05							
As^+ (cm^2)	4,05					4,05						
a (cm)		0,71			0,71							
	0,71					0,71						
c (cm)		0,8408			0,8408							
	0,8408					0,8408						
c/d (cm/cm)		0,0374			0,0374							
	0,0374					0,0374						
ϕ_{real}		0,90			0,90							
	0,90					0,90						
$\rho_{calculado}^-$		0,0008			0,0006							
$\rho_{calculado}^+$	0,0004					0,0006						
$\rho_{definitivo}^-$		0,0018			0,0018							
$\rho_{definitivo}^+$	0,0018					0,0018						
		1#3 @0.17 m				1#3 @0.17 m						
As(-) cm2		4,05			4,05							
As(+) cm2	4,05					4,05						
		1#3 @0.17 m				1#3 @0.17 m						

Tabla 6.4.2 Revisión de la fisuración muro L4.80m, H3.19m.

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

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en muro L4,80m, H3,19m.

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	
$\beta 1$:	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:	159	ton-cm (momento último)
Ms:	95,77	ton-cm (momento de servicio)
As	4,26	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	17,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	638,222	cm3
Qinferior:	638,222	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	3,57	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	21,31	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	1055	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	2251	1700
severa	1836	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:

$$f_{s,max} = \frac{57000}{\beta\sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

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:

$$f_{s,max} = \frac{46500}{\beta\sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

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)
0,88	0,75	0,07332	4200	17,892	0,900	356,26

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	s,máx (kgf/cm2	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
159	95,77	1,66	1700	2251	OK	1,34	212,95	**356,26**	OK	30,00

- Fuerza cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

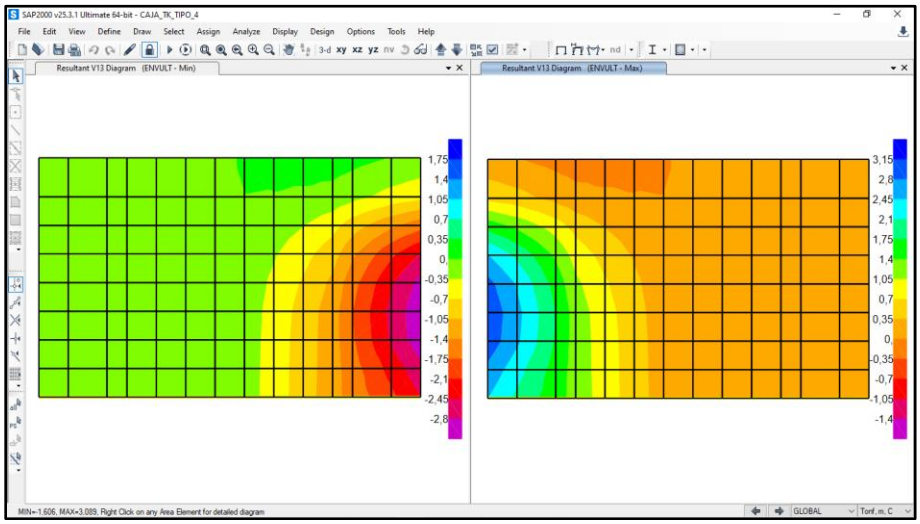


Figura 6.4.3 combo envolvente fuerza cortante V13.

- Fuerza cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

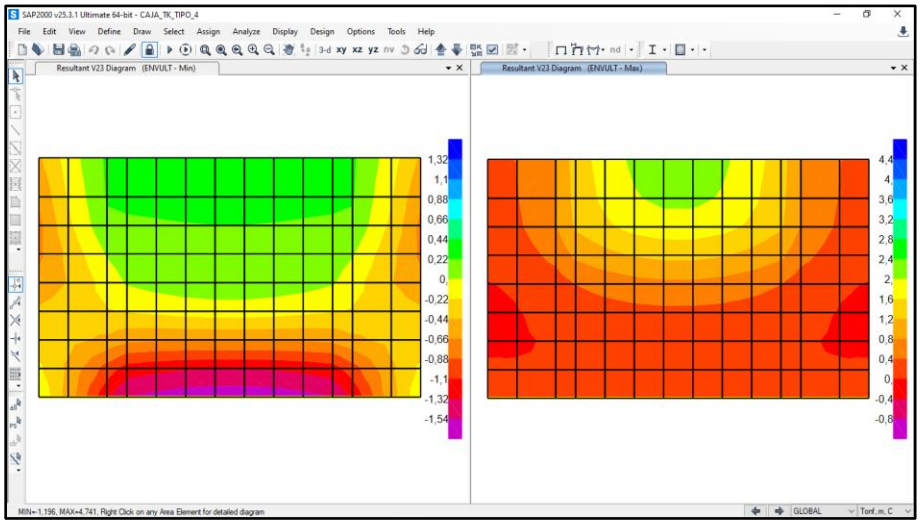


Figura 6.4.4 combo envolvente fuerza cortante V23.

Tabla 6.4.3 Diseño a cortante Muro L4.80m, H3.19m.

P R O Y E C T O :	Caja de Valvula Tipo 4	**F E C H A :**	ene-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 L4,80m, H3,19m.		

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:	**3,65**	tonf	
Vc:	**19,95**	tonf	
ϕVc:	**14,97**	tonf	**OK** CHEQUEO
Vs:	**0,00**	tonf	

6.5 Diseño losa superior.

- Momento 11 combo envolvente mínimo y máximo.

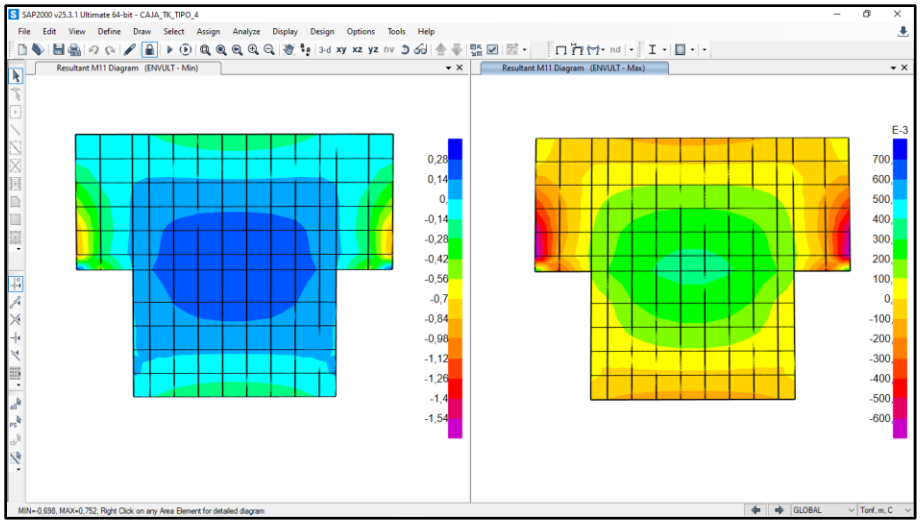


Figura 6.5.1 Combo envolvente mínima y máxima 11.

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

- Momento M22 combo envolvente mínima y máxima

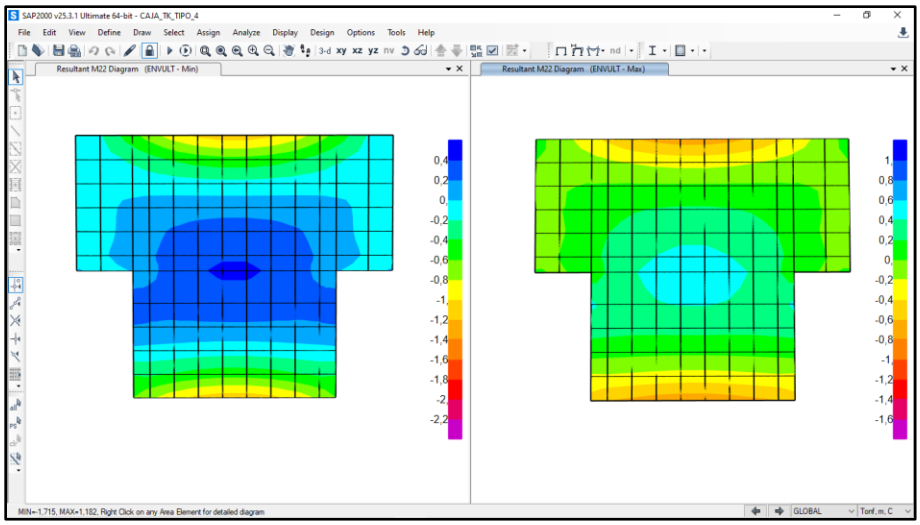


Figura 6.5.2 Combo envolvente mínima y máxima 22.

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

Tabla 6.5.1 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 ENT**		β :	**0,85**						
fy:	**4200**	kgf/cm2	b:	**100**	cm	ρ_{min}:	**0,0018**						
Es:	**2.000.000**	kgf/cm2	d:	**15,0**	cm	$\rho_{balanceada}$:	**0,0286**						
εy :	**0,0021**		h:	**20,0**	cm	$\rho_{máx}$:	**0,0180**						
m:	**17,65**		d':	**5,0**	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)		89,33			112,15			
Mu^+ (ton-cm)	33,05					50,00		
K^- (ton/cm^2)		0,00397			0,00498			
K^+ (ton/cm^2)	0,0015					0,00222		
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90			
	0,90					0,90		
$\rho_{calculado}^-$		0,0011			0,0013			
$\rho_{calculado}^+$	0,0004					0,0006		
$\rho_{diseño}^-$		0,0018			0,0018			
$\rho_{diseño}^+$	0,0018					0,0018		
As^- (cm^2)		2,70			2,70			
As^+ (cm^2)	2,70					2,70		
a (cm)		0,48			0,48			
	0,48					0,48		
c (cm)		0,5606			0,5606			
	0,5606					0,5606		
c/d (cm/cm)		0,0374			0,0374			
	0,0374					0,0374		
ϕ_{real}		0,90			0,90			
	0,90					0,90		
$\rho_{calculado}^-$		0,0011			0,0013			
$\rho_{calculado}^+$	0,0004					0,0006		
$\rho_{definitivo}^-$		0,0018			0,0018			
$\rho_{definitivo}^+$	0,0018					0,0018		
		1#3 @0.20 m				1#3 @0.20 m		
As(-) cm2		2,70			2,70			
As(+) cm2	2,70					2,70		
		1#3 @0.20 m				1#3 @0.20 m		

Tabla 6.5.2 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	
$\beta 1$:	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:	112,15	ton-cm (momento último)
Ms:	83,63	ton-cm (momento de servicio)
As	3,55	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	20,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	347,425	cm3
Qinferior:	347,425	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	2,64	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	14,12	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	1668	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:

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

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:

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

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)
0,74	0,63	0,05806	4200	14,910	0,900	197,08

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	s,máx (kgf/cm2	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
112,15	83,63	1,34	1700	2014	OK	1,66	185,95	**197,08**	OK	30,00

- Fuerza cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

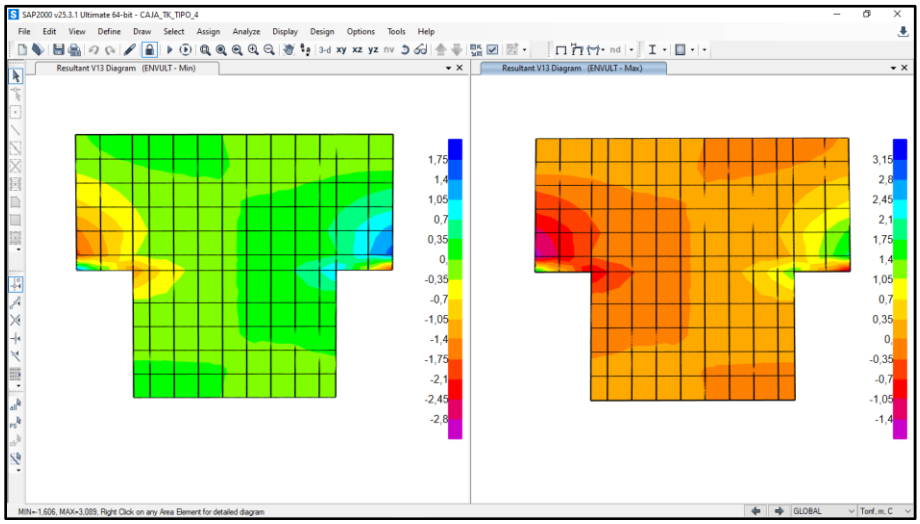


Figura 6.5.3 combo envolvente fuerza cortante V13.

- Fuerza cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

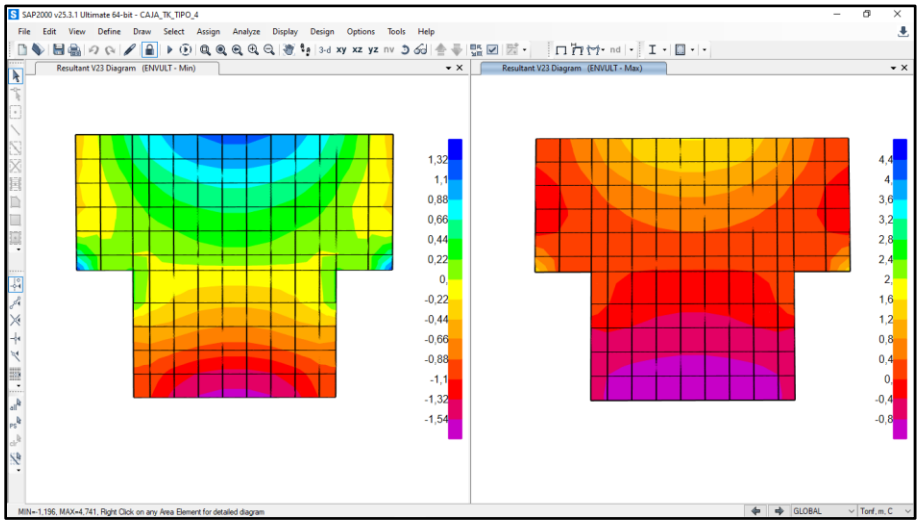


Figura 6.5.4 combo envolvente fuerza cortante V23.

Tabla 6.5.3 Diseño a cortante losa superior.

P R O Y E C T O :	Cajas de Valvula Tipo 4	**F E C H A :**	ene-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:	**2,16**	tonf		
Vc:	**13,30**	tonf	**OK**	CHEQUEO
ϕVc:	**9,98**	tonf		
Vs:	**0,00**	tonf		

6.1 Diseño viga (0.35mX0.35m).

- Momento 33 combo envolvente máximo/mínimo.

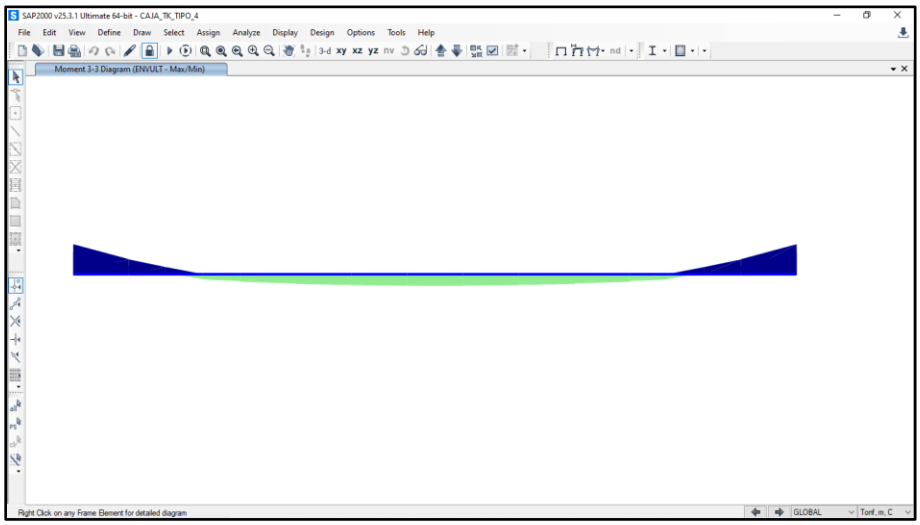


Figura 6.6.1 Combo envolvente M33 viga 0.35mx0.35m

NOTA: Momentos en “tonf-m”.

Tabla 6.6.1 Diseño a flexión viga 0.35mx0.35m.

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:	30,0	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286						
εy :	0,0021		h:	35,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180						
m:	17,65		d':	5,0	cm								

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

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

Mu^- (ton-cm)		105,75											
Mu^+ (ton-cm)	40,56												
K^- (ton/cm^2)		0,00336											
K^+ (ton/cm^2)	0,0013												
$\phi_{inicial}$		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0009											
$\rho_{calculado}^+$	0,0003												
$\rho_{diseño}^-$		0,0033											
$\rho_{diseño}^+$	0,0033												
As^- (cm^2)		3,47											
As^+ (cm^2)	3,47												
a (cm)		1,75											
	1,75												
c (cm)		2,0554											
	2,0554												
c/d (cm/cm)		0,0685											
	0,0685												
ϕ_{real}		0,90											
	0,90												
$\rho_{calculado}^-$		0,0009											
$\rho_{calculado}^+$	0,0003												
$\rho_{definitivo}^-$		0,0033											
$\rho_{definitivo}^+$	0,0033												
		2#5											
As(-) cm2		3,47											
As(+) cm2	3,47												
		2#5											

- Fuerza cortante V22 combo envolvente máxima/ mínima.

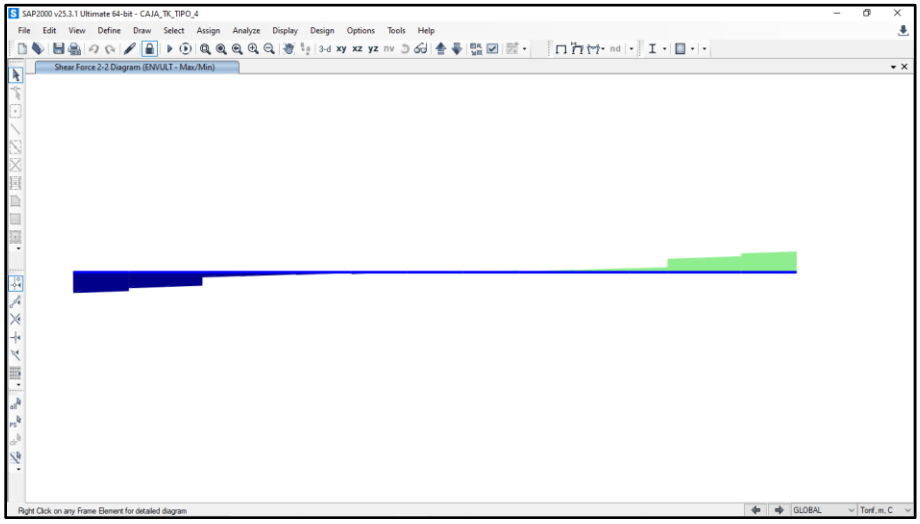


Figura 6.6.2 Envolvente de fuerza cortante V22.

Tabla 6.6.2 Diseño a Cortante vigas 0.35mx0.35m.

PROYECTO: CAJA DE VALVULA TIPO 4 **FECHA:** ene-25
PROPIETARIO:

DISEÑO: Gustavo Chang. IC-MIC **REVISIÓN:** Gustavo Chang. IC-MIC

DESCRIPCIÓN: Viga 0,35mx0,35m

DISEÑO A CORTANTE

Propiedades geométricas			Propiedades de los materiales			Estribos a usar	
b:	**35**	cm	f'c:	**280**	kgf/cm2	Usar N°	**3**
d:	**30**	cm	fy:	**4200**	kgf/cm3	# 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:	**1,46**	tonf
Vc:	**9**	tonf
ϕVc:	**7**	tonf
ϕVc/2:	**3**	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 0.14m.

7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO.

7.1 Chequeo de esfuerzo sobre el suelo.

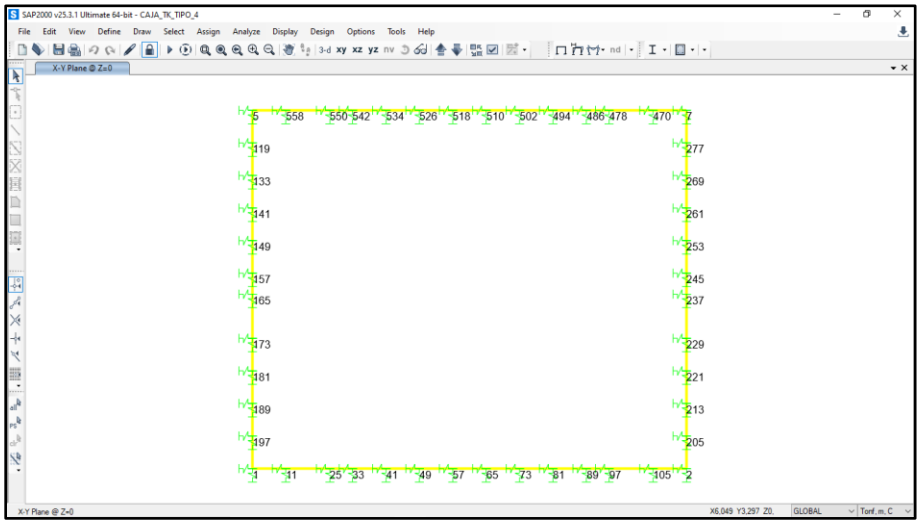


Figura 7.1.1 Apoyo de la estructura.

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	
1	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
1	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,78	10,00	OK
2	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
2	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,78	10,00	OK
5	ENVSER	Combination	Max	1,54	0,41	3,71	10,00	OK
5	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
7	ENVSER	Combination	Max	1,54	0,41	3,71	10,00	OK
7	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
11	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
11	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,78	10,00	OK
25	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
25	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
33	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
33	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
41	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK

41	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
49	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
49	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
57	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
57	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
65	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
65	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
73	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
73	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
81	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
81	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
89	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
89	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
97	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
97	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,79	10,00	OK
105	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,27	10,00	OK
105	ENVSER	Combination	Min	1,15	0,41	2,78	10,00	OK
119	ENVSER	Combination	Max	1,51	0,41	3,64	10,00	OK
119	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,17	10,00	OK
133	ENVSER	Combination	Max	1,49	0,41	3,59	10,00	OK
133	ENVSER	Combination	Min	1,30	0,41	3,14	10,00	OK
141	ENVSER	Combination	Max	1,47	0,41	3,55	10,00	OK
141	ENVSER	Combination	Min	1,29	0,41	3,11	10,00	OK
149	ENVSER	Combination	Max	1,45	0,41	3,51	10,00	OK
149	ENVSER	Combination	Min	1,27	0,41	3,07	10,00	OK
157	ENVSER	Combination	Max	1,44	0,41	3,47	10,00	OK
157	ENVSER	Combination	Min	1,26	0,41	3,04	10,00	OK
165	ENVSER	Combination	Max	1,43	0,41	3,44	10,00	OK
165	ENVSER	Combination	Min	1,25	0,41	3,02	10,00	OK
173	ENVSER	Combination	Max	1,40	0,41	3,39	10,00	OK
173	ENVSER	Combination	Min	1,23	0,41	2,97	10,00	OK
181	ENVSER	Combination	Max	1,39	0,41	3,35	10,00	OK
181	ENVSER	Combination	Min	1,22	0,41	2,94	10,00	OK
189	ENVSER	Combination	Max	1,37	0,41	3,31	10,00	OK
189	ENVSER	Combination	Min	1,20	0,41	2,90	10,00	OK
197	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,28	10,00	OK
197	ENVSER	Combination	Min	1,18	0,41	2,86	10,00	OK
205	ENVSER	Combination	Max	1,36	0,41	3,28	10,00	OK
205	ENVSER	Combination	Min	1,18	0,41	2,86	10,00	OK
213	ENVSER	Combination	Max	1,37	0,41	3,31	10,00	OK
213	ENVSER	Combination	Min	1,20	0,41	2,90	10,00	OK

221	ENVSER	Combination	Max	1,39	0,41	3,35	10,00	OK
221	ENVSER	Combination	Min	1,22	0,41	2,94	10,00	OK
229	ENVSER	Combination	Max	1,40	0,41	3,39	10,00	OK
229	ENVSER	Combination	Min	1,23	0,41	2,97	10,00	OK
237	ENVSER	Combination	Max	1,43	0,41	3,44	10,00	OK
237	ENVSER	Combination	Min	1,25	0,41	3,02	10,00	OK
245	ENVSER	Combination	Max	1,44	0,41	3,47	10,00	OK
245	ENVSER	Combination	Min	1,26	0,41	3,04	10,00	OK
253	ENVSER	Combination	Max	1,45	0,41	3,51	10,00	OK
253	ENVSER	Combination	Min	1,27	0,41	3,07	10,00	OK
261	ENVSER	Combination	Max	1,47	0,41	3,55	10,00	OK
261	ENVSER	Combination	Min	1,29	0,41	3,11	10,00	OK
269	ENVSER	Combination	Max	1,49	0,41	3,59	10,00	OK
269	ENVSER	Combination	Min	1,30	0,41	3,14	10,00	OK
277	ENVSER	Combination	Max	1,51	0,41	3,64	10,00	OK
277	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,17	10,00	OK
470	ENVSER	Combination	Max	1,54	0,41	3,71	10,00	OK
470	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
478	ENVSER	Combination	Max	1,54	0,41	3,71	10,00	OK
478	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
486	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
486	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
494	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
494	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
502	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
502	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
510	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
510	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
518	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
518	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
526	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
526	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
534	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
534	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
542	ENVSER	Combination	Max	1,53	0,41	3,71	10,00	OK
542	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
550	ENVSER	Combination	Max	1,54	0,41	3,71	10,00	OK
550	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK
558	ENVSER	Combination	Max	1,54	0,41	3,71	10,00	OK
558	ENVSER	Combination	Min	1,31	0,41	3,16	10,00	OK

7.2 Deformaciones.

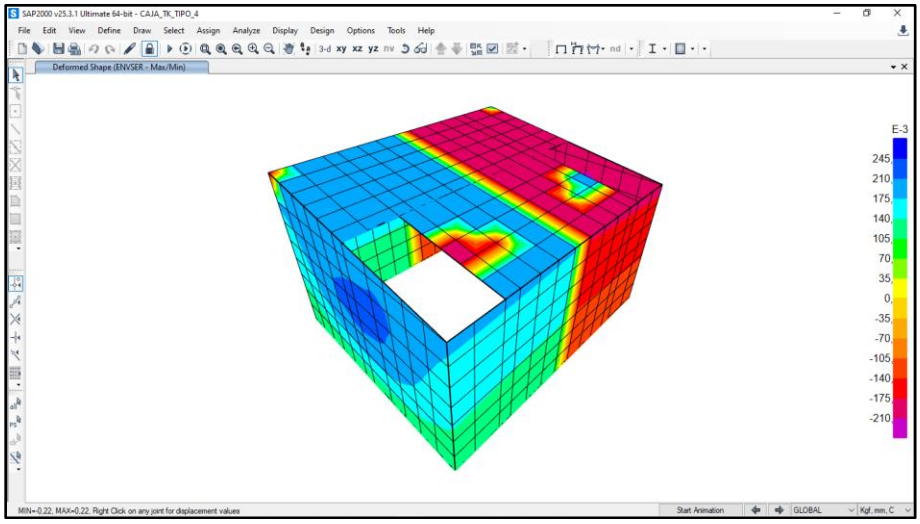


Figura 7.2.1 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Ux.

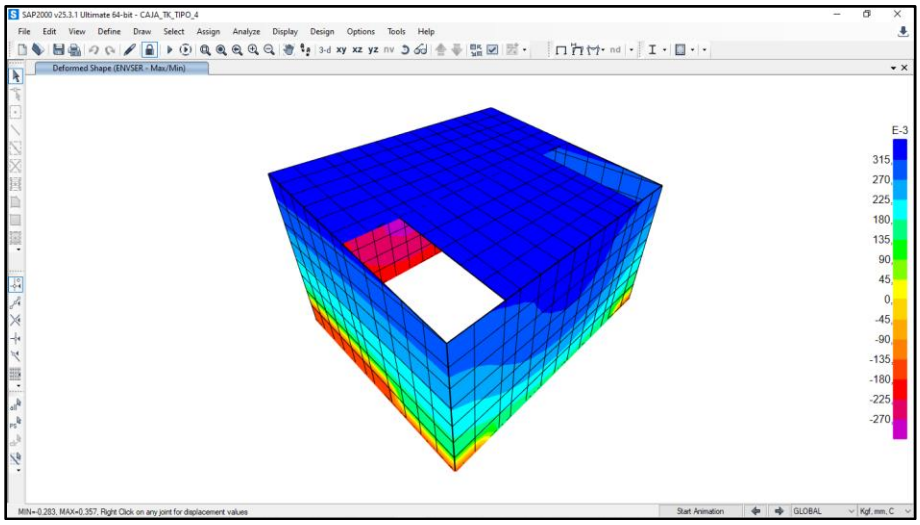


Figura 7.2.2 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Uy.

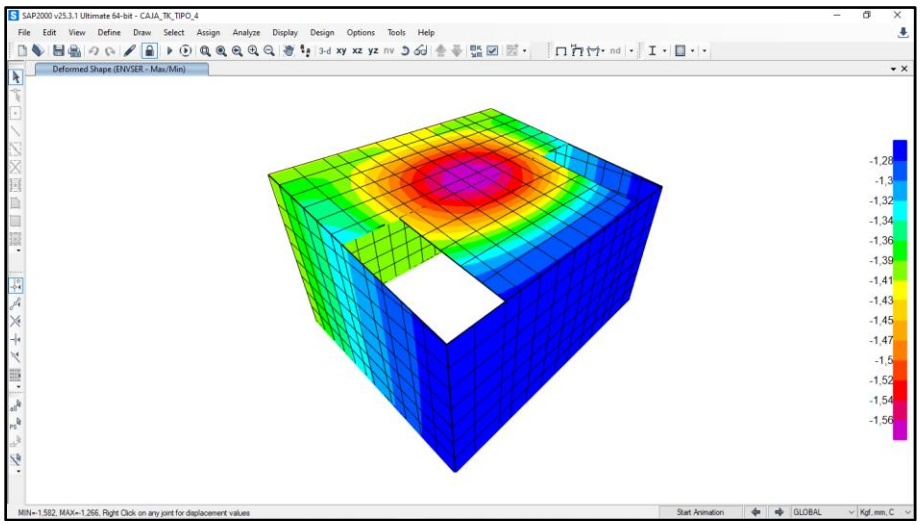


Figura 7.2.3 Deformaciones de servicio, envolvente de servicio Uz.