MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

ESTRUCTURA LOSA PARA TANQUE DE PASO - EL CURVAL 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 LOSA PARA TANQUE DE PASO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DENOMINADA EL CURVAL EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA					
Código del documento: CURSAM_AC_D_IN_03_EstrLosaTanqPaso					
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 3
ÍNDICE DE TABLA 5
ÍNDICE DE TABLA 6
INTRODUCCIÓN 7
1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 9
1.1 Losa de cimentación. 9
1.2 Pilotes. 10
2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS 11
2.1 carga peso propio (PP). 11
2.2 Evaluación de la presión de viento en tanque de paso (W). 12
2.3 Evaluación de la presión hidrostática en tanque de paso (F1). 15
2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanque de paso ACI 350-06. 16
2.5 Chequeo de flotación (subpresión). 27
2.6 Presión activa de suelos en condiciones sísmicas. 27
2.7 Evaluación del módulo de reacción del suelo. 28
3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2) 31
3.1 Combinaciones para diseño estructural. 32
3.2 Combinaciones para chequeo a servicio. 32
4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3). 33
4.1 Concreto (Art. C.5.2). 33
4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5). 33
4.3 Perfiles de acero. 33
4.4 Soldadura. 33
4.5 Pernos. 33
5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS. 34
5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1). 34
5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2). 34
6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS. 35
6.1 Diseño losa de fundación. 35
6.1.1 Diseño a flexión losa de fundación. 35
6.1.2 Chequeo de fisuración losa de fondo (NSR-10 C.23-C.9.2). 37
6.1.3 Chequeo a cortante losa de cimentación. 38
6.2 Diseño pilotes. 42
6.2.1 Diseño a flexo-compresión y cortante. 42
6.3 Diseño de viga anular. 48
6.3.1 Diseño a flexión de viga anular 48
6.3.2 Chequeo a cortante de la viga anular. 49
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 50
7.1 Chequeo de fuerza axial en pilotes. 50
7.2 Deformaciones. 52
7.2.1 Deformación en direccción X. 52
7.2.2 Deformación en direccción Y. 52
7.2.3 Deformación en direccción Z. 53

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática tanque de paso (F1). 15
Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de paso. 16
Tabla 2.7.1 Evaluación de los resortes asignados. 30
Tabla 2.7.2 Resortes asignados a los pilotes. 30
Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño. 32
Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio. 32
Tabla 6.1.1 Diseño a flexión losa de fondo. 36
Tabla 6.1.2 Chequeo fisuración losa de fondo. 37
Tabla 6.1.3 Fuerza axial última en pilotes chequeo a cortante losa de fondo. 38
Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de cimentación. 40
Tabla 6.2.1 Diseño de pilotes. 43
Tabla 6.3.1 Diseño a flexión de viga anular. 48
Tabla 6.3.2 Chequeo a cortante de viga anular. 49
Tabla 7.1.1 Chequeo fuerza axial admisible de pilotes. 50

ÍNDICE DE TABLA

Figura a. Planta dique para tanques de paso. 7
Figura 1.1.1 Losa de cimentación e=0.40 m. 9
Figura 1.1.2 Sección losa de cimentación. 9
Figura 1.2.1 Pilotes de 1.2 m. 10
Figura 1.2.2 Sección pilote 1.2 m. 10
Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio. 11
Figura 2.2.1 Asignación presión de viento X+. 13
Figura 2.2.2 Asignación presión de viento X-. 13
Figura 2.2.3 Asignación presión de viento Y+. 14
Figura 2.2.4 Asignación presión de viento Y-. 14
Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en tanque de paso (F1). 15
Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X+. 26
Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X-. 26
Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica Y+. 27
Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica Y-. 27
Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo. 28
Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura. 29
Figura 2.7.3 Modelo con resortes. 30
Figura 5.1.1 VISTA 1. 34
Figura 5.1.2 VISTA 2. 34
Figura 6.1.1 M11 losa de cimentación. 35
Figura 6.1.2 M22 losa de cimentación. 35
Figura 6.2.1 Sección transversal pilotes. 42
Figura 6.2.2 Acero de refuerzo en pilotes. 42
Figura 6.2.3 Chequeo de pilotes. 43
Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (mm). 52
Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (mm). 52
Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (mm). 53

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta las memorias de cálculo estructural de una losa de cimentación en concreto reforzado, diseñada para soportar un tanque de fibra de vidrio destinado al almacenamiento de agua. La losa, de tipo macizo, tiene un espesor de 0,40 m y un diámetro de 12 m. Su apoyo se encuentra sobre un sistema de pilotes con un diámetro de 1,2 m y una longitud de 6,00 m, garantizando la estabilidad y capacidad de carga requerida.

El tanque superficial va a estar sometido a empujes hidrostáticos, hidrodinámicos, cargas vivas y muertas, no hay empujes activos o pasivos de suelo. Basándonos en la geometría descrita se construye un modelo en elementos finitos tipo Shell (muros) y frame para pilotes garantizando la interacción suelo-estructura.

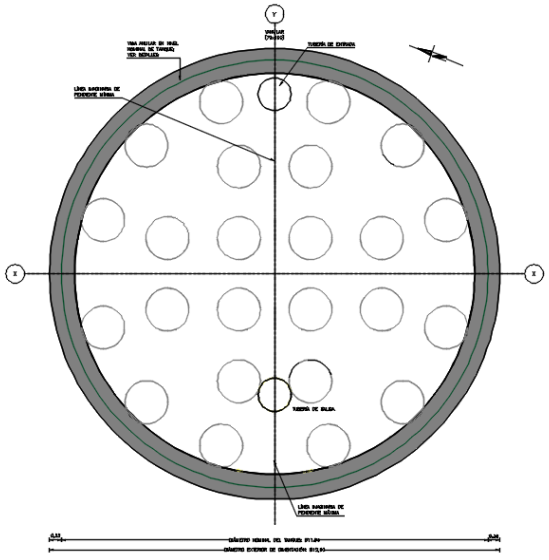


Figura a. Planta dique para tanques de paso.

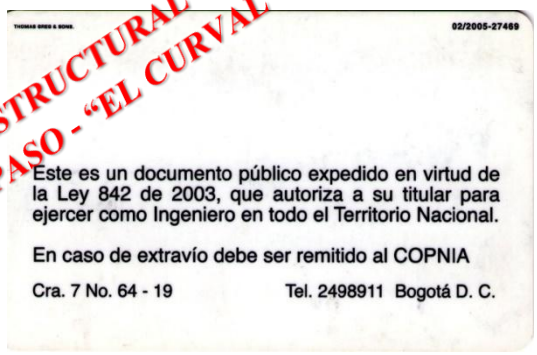
El método de diseño empleado para todos los elementos de concreto reforzado fue el método de la rotura, cumpliendo con todos los requerimientos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, AIS-180-13, ACI 350-06 y del ACI-2008 American Concrete Institute 2008.

Los materiales empleados corresponden a concretos de 28 MPa para la losa de fondo, 21 MPa para los pilotes, barras de acero 420 MPa, perfiles de acero ASTM A572 GR 50.

El programa de análisis empleado es el SAP 2000 v25®, es un software de análisis y diseño estructural muy versátil que se emplea para modelar edificios, puentes, estadios, presas, tanques, edificaciones industriales y marítimas. Emplea los elementos finitos, considerando hasta seis (6) grados de libertad por nudo cuando se modela de forma tridimensional elementos estructurales (vigas, columnas, losas, muros y sólidos), para representar la estructura por medio de matrices de rigidez y poder resolver ecuaciones estáticas y diferenciales que nos permiten determinar los desplazamientos y posteriormente por medio de relaciones cinemáticas y constitutivas las tensiones.

GUSTAVO ARIEL CHANG NIETO,
Ingeniero Civil





VÁLIDO DISEÑO ESTRUCTURAL
LOSA DE TANQUE DE PASO - "EL CURVAL"

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 Losa de cimentación.

La losa de cimentación de 0.40 m.

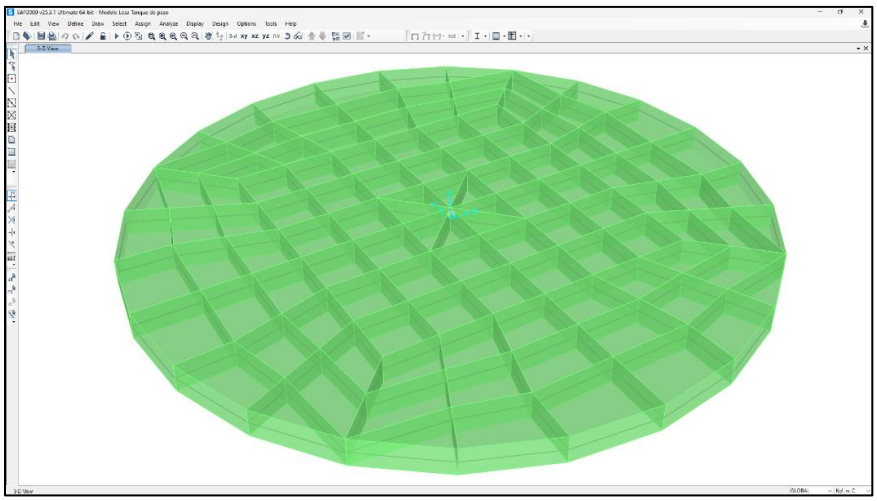


Figura 1.1.1 Losa de cimentación e=0.40 m.

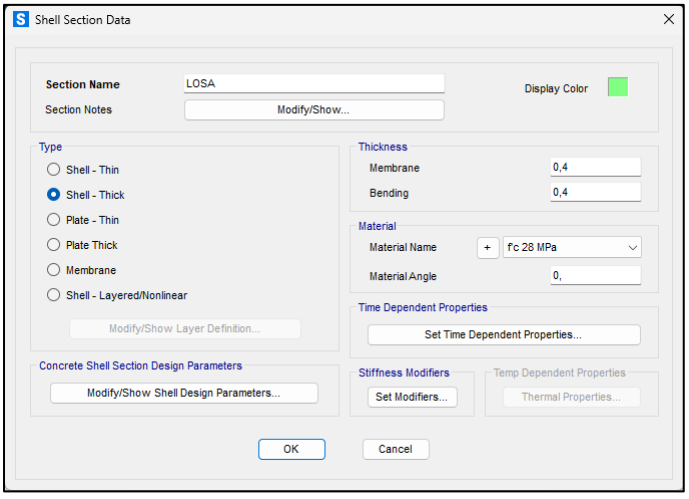


Figura 1.1.2 Sección losa de cimentación.

1.2 Pilotes.

Pilotes de 1.2 m de diámetro y 6.0 m de longitud.

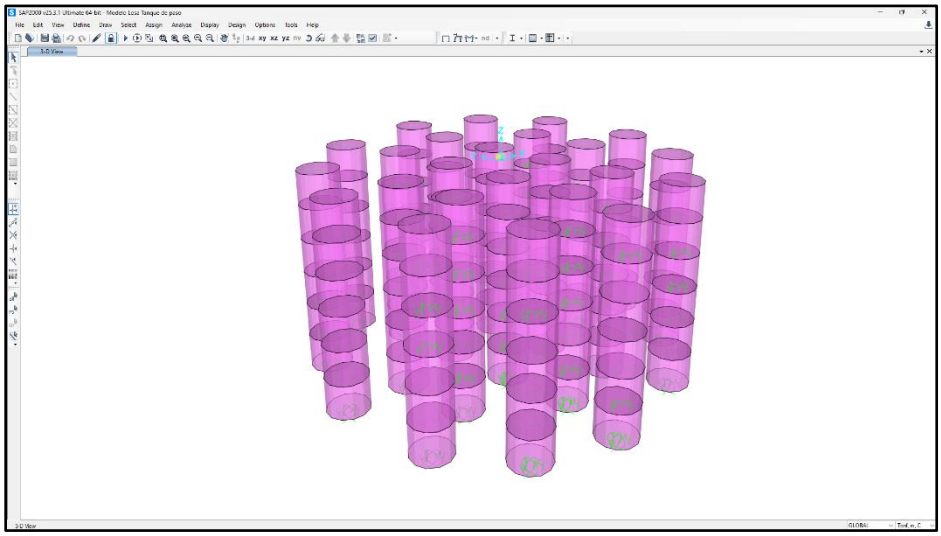


Figura 1.2.1 Pilotes de 1.2 m.

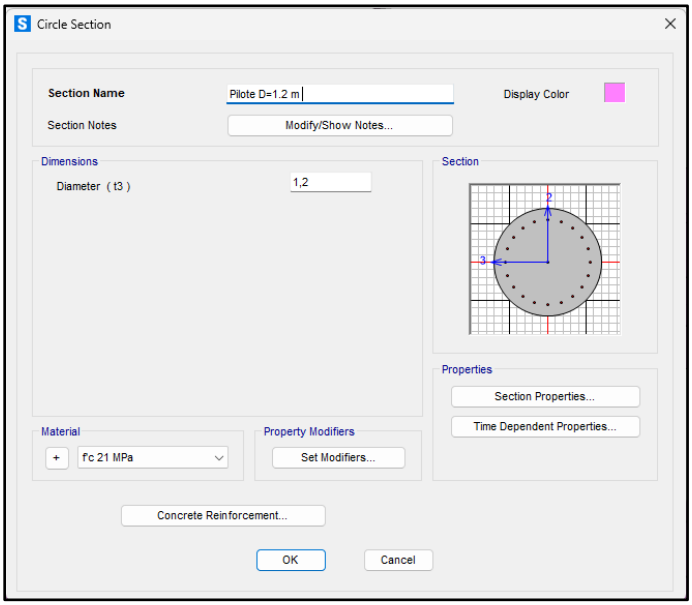


Figura 1.2.2 Sección pilote 1.2 m.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 carga peso propio (PP).

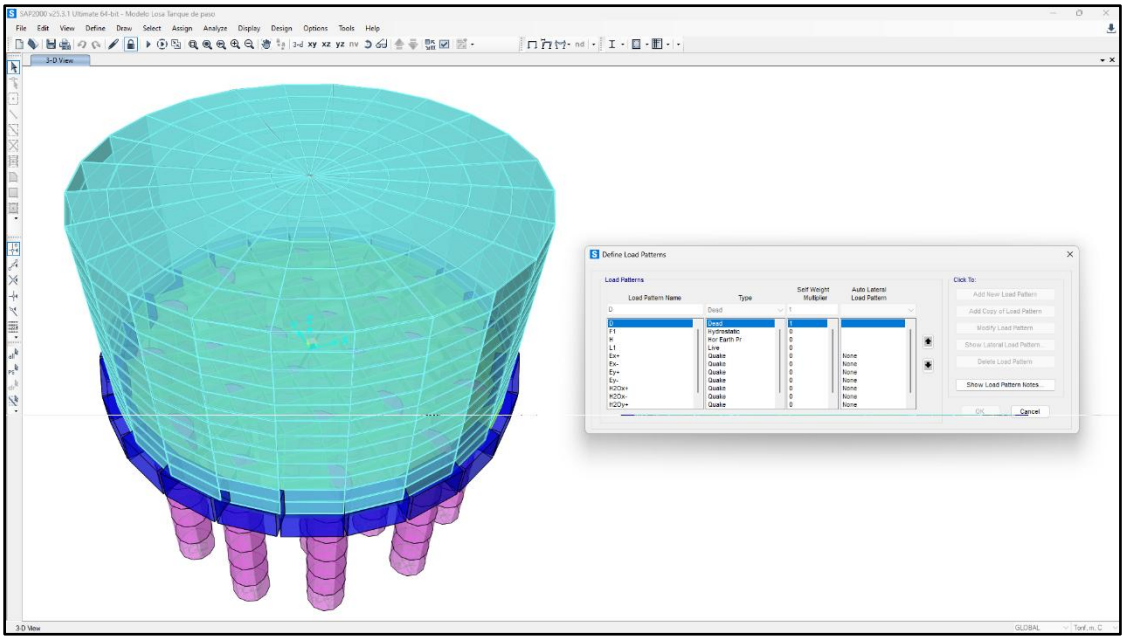


Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio.

2.2 Evaluación de la presión de viento en tanque de paso (W).

Región de viento:	5		NSR10: Figura B.6.4-1
Velocidad básica de viento servicio, V:	36	m/s	NSR10: Figura B.6.4-1
Factor de importancia para viento, I:	1.15		NSR10: Tabla B.6.5-1
Rugosidad de terreno:	C		NSR10: B.6.5.6.2
Exponente ley potencial de velocidad, α	9.5		NSR10: Tabla B.6.5-2
Altura nominal límite capa atmosférica, Zg	274.3	m	NSR10: Tabla B.6.5-2
Altura mínima, Zmin	4.5	m	NSR10: Tabla B.6.5-2
Altura de evaluación de presión, Z	8.090	m	Máx{Hs+Zr; Zmin}
Coeficiente de presión de velocidad, Kz:	0.96		NSR10: Tabla B.6.5-3
Factor de direccionalidad, Kd:	0.95		NSR10: Tabla B.6.5-4
Característica topográfica:	Escarpe		NSR10: Figura B.6.5-1
Longitud media horizontal de la colina, Lh:	2000	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Altura de la colina, H:	500	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Relación para K1, H/Lh	0.21		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor de aumento máximo de velocidad, K1:	0.17		NSR10: Figura B.6.5-1
Distancia desde la cresta al sitio, x:	500	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Relación para K2, x/Lh	0.25		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor de aumento de velocidad, K2:	0.94		NSR10: Figura B.6.5-1
Altura sobre el nivel del terreno local, z:	100	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Relación para K3, z/Lh	0.05		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor de reducción de aumento de vel., K3:	0.89		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor topográfico, Kzt:	1.30		NSR10: Figura B.6.5-1
Presión por velocidad en servicio, qz:	1.084	kPa	NSR10: B.6.5-13
Factor de ráfaga, G:	1.00		AWWA D103-19: 15.1.4
Clasificación de cerramiento:	Cerrado		NSR10: B.6.5.9
Área expuesta proyectada a barlovento, Af:	96.59	m²	D.Hs+SegmentoCircular
Ángulo de ápice de cubierta:	18.52	°	atan (2. Hr/D)
Coeficiente de fuerza, Cf:	0.60		AWWA D103-19: Tabla 9
Cortante basal a viento en servicio, Vws:	47.12	kN	NSR10: B.6.5-26
Momento debido a viento en servicio, Mws:	381.18	kN.m	Vw.Z

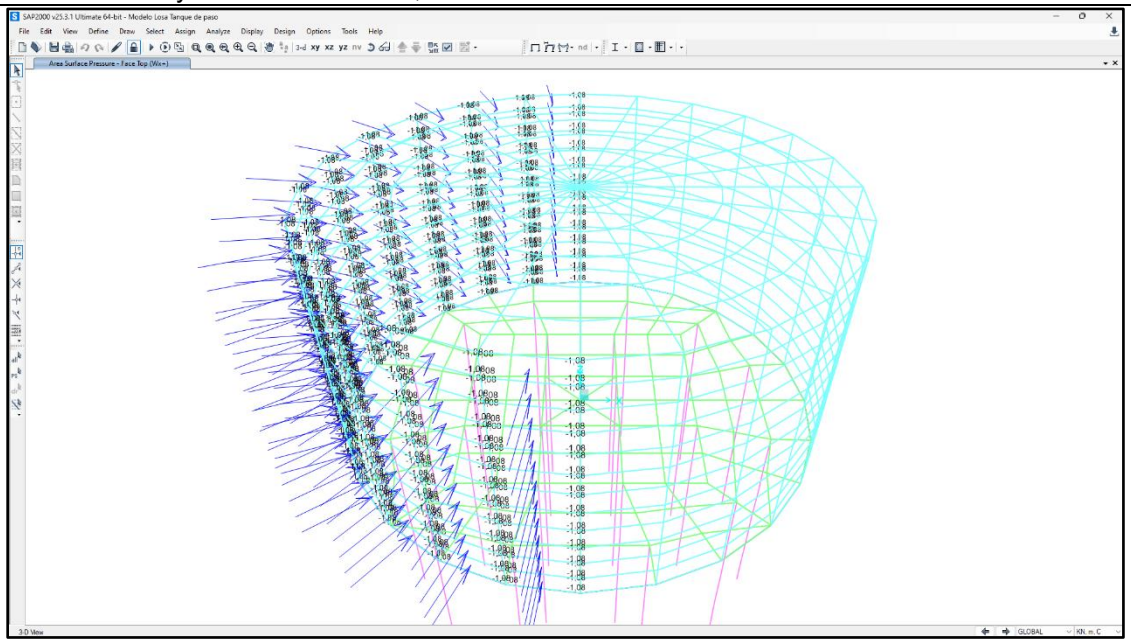


Figura 2.2.1 Asignación presión de viento X+.

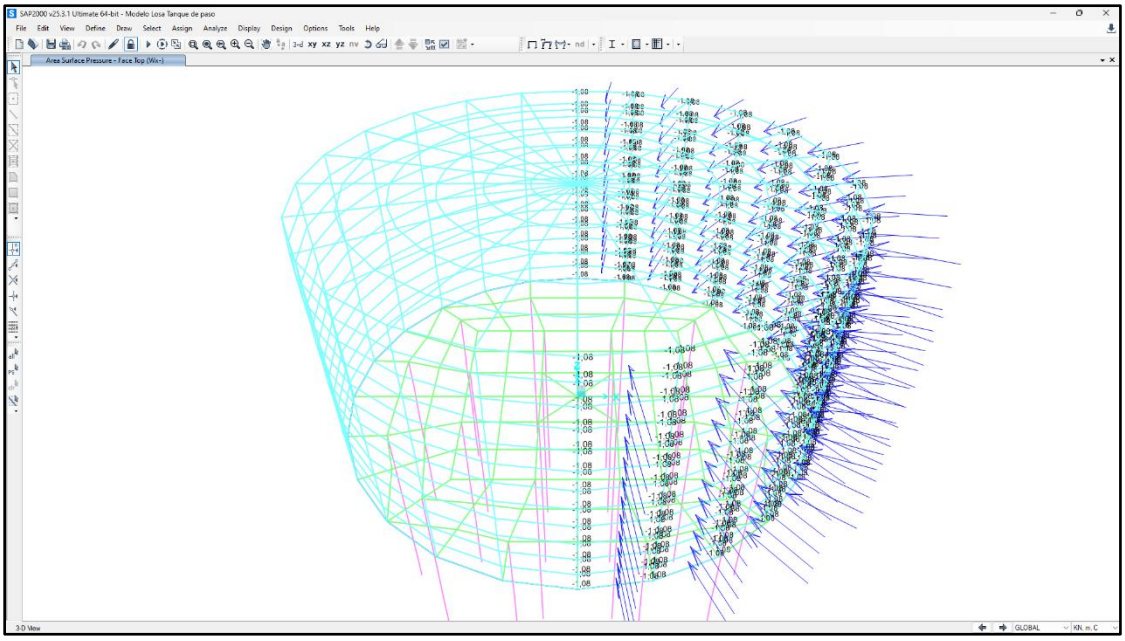


Figura 2.2.2 Asignación presión de viento X-.

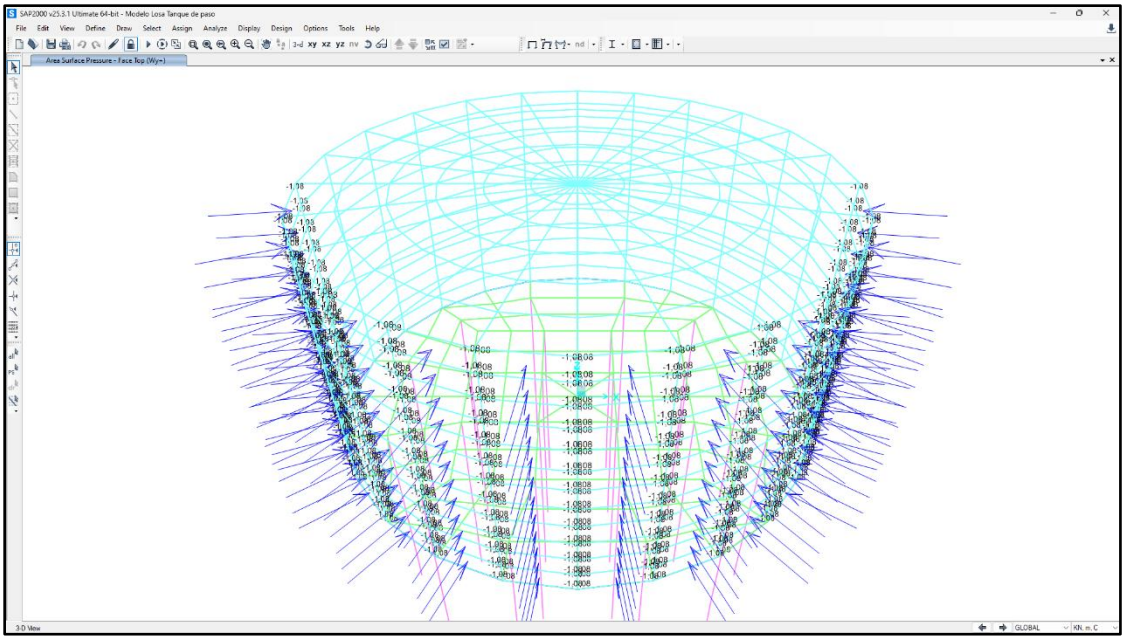


Figura 2.2.3 Asignación presión de viento Y+.

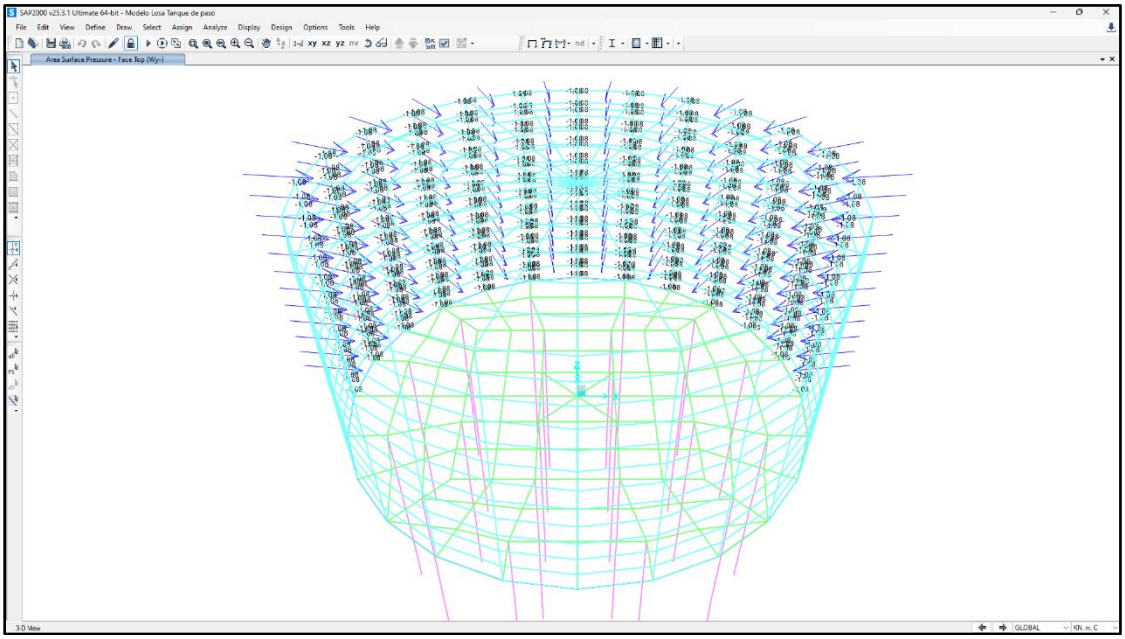


Figura 2.2.4 Asignación presión de viento Y-.

2.3 Evaluación de la presión hidrostática en tanque de paso (F1).

Los tanques en fibra tienen diámetro de 11.94 m y altura de 6.09 m, se evaluan los valores a asignar en el joint patterns.

Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática tanque de paso (F1).

PRESIÓN HIDROSTÁTICA TANQUE DE AGUA F1 (h=5.50 m)

γ = 1000 kgf/m3 (Peso específico del material de relleno)

h (m)	Presión (kgf/m2)
0,00	0
0,50	500
1,00	1000
1,50	1500
2,00	2000
2,50	2500
3,00	3000
3,50	3500
4,00	4000
4,50	4500
5,00	5000
5,50	5500

MATRIZ

C	D		TERMINOS INDEPENDIENTES
			ind
5,50	1,0	=	0,0
0,00	1,0	=	5500,0

MATRIZ INVERSA

0,2	-0,2
0,0	1,0

CONSTANTES

C=	-1000,0
D=	5500,0

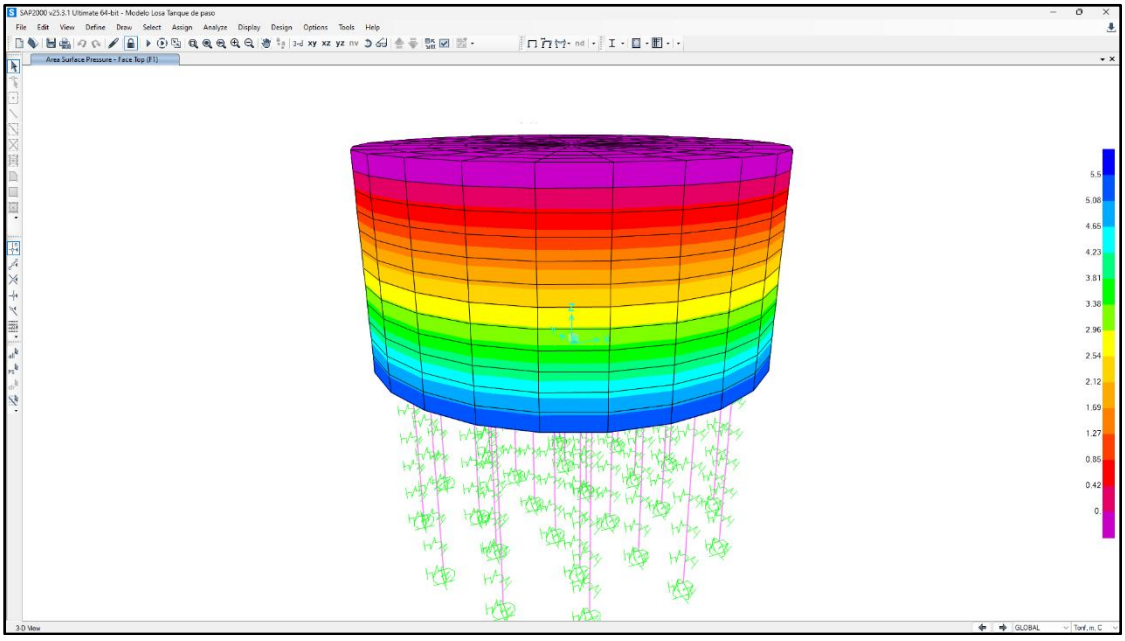
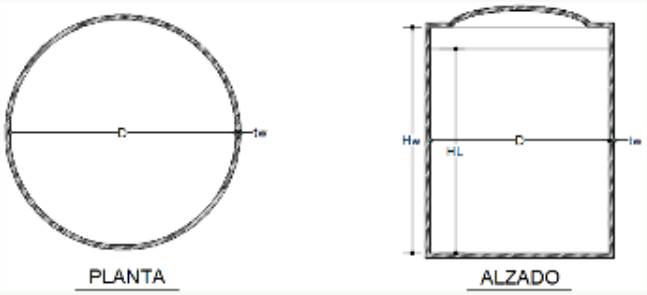


Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en tanque de paso (F1).

2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanque de paso ACI 350-06.

Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de paso.

DISEÑO SÍSMICO ACI 350.3-06 (Tanque Circular)



PLANTA ALZADO

1. Geometría del Tanque:

$D := 11.94\ m$	*Diámetro del tanque.*	$t_w := 25\ mm$	*Espesor muro tanque.*
$H_w := 6.0\ m$	*Altura del tanque.*	$t_r := 25\ mm$	*Espesor cubierta tanque.*
$H_L := 5.5\ m$	*Nivel del fluido.*	$F := \frac{D}{H_L} = 2.17$	

2. Propiedades Mecánicas y Físicas:

$\gamma_w := 20\ \frac{kN}{m^3}$	*Peso específico del tanque.*	$\gamma_L := 10\ \frac{kN}{m^3}$	*Peso específico del fluido.*
$E_w := 54000\ MPa$	*Módulo de elasticidad del tanque.*		

3. Movimiento Sísmico:

$A_a := 0.15$ $A_v := 0.1$ $F_a := 1.35$ $F_v := 2.08$

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1,5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de	1,25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

$I := 1.25$

4. Factor de Modificación de Respuesta:

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA, R			
Tipo de estructura	R		R_i
	Superficial	Enterrado	
Tanques base flexible anclados	3,25	3,25	1,00
Tanques base articulada o empotrada	2,00	3,00	1,00
Tanques no anclados confinados o sin confinar	1,50	2,00	1,00
Tanques elevados con pedestales	2,00	-	1,00

$R_i := 1.50$

$R_o := 1.00$

5. Cálculos Varios a partir de las Propiedades Geométricas, Mecánicas y Físicas:

$A_w := \frac{\pi}{4} (D)^2 = 111.97\ m^2$ *Area del tanque.*

$V_w := \frac{\pi}{4} (D)^2 \cdot (H_w) = 671.82\ m^3$ *Volumen del tanque.*

$V_L := \frac{\pi}{4} (D)^2 \cdot H_L = 615.83\ m^3$ *Volumen del fluido.*

$W_w := \gamma_w \cdot (\pi \cdot D) \cdot t_w \cdot H_w = 112.53\ kN$ *Peso total muro tanque.*

$W_r := \gamma_w \cdot \frac{\pi}{4} (D)^2 \cdot t_r = 55.98\ kN$ *Peso total cubierta tanque.*

6. Peso Equivalente por Aceleración del Fluido:

$W_L = A_w \cdot H_L \cdot \gamma_L = 6158.31$ kN — *Peso del fluido.*

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh(0.866\ F)}{0.866\ F}$$ Entonces,

$W_i = 3126.614$ kN — *Peso impulsivo del fluido.*

$$\frac{W_o}{W_L} = 0.230\ F \cdot \tanh\left(3.68\ \frac{H_L}{D}\right)$$ Entonces,

$W_o = 2874.41$ kN — *Peso convectivo del fluido.*

7. Alturas al Centro de Gravedad:

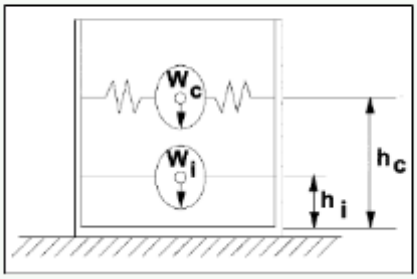
$\frac{D}{H_L} < 1.333$ Entonces, $\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{D}{H_L}\right)$

$\frac{D}{H_L} \geq 1.333$ Entonces, $\frac{h_i}{H_L} = 0.375$

Por lo tanto, $h_i = 2.06$ m

$$\frac{h_o}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left(3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right) - 1}{3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\sinh\left(3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right)}$$

Por lo tanto, $h_o = 3.26$ m



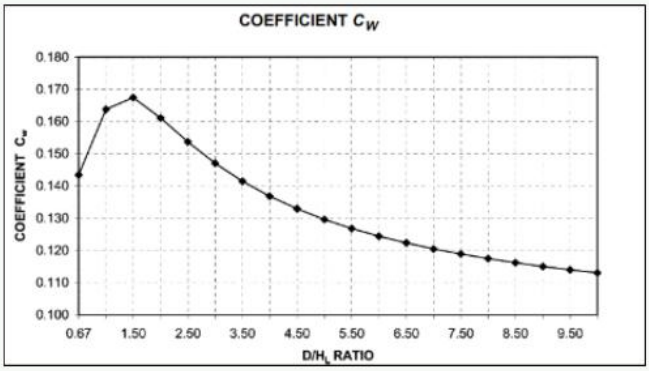
8. Coeficiente Efectivo de Masa:

$$\varepsilon = \left(0.0151\left(\frac{D}{H_L}\right)^2 - 0.1908\left(\frac{D}{H_L}\right) + 1.021\right) \leq 1.0$$

Entonces,

$\varepsilon = 0.68$ **¿CUMPLE?** = "SI"

9. Propiedades Dinámicas:



Para $\frac{D}{H_L} > 0.667$

Por lo tanto, $C_w = 0.159$

$$C_i := C_w \cdot \left(\sqrt{\frac{t_w}{10\left(\frac{D}{2}\right)}} \right)$$

Por lo tanto, $C_i = 0.00324$

$$\omega_i := C_i \cdot \frac{1}{H_L} \cdot \sqrt{E_w \cdot \frac{g}{\gamma_w}}$$

Por lo tanto, $\omega_i = 3.04 \ \frac{rad}{s}$

$$T_i := \frac{2\,\pi}{\omega_i}$$

Por lo tanto, $T_i = 2.07 \ s$

$$\lambda := \sqrt{3.68\ g \cdot \tanh\left(3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right)}$$

Por lo tanto, $\lambda = 5.81 \ \frac{\sqrt{m}}{s}$

$$\omega_c := \frac{\lambda}{\sqrt{D}}$$

Por lo tanto, $\omega_c = 1.68 \ \frac{rad}{s}$

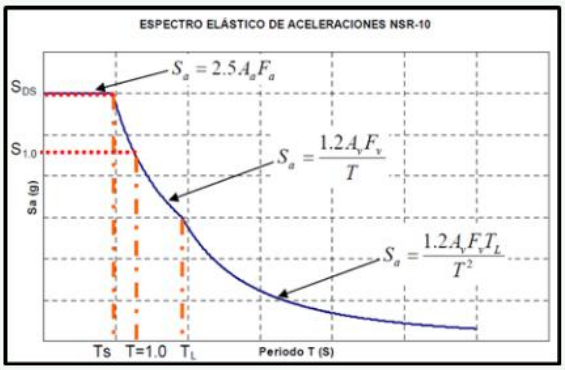
$$T_c := \frac{2\,\pi}{\omega_c}$$

Por lo tanto, $T_c = 3.74\ s$

$$T_v := 2\,\pi \cdot \sqrt{\frac{\gamma_L \cdot D \cdot H_L^{\,2}}{2\,g \cdot t_w \cdot E_w}}$$

Por lo tanto, $T_v = 0.09\ s$

10. Coeficientes de Respuesta Sísmica:



$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \qquad S_{D1} = 0.25 \qquad ; \qquad S_{DS} = 0.51$$

Entonces,

$T_s = 0.49\ s$

Coeficiente C_i:

$T_i \leq T_s$ Entonces, $C_i = S_{DS}$

$T_i > T_s$ Entonces, $C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}$

Por lo tanto, $C_i = 0.12$

Coeficiente C_c:

$T_c \leq \frac{1.6}{T_s}$ Entonces, $C_c = \frac{1.5\ S_{D1}}{T_c} \leq 1.5\ S_{DS}$

$T_c > \frac{1.6}{T_s}$ Entonces, $C_c = \frac{2.4\ S_{DS}}{T_c^2}$

Por lo tanto, $C_c = 0.09$

Coeficiente C_t:

$T_v \leq T_s$ Entonces, $C_t = S_{DS}$

$T_v > T_s$ Entonces, $C_t = \frac{S_{D1}}{T_v}$

Por lo tanto, $C_t = 0.51$

11. Fuerza Total Impulsiva, Convectiva e Inercial Lateral de la Aceleración del Muro y Cubierta:

$P_I := C_I \cdot I \cdot \left(\frac{W_I}{R_I}\right) = 314.15\ kN$ *Fuerza impulsiva.*

$P_o := C_o \cdot I \cdot \left(\frac{W_o}{R_o}\right) = 312.43\ kN$ *Fuerza convectiva.*

$P_w := C_I \cdot I \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot W_w}{R_I}\right) = 7.67\ kN$ *Fuerza inercial lateral por la aceleración del muro.*

$Pr := C_I \cdot I \cdot \left(\frac{W_r}{R_I}\right) = 5.63\ kN$ *Fuerza inercial lateral por la aceleración de la cubierta.*

12. Presión Hidrodinámica Impulsiva:

Nota. El ángulo theta maximizará la carga cuando este sea igual a 0 y esta irá disminuyendo a medida que el valor de theta se aproxime a 90 hasta hacer la carga 0.

$$\theta := \begin{bmatrix} 0 \\ 7.5 \\ 22.5 \\ 37.5 \\ 52.5 \\ 67.5 \\ 82.5 \\ 90 \end{bmatrix} \cdot °$$

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$P_{iyHL} := \frac{2 \cdot P_I \left(4 H_L - 6 h_I - \left(6 H_L - 12 h_I\right) \cdot \left(\frac{H_L}{H_L}\right)\right)}{2 \pi \cdot r \cdot H_L^{\,2}} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 77.64 \\ 76.97 \\ 71.73 \\ 61.59 \\ 47.26 \\ 29.71 \\ 10.13 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{iy0} := \frac{2 \cdot P_I \left(4 H_L - 6 h_I - \left(6 H_L - 12 h_I\right) \cdot \left(\frac{0 \cdot m}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\,2}} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 543.45 \\ 538.81 \\ 502.09 \\ 431.15 \\ 330.83 \\ 207.97 \\ 70.94 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

13. Presión Hidrodinámica Convectiva:

Nota. El ángulo theta maximizará la carga cuando este sea igual a 0 y esta irá disminuyendo a medida que el valor de theta se aproxime a 90 hasta hacer la carga 0.

$$\theta := \begin{bmatrix} 0 \\ 7.5 \\ 22.5 \\ 37.5 \\ 52.5 \\ 67.5 \\ 82.5 \\ 90 \end{bmatrix}_{o}$$

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$P_{oyHL} := \frac{16 \cdot P_o \left(4\ H_L - 6\ h_o - \left(6\ H_L - 12\ h_o\right) \cdot \left(\frac{H_L}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot 9 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\ 2}} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 427.85 \\ 424.19 \\ 395.28 \\ 339.43 \\ 260.46 \\ 163.73 \\ 55.85 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{oy0} := \frac{16 \cdot P_o \left(4\ H_L - 6\ h_o - \left(6\ H_L - 12\ h_o\right) \cdot \left(\frac{0 \cdot m}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot 9 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\ 2}} \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 121.22 \\ 120.19 \\ 112 \\ 96.17 \\ 73.8 \\ 46.39 \\ 15.82 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

14. Presión Inercial Lateral de la Aceleración del Muro:

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$P_{wy} := \frac{P_w}{2 \cdot H_w \cdot \pi \cdot r} = 3.47 \frac{kgf}{m^2}$$

15. Presión Hidrodinámica por Efecto de la Aceleración Vertical:

$$\ddot{u}_v = C_t \cdot I \cdot \left(\frac{b}{R_I}\right) \geq 0.20\ S_{DS}$$

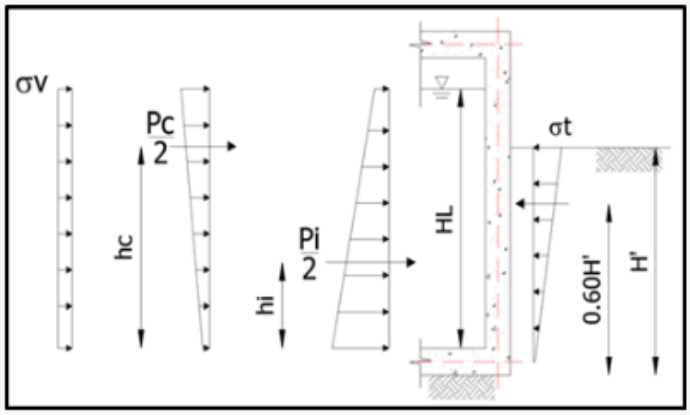
Por lo tanto, $\ddot{u}_v = 0.28$

$$P_{vy} = \ddot{u}_v \cdot \gamma_L$$

$$P_{vyHL} := \ddot{u}_v \cdot \left(\gamma_L \cdot \left(H_L - H_L\right)\right) = 0 \frac{kgf}{m^2}$$

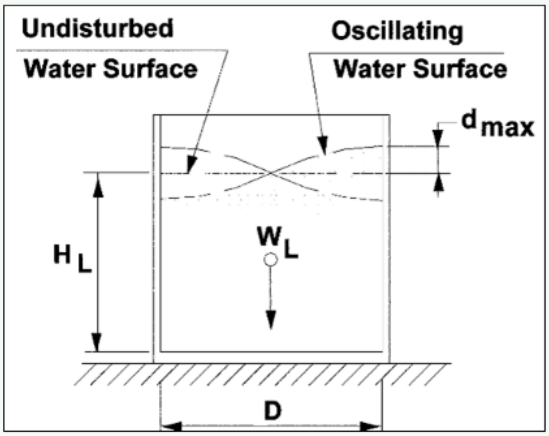
$$P_{vy0} := \ddot{u}_v \cdot \left(\gamma_L \cdot \left(H_L - 0\ m\right)\right) = 1577.37 \frac{kgf}{m^2}$$

16. Distribución de las Presiones Hidrodinámicas sobre muro:



18. Altura Libre para Oleaje:

$$d_{máx} := \frac{D}{2} \cdot C_c \cdot I = 64.89 \text{ cm}$$



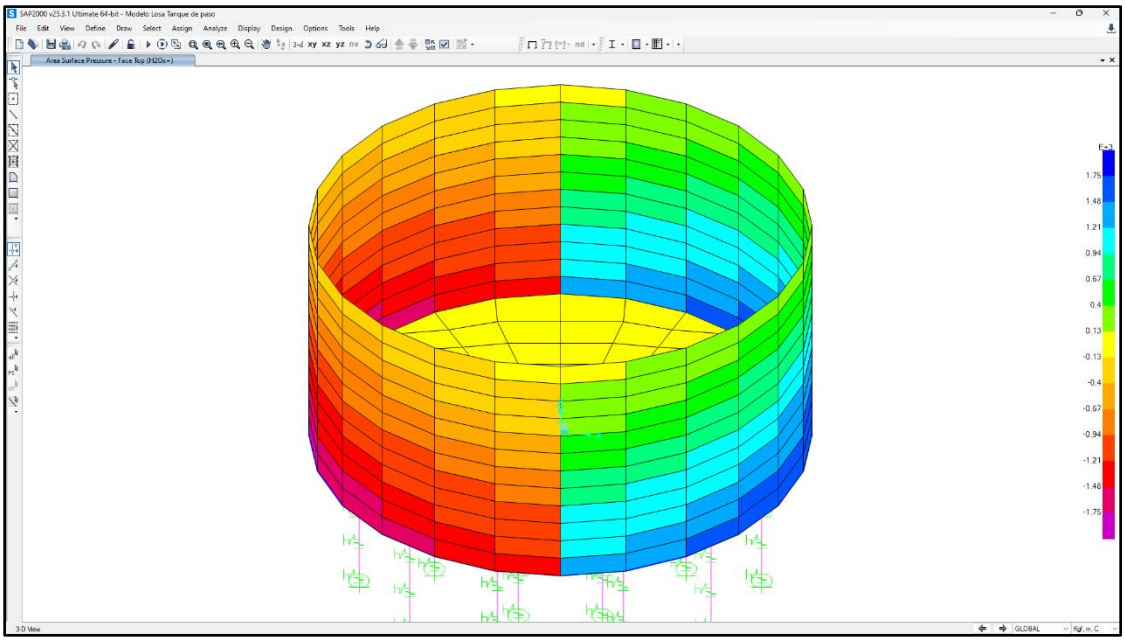


Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X+.

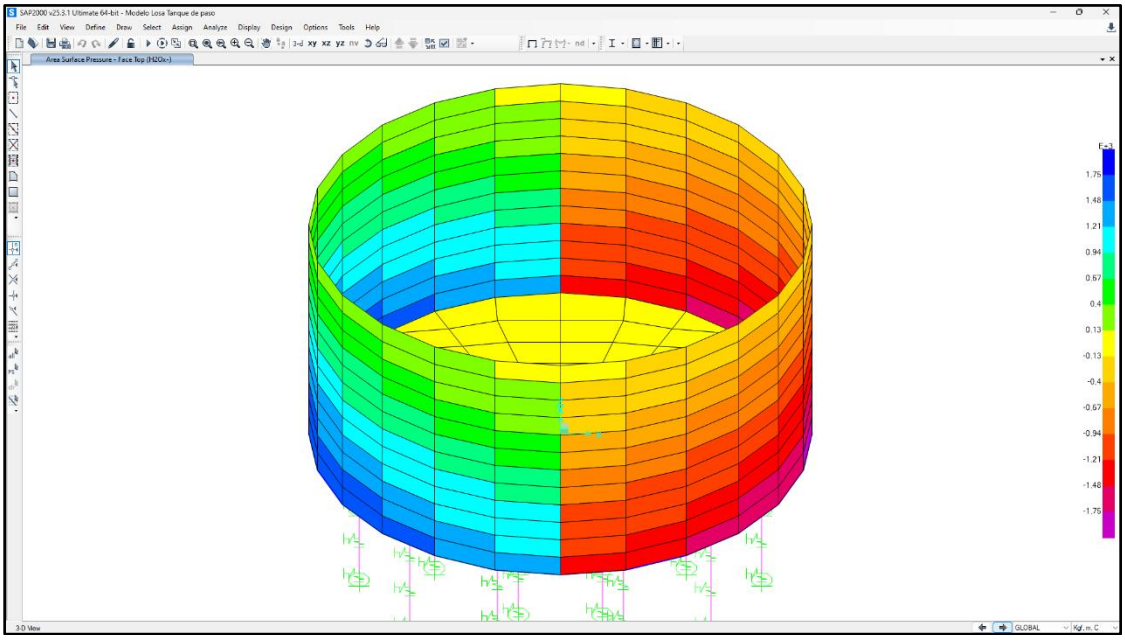


Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X-.

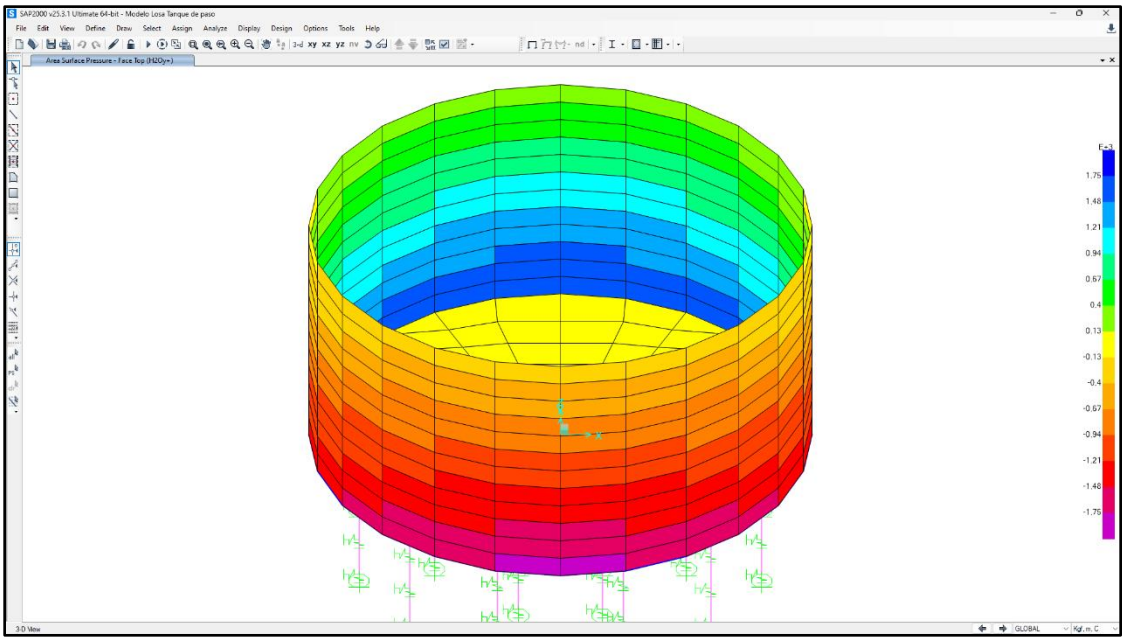


Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica Y+.

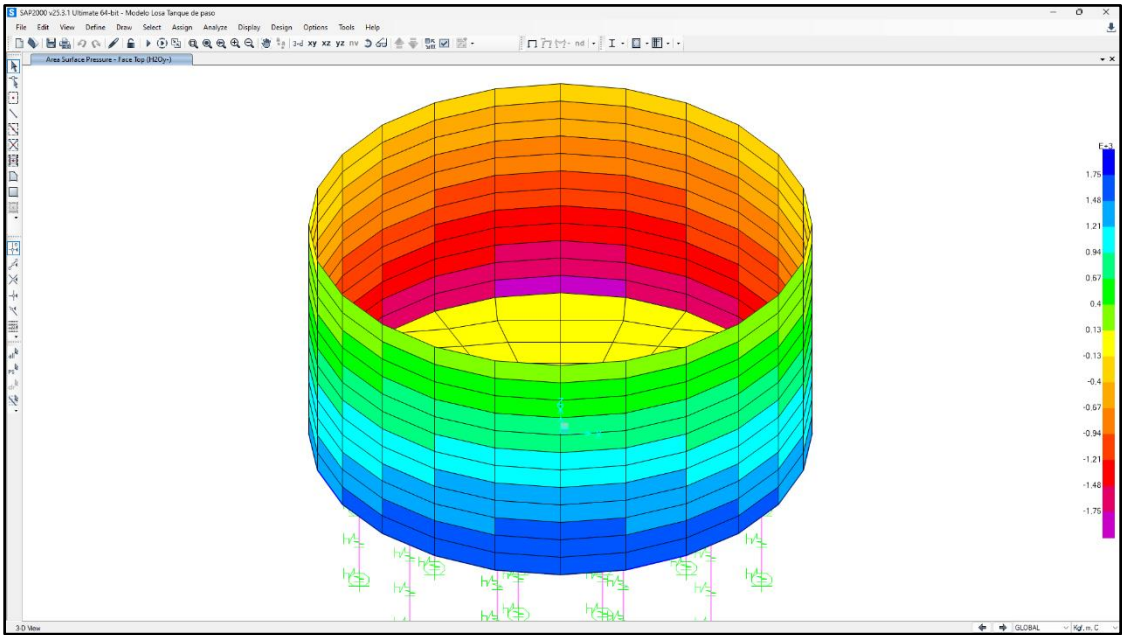


Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica Y-.

2.5 Chequeo de flotación (subpresión).

Debido que la estructura es superficial no aplica este tipo de carga.

2.6 Presión activa de suelos en condiciones sísmicas.

Debido que la estructura es superficial no aplica este tipo de carga.

2.7 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,

$$M = E_F I_F \frac{d^2 z}{dx^2} \tag{5.38}$$

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

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

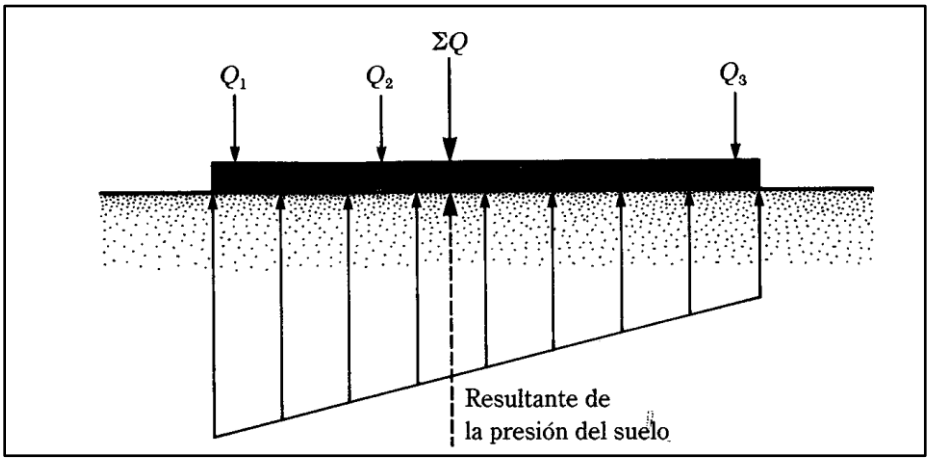


Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo.

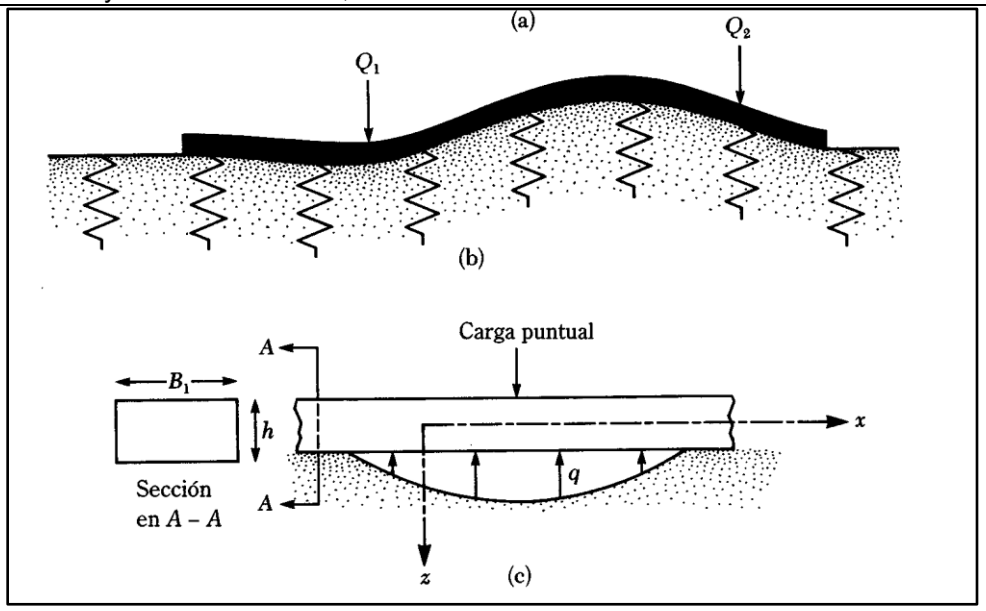


Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura.

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

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

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

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

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

Tabla 2.7.1 Evaluación de los resortes asignados.

Z (m)	D (m)	Kh (kgf/cm3)	A (cm2)	Kr (kgf/cm)
0,00	1,20	0,00	6000	0
1,00	1,20	0,51	12000	6120
2,00	1,20	0,69	12000	8280
3,00	1,20	4,76	12000	57120
4,00	1,20	5,44	12000	65280
5,00	1,20	5,44	12000	65280
6,00	1,20	5,44	6000	32640

Asignación de resortes para evaluar la interacción suelo-estructura.

Tabla 2.7.2 Resortes asignados a los pilotes.

TABLE: Joint Spring Assignments 1 - Uncoupled							
Joint	CoordSys	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf-cm/rad	Kgf-cm/rad	Kgf-cm/rad
87	Local	6120	6120	0	0	0	0
88	Local	8280	8280	0	0	0	0
89	Local	57120	57120	0	0	0	0
13	Local	65280	65280	0	0	0	0
14	Local	65280	65280	0	0	0	0
62	Local	32640	32640	0	0	0	0

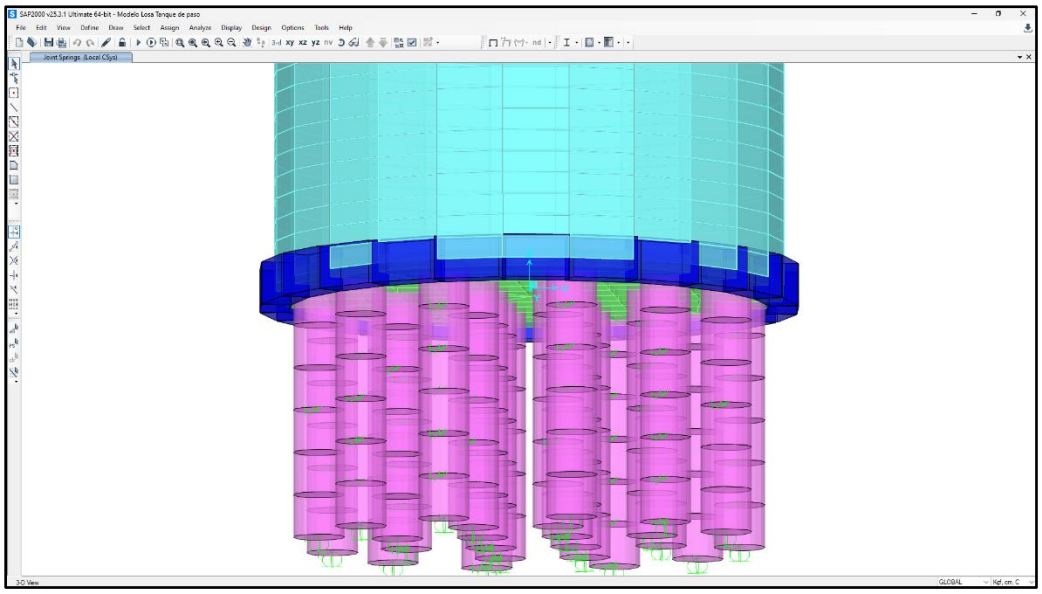


Figura 2.7.3 Modelo con resortes.

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:

B.2.4.2 — COMBINACIONES BÁSICAS — El diseño de las estructuras, sus componentes y cimentaciones debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones:

$1.4D$	(B.2.4-1)
$1.2D+1.6L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-2)
$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(1.0L \text{ ó } 0.5W)$	(B.2.4-3)
$1.2D+1.0W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-4)
$1.2D+1.0E+1.0L$	(B.2.4-5)
$0.9D+1.0W$	(B.2.4-6)
$0.9D+1.0E$	(B.2.4-7)

3.1 Combinaciones para diseño estructural.

Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño.

COMBO	DEAD	FLUIDS	SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS				WIND			
	D	F_1	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-	H_2O x+	H_2O x-	H_2O y+	H_2O y-	Wx+	Wx-	Wy+	Wy-
1	1,4															
2	1,4	1,4														
3	1,2	1,2	1,6	1,6												
4	1,2	1,0	1,6	1,0	1,0				1,0							
5	1,2	1,0	1,6	1,0		1,0				1,0						
6	1,2	1,0	1,6	1,0			1,0				1,0					
7	1,2	1,0	1,6	1,0				1,0				1,0				
8	0,9												1,0			
9	0,9													1,0		
10	0,9														1,0	
11	0,9															1,0

Nota: la fuerza sísmica está dividida por el factor de reducción R=1

3.2 Combinaciones para chequeo a servicio.

Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio.

COMBO	DEAD	FLUIDS	SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS				WIND			
	D	F_1	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-	H_2O x+	H_2O x-	H_2O y+	H_2O y-	Wx+	Wx-	Wy+	Wy-
1	1,0															
2	1,0	1,0														
3	1,0	1,0	1,0	1,0												
4	1,0	1,0	1,0		0,7				0,7							
5	1,0	1,0	1,0			0,7				0,7						
6	1,0	1,0	1,0				0,7				0,7					
7	1,0	1,0	1,0					0,7				0,7				
8	1,0												0,7			
9	1,0													0,7		
10	1,0														0,7	
11	1,0															0,7

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

4.1 Concreto (Art. C.5.2).

F´c = 4000 Psi = 280 Kgf/cm^2 para losa.
F´c = 3000 Psi = 210 Kgf/cm^2 para pilotes.

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

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

4.3 Perfiles de acero.

Platinas acero ASTM A572 Gr 50.
Perfiles IPE y HEA acero ASTM A572.
Perfil Angular acero ASTM A36 y ASTM A572 Gr 50.
Tubería Rectangular acero ASTM A500 Grado C.
Perlines ASTM-A1011 Gr 50.

4.4 Soldadura.

Para el ensamble de los elementos metálicos se deberá utilizar E70XX Y E60XX.

Todas las soldaduras, proceso y calificación de soldadores se ajustarán a los códigos A.W.S. D.1.1. de la AMERICAN WELDING SOCIETY, incluyendo certificación de los procedimientos de soldadura. Metal de aportación y fundentes para soldadura: los electrodos y fundentes para soldadura deben cumplir la norma correspondiente de la Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society, AWD).

4.5 Pernos.

Para las conexiones se emplearán pernos con calidad A325 ó en su defecto SAE grado 5.

5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS.

5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1).

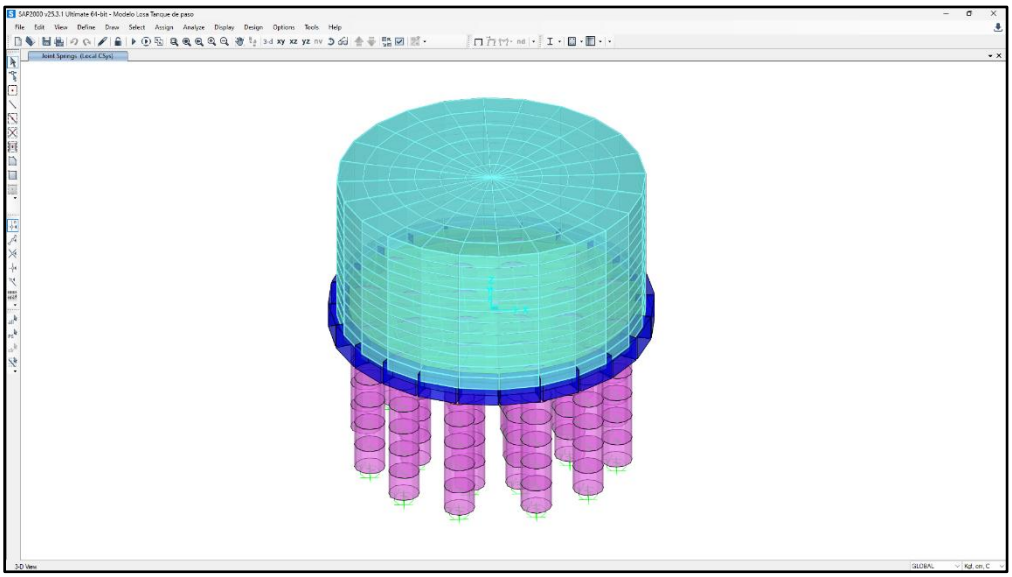


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2).

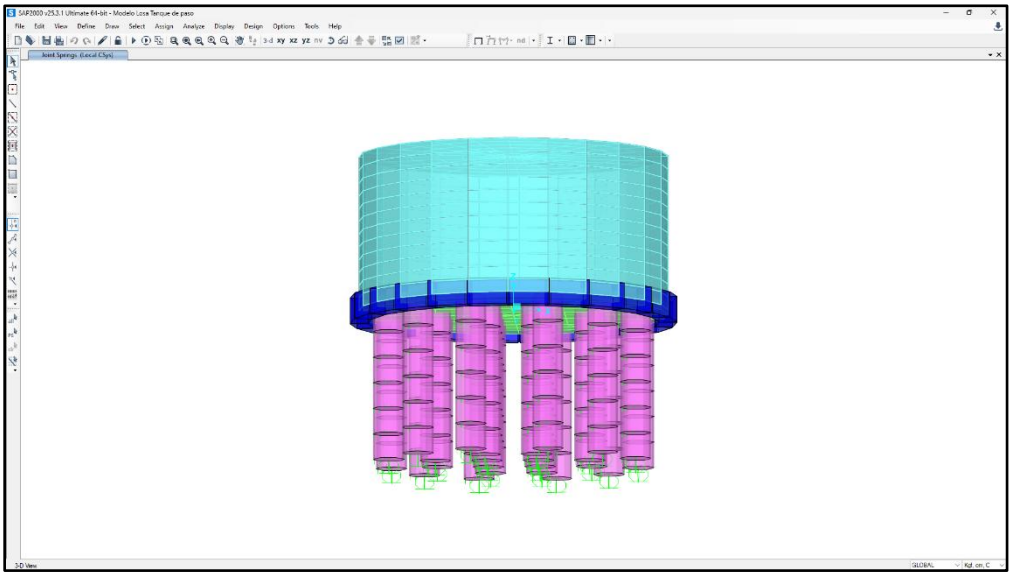


Figura 5.1.2 VISTA 2.

6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS.

6.1 Diseño losa de fundación.

6.1.1 Diseño a flexión losa de fundación.

- Momento M11 combo envolvente mínimo y máximo.

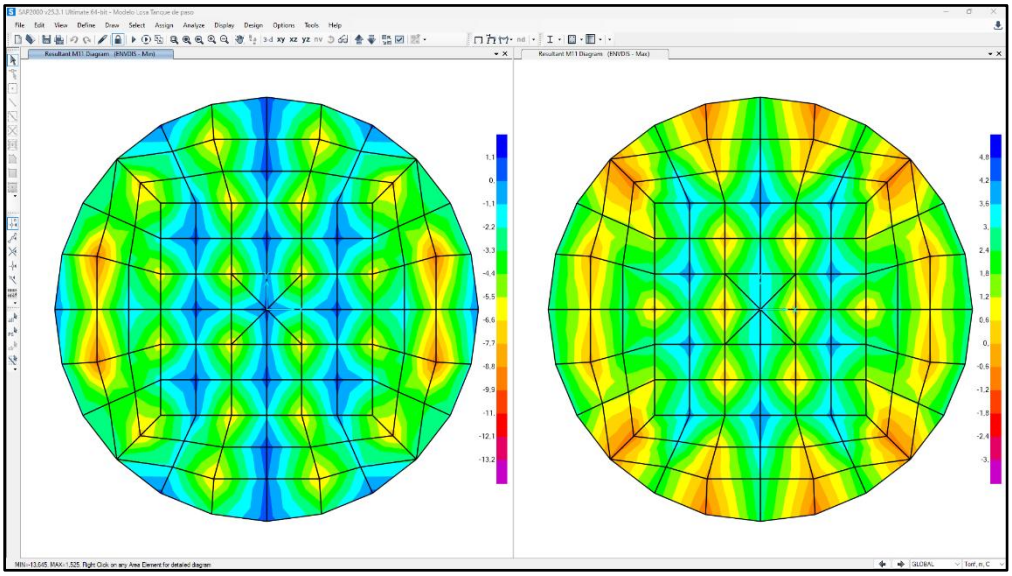


Figura 6.1.1 M11 losa de cimentación.

- Momento M22 combo envolvente mínimo y máximo.

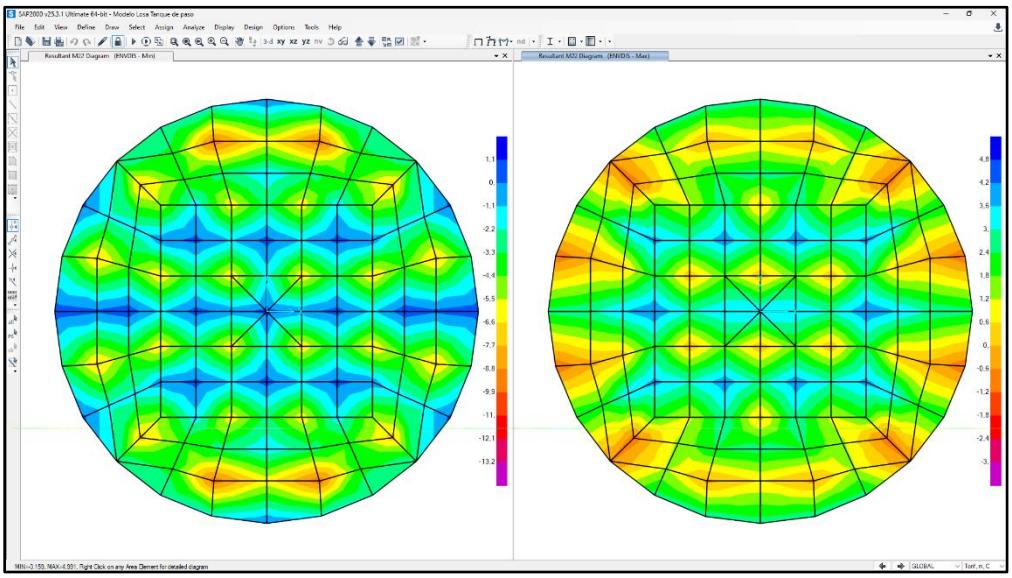


Figura 6.1.2 M22 losa de cimentación.

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

Tabla 6.1.1 Diseño a flexión losa de fondo.

DISEÑO A FLEXIÓN

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa para tanque de paso.

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:	32,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286
εy :	0,0021		h:	40,0	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 X				SENTIDO Y							
Mu^- (ton-cm)		731,00				731,00						
Mu^+ (ton-cm)	359,80		359,80		359,80		359,80					
K^- (ton/cm^2)		0,00692				0,00692						
K^+ (ton/cm^2)	0,0034		0,00341		0,00341		0,00341					
$\phi_{inicial}$		0,90				0,90						
	0,90		0,90		0,90		0,90					
$\rho_{calculado}^-$		0,0019				0,0019						
$\rho_{calculado}^+$	0,0009		0,0009		0,0009		0,0009					
$\rho_{diseño}^-$		0,0030				0,0030						
$\rho_{diseño}^+$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030					
As^- (cm^2)		9,75				9,75						
As^+ (cm^2)	9,75		9,75		9,75		9,75					
a (cm)		1,72				1,72						
	1,72		1,72		1,72		1,72					
c (cm)		2,0242				2,0242						
	2,0242		2,0242		2,0242		2,0242					
c/d (cm/cm)		0,0623				0,0623						
	0,0623		0,0623		0,0623		0,0623					
ϕ_{real}		0,90				0,90						
	0,90		0,90		0,90		0,90					
$\rho_{calculado}^-$		0,0019				0,0019						
$\rho_{calculado}^+$	0,0009		0,0009		0,0009		0,0009					
$\rho_{definitivo}^-$		0,0030				0,0030						
$\rho_{definitivo}^+$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030					
		1#5 @0.17 m				1#5 @0.17 m						
As(-) cm2		9,75				9,75						
As(+) cm2	9,75		9,75		9,75		9,75					
		1#5 @0.17 m				1#5 @0.17 m						

Página 1

6.1.2 Chequeo de fisuración losa de fondo (NSR-10 C.23-C.9.2).

Tabla 6.1.2 Chequeo fisuración losa de fondo.

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

SECCIÓN: Fisuración para losa de tnaque de paso.

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:	32,5	cm
h:	40,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	731	ton-cm (momento último)
Ms:	603	ton-cm (momento de servicio)
As	11,88	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	17,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	2404,094	cm3
Qinferior:	2404,094	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	6,93	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	30,19	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	1681	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

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

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:

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

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:

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

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)
2,47	2,10	0,03653	4200	49,896	0,900	1412,39

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)
731	603	1,21	1700	2251	OK	1,83	1340,79	**1412,39**	OK	30,00

6.1.3 Chequeo a cortante losa de cimentación.

Debido a que la losa de cimentación se encuentra apoyada sobre pilotes de 1.2 m de diámetro y longitudes de 6.00 m, el chequeo por punzonamiento se realiza para el pilote que más fuerza axial tenga sobre la losa.

Tabla 6.1.3 Fuerza axial última en pilotes chequeo a cortante losa de fondo.

TABLE: Element Forces - Frames					
Frame	**Station**	**OutputCase**	**CaseType**	**StepType**	**P**
Text	m	Text	Text	Text	Tonf
1	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,42
1	0	ENVDIS	Combination	Min	-36,85
28	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
28	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
31	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
31	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
34	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
34	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
37	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,72
37	0	ENVDIS	Combination	Min	-56,30
40	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
40	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
43	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,42
43	0	ENVDIS	Combination	Min	-36,85
46	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
46	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
49	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
49	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
52	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
52	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
55	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,72
55	0	ENVDIS	Combination	Min	-56,30
58	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
58	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
61	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,42
61	0	ENVDIS	Combination	Min	-36,85
64	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
64	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
67	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
67	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
70	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
70	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34

73	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,72
73	0	ENVDIS	Combination	Min	-56,30
76	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
76	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
79	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,42
79	0	ENVDIS	Combination	Min	-36,85
82	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
82	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
85	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
85	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67
88	0	ENVDIS	Combination	Max	-3,06
88	0	ENVDIS	Combination	Min	-37,34
91	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,72
91	0	ENVDIS	Combination	Min	-56,30
94	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,49
94	0	ENVDIS	Combination	Min	-60,67

Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de cimentación.

DISEÑO A CORTANTE EN LOSA DE CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN:	Chequeo punzonamiento pilote.

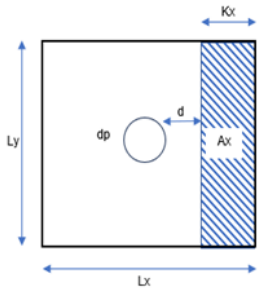
1-PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES.

Resistencia de los Materiales.			Propiedades Mecánicas.			Cuantias	
UNIDADES	MKS		Ec:	252.671	kgf/cm2	β :	0,85
f'c:	280	kgf/cm2	Es:	2.000.000	kgf/cm2	ρ_{min}:	0,0018
fy:	4.200	kgf/cm2	εcu :	0,0030		$\rho_{balanceada}$:	0,0283
CONCRETO	Normal		εy :	0,0021		$\rho_{máx}$:	0,0179
λ	1,00						

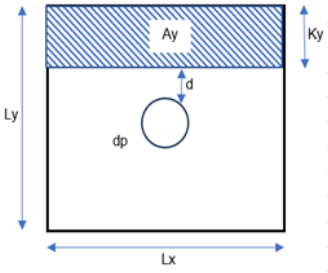
2-DISEÑO A CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN

Vúltimo =	60,67	tonf

SENTIDO X



SENTIDO Y



RESISTENCIA A CORTANTE DEL CONCRETO

SECCIÓN	SI (MPa)	MKS (kgf/cm2)	USCS (psi)
C.11.4.6.1 (f)	$\phi 0.17\sqrt{f'_c}(b_w d)$	$\phi 0.53\sqrt{f'_c}(b_w d)$	$\phi 2\sqrt{f'_c}(b_w d)$

DIAMETRO DEL PILOTE	dp =	1,20	m
			m
AREA AFERENTE	Lx =	2,00	m
	Ly =	2,00	m
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,325	m
	dy =	0,325	m
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75	

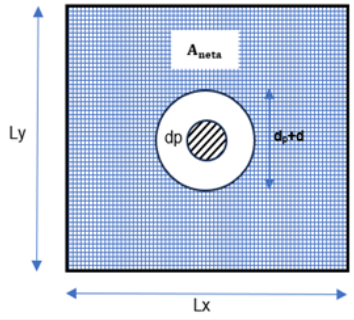
CHEQUEO A CORTANTE UNA DIRECCIÓN			
SENTIDO X	ϕVCx =	43,23	tonf
	Vux =	60,67	tonf
	CHEQUEO	Requiere estribos	
SENTIDO Y	ϕVCy =	43,23	tonf
	Vuy =	60,67	tonf
	CHEQUEO	Requiere estribos	

ESTRIBOS SENTIDO X		
$d_{estribo}$:	#3	
# ramas :	5	
$A_{estribo}$:	0,71	cm2
Av :	3,56	cm2
Vs :	23,25	tonf
$S_{máx}$:	20,92	cm
$S_{instalado}$:	17,0	cm

ESTRIBOS SENTIDO Y		
$d_{estribo}$:	#3	
# ramas :	5	
$A_{estribo}$:	0,71	cm2
Av :	3,56	cm2
Vs :	23,25	tonf
$S_{máx}$:	20,92	cm
$S_{instalado}$:	17,0	cm

3-DISEÑO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

Último =	60,67	tonf



$$b_o = \pi * (d_p + d)$$

DIMENSIÓN DE LA COLUMNA	dp =	1,20	m	CALCULO DE SOLICITACIONES			COLUMNA	αs
			m	Vu =	60,67	tonf	Interna	40
AREA AFERENTE	Lx =	2,00	m				Borde	30
	Ly =	2,00	m				Esquina	20
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,325	m					
	dy =	0,325	m					
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75						
TIPO DE COLUMNA	Interna	αs =	40					

Página 2

RESISTENCIA A CORTANTE DEL CONCRETO

SECCIÓN	SI (MPa)	MKS (kgf/cm2)	USCS (psi)
C.11-31	$V_c = 0.17\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = 0.53\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = \left(2+\frac{4}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$
C.11-32	$V_c = 0.083\left(\frac{\alpha_s d}{b_0}+2\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = 0.27\left(\frac{\alpha_s d}{b_0}+2\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_0}+2\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$
C.11-33	$V_c = 0.33\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = \lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = 4\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$

	β =	1,00	
	λ =	1,00	
	b0 =	4,79	m
	$\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$ =	260,54	tonf
C.11-31	Vc =	414,27	tonf
C.11-32	Vc =	331,58	tonf
C.11-33	Vc =	260,54	tonf
mínimo	Vc =	260,54	tonf
	ϕVc =	195,41	tonf

CHEQUEO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

ϕVc =	195,41	tonf	≥	Vu =	60,67	tonf	OK

6.2 Diseño pilotes.

6.2.1 Diseño a flexo-compresión y cortante.

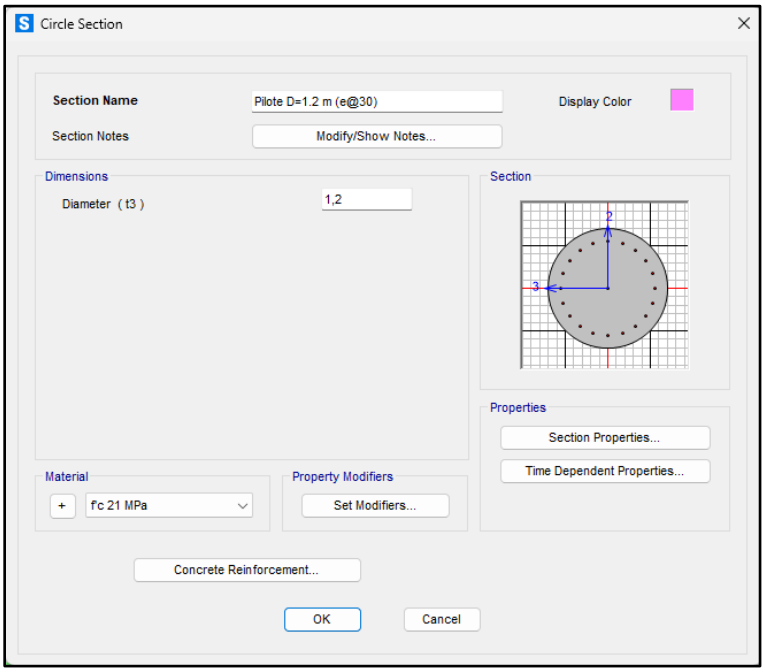


Figura 6.2.1 Sección transversal pilotes.

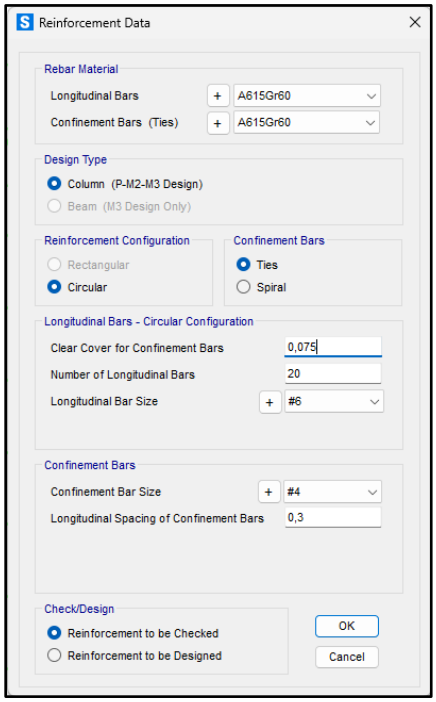


Figura 6.2.2 Acero de refuerzo en pilotes.

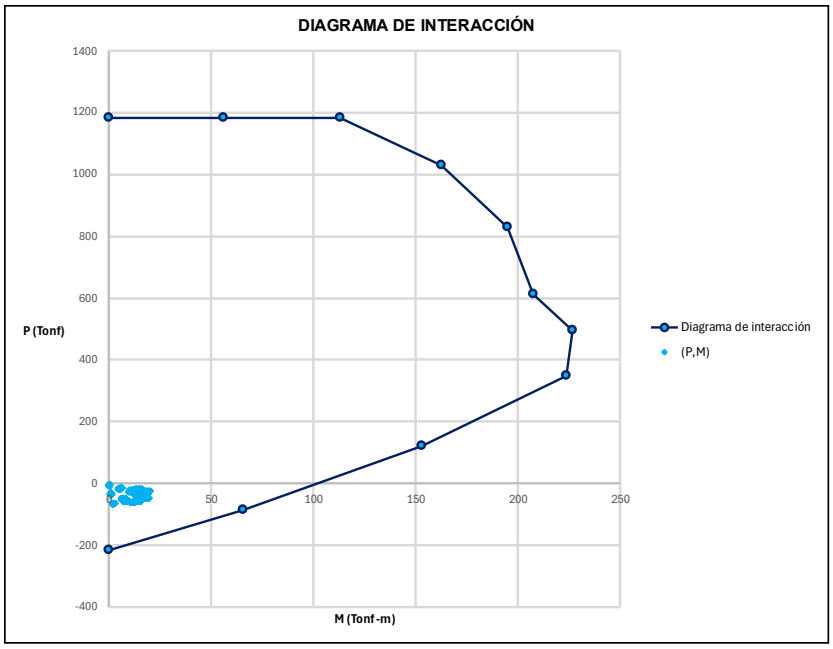


Figura 6.2.3 Chequeo de pilotes.

Tabla 6.2.1 Diseño de pilotes.

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-19											
Frame	DesignSect	DesignType	DesignOpt	Status	Location	PMMCombo	PMMRatio	VMajCombo	VMajRebar	VMinCombo	VMinRebar
1	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,225	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
2	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
3	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,046	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
28	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
29	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
30	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
31	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
32	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
33	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
34	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
35	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
36	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
37	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,204	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
38	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
39	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
40	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
41	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
42	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
43	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,225	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001

44	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
45	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,046	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
46	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
47	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
48	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
49	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
50	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
51	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
52	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
53	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
54	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
55	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,204	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
56	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
57	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
58	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
59	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
60	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
61	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,225	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
62	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
63	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,046	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
64	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
65	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
66	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
67	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
68	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
69	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
70	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
71	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
72	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
73	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,204	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
74	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
75	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
76	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
77	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
78	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
79	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,225	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
80	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
81	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,046	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001

82	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
83	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
84	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
85	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
86	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
87	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
88	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,220	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
89	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
90	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
91	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,204	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
92	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
93	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
94	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,172	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
95	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,082	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
96	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
97	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
98	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,044	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
99	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,047	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
100	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
101	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
102	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
103	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
104	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
105	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
106	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
107	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
108	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
109	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,059	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
110	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
111	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,065	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
112	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
113	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
114	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
115	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
116	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,044	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
117	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,047	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
118	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
119	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001

120	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
121	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
122	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
123	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
124	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
125	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
126	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
127	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,059	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
128	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
129	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,065	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
130	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
131	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
132	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
133	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
134	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,044	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
135	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,047	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
136	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
137	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
138	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
139	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
140	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
141	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
142	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
143	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
144	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
145	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,059	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
146	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
147	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,065	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
148	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
149	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
150	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
151	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
152	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,044	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
153	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,047	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
154	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
155	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
156	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
157	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001

158	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
159	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
160	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,041	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
161	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,045	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
162	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,048	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
163	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,059	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
164	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,062	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
165	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,065	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
166	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,064	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
167	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,067	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001
168	Pilote D=1.2 m (e@30)	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,070	ENVDIS	0,001	ENVDIS	0,001

6.3 Diseño de viga anular.

6.3.1 Diseño a flexión de viga anular

Tabla 6.3.1 Diseño a flexión de viga anular.

DISEÑO A FLEXIÓN

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en viga anular.

1)Propiedades de los materiales.

f'c:	280	kgf/cm2
fy:	4200	kgf/cm2
Es:	2.000.000	kgf/cm2
εy :	0,0021	
m:	17,65	

2)Propiedades geométricas.,

ELEMENTO	VIGA	
b:	70	cm
d:	92,5	cm
h:	100,0	cm
d':	7,5	cm

3)Cuantias

β :	0,85
ρ_{min}:	0,0033
$\rho_{balanceada}$:	0,0286
$\rho_{máx}$:	0,0180

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

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

		M33										
Mu⁻ (ton-cm)		1702,00										
Mu⁺ (ton-cm)	214,00											
K⁻ (ton/cm²)		0,00284										
K⁺ (ton/cm²)	0,0004											
$\phi_{inicial}$		0,90										
	0,90											
$\rho_{calculado}^{-}$		0,0008										
$\rho_{calculado}^{+}$	0,0001											
$\rho_{diseño}^{-}$		0,0033										
$\rho_{diseño}^{+}$	0,0033											
As⁻ (cm²)		21,37										
As⁺ (cm²)	21,37											
a (cm)		5,39										
	5,39											
c (cm)		6,3374										
	6,3374											
c/d (cm/cm)		0,0685										
	0,0685											
ϕ_{real}		0,90										
	0,90											
$\rho_{calculado}^{-}$		0,0008										
$\rho_{calculado}^{+}$	0,0001											
$\rho_{definitivo}^{-}$		0,0033										
$\rho_{definitivo}^{+}$	0,0033											
		1#7 @0.06 m										
As(-) cm2		21,37										
As(+) cm2	21,37											
	1#7 @0.06 m											

Página 1

6.3.2 Chequeo a cortante de la viga anular.

Tabla 6.3.2 Chequeo a cortante de viga anular.

P R O Y E C T O :	El curval			**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 viga anular.				

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:	**70**	cm	f'c:	**280**	kgf/cm^2	Usar N°	**4**
d:	**92,5**	cm	fy:	**4200**	kgf/cm^2	# ramas:	**2**
h:	**100,0**	cm	ϕ:	**0,75**		Av (cm^2):	**2,54**

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:	**10,72**	tonf		
Vc:	**57,42**	tonf	**OK**	CHEQUEO
ϕVc:	**43,07**	tonf		
Vs:	**0,00**	tonf		

7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO.

7.1 Chequeo de fuerza axial en pilotes.

Tabla 7.1.1 Chequeo fuerza axial admisible de pilotes.

TABLE: Chequeo de fuerza axial admisible en pilotes								
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Fx	Fy	Fz	Fadm	CHEQUEO
Text	Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	
62	ENVSER	Combination	Max	0,39	0,39	43,00	85,00	OK
62	ENVSER	Combination	Min	-0,36	-0,36	20,41	85,00	OK
65	ENVSER	Combination	Max	0,40	0,43	44,54	85,00	OK
65	ENVSER	Combination	Min	-0,37	-0,38	20,05	85,00	OK
68	ENVSER	Combination	Max	0,71	0,44	69,23	85,00	OK
68	ENVSER	Combination	Min	-0,36	-0,37	27,65	85,00	OK
71	ENVSER	Combination	Max	0,43	0,40	44,54	85,00	OK
71	ENVSER	Combination	Min	-0,38	-0,37	20,05	85,00	OK
74	ENVSER	Combination	Max	0,58	0,58	65,92	85,00	OK
74	ENVSER	Combination	Min	-0,31	-0,31	27,77	85,00	OK
77	ENVSER	Combination	Max	0,44	0,71	69,23	85,00	OK
77	ENVSER	Combination	Min	-0,37	-0,36	27,65	85,00	OK
80	ENVSER	Combination	Max	0,36	0,39	43,00	85,00	OK
80	ENVSER	Combination	Min	-0,39	-0,36	20,41	85,00	OK
83	ENVSER	Combination	Max	0,38	0,40	44,54	85,00	OK
83	ENVSER	Combination	Min	-0,43	-0,37	20,05	85,00	OK
86	ENVSER	Combination	Max	0,37	0,71	69,23	85,00	OK
86	ENVSER	Combination	Min	-0,44	-0,36	27,65	85,00	OK
628	ENVSER	Combination	Max	0,37	0,43	44,54	85,00	OK
628	ENVSER	Combination	Min	-0,40	-0,38	20,05	85,00	OK
631	ENVSER	Combination	Max	0,31	0,58	65,92	85,00	OK
631	ENVSER	Combination	Min	-0,58	-0,31	27,77	85,00	OK
634	ENVSER	Combination	Max	0,36	0,44	69,23	85,00	OK
634	ENVSER	Combination	Min	-0,71	-0,37	27,65	85,00	OK
637	ENVSER	Combination	Max	0,36	0,36	43,00	85,00	OK
637	ENVSER	Combination	Min	-0,39	-0,39	20,41	85,00	OK
640	ENVSER	Combination	Max	0,37	0,38	44,54	85,00	OK
640	ENVSER	Combination	Min	-0,40	-0,43	20,05	85,00	OK
643	ENVSER	Combination	Max	0,36	0,37	69,23	85,00	OK
643	ENVSER	Combination	Min	-0,71	-0,44	27,65	85,00	OK
646	ENVSER	Combination	Max	0,38	0,37	44,54	85,00	OK
646	ENVSER	Combination	Min	-0,43	-0,40	20,05	85,00	OK

649	ENVSER	Combination	Max	0,31	0,31	65,92	85,00	OK
649	ENVSER	Combination	Min	-0,58	-0,58	27,77	85,00	OK
652	ENVSER	Combination	Max	0,37	0,36	69,23	85,00	OK
652	ENVSER	Combination	Min	-0,44	-0,71	27,65	85,00	OK
655	ENVSER	Combination	Max	0,39	0,36	43,00	85,00	OK
655	ENVSER	Combination	Min	-0,36	-0,39	20,41	85,00	OK
658	ENVSER	Combination	Max	0,43	0,37	44,54	85,00	OK
658	ENVSER	Combination	Min	-0,38	-0,40	20,05	85,00	OK
661	ENVSER	Combination	Max	0,44	0,36	69,23	85,00	OK
661	ENVSER	Combination	Min	-0,37	-0,71	27,65	85,00	OK
664	ENVSER	Combination	Max	0,40	0,38	44,54	85,00	OK
664	ENVSER	Combination	Min	-0,37	-0,43	20,05	85,00	OK
667	ENVSER	Combination	Max	0,58	0,31	65,92	85,00	OK
667	ENVSER	Combination	Min	-0,31	-0,58	27,77	85,00	OK
670	ENVSER	Combination	Max	0,71	0,37	69,23	85,00	OK
670	ENVSER	Combination	Min	-0,36	-0,44	27,65	85,00	OK

7.2 Deformaciones.

7.2.1 Deformación en direccción X.

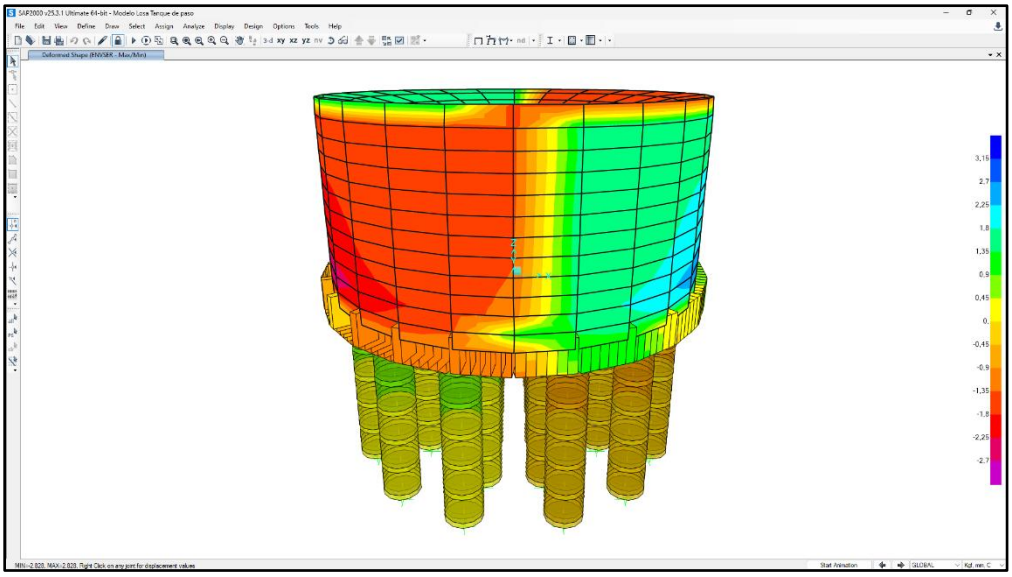


Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (mm).

7.2.2 Deformación en direccción Y.

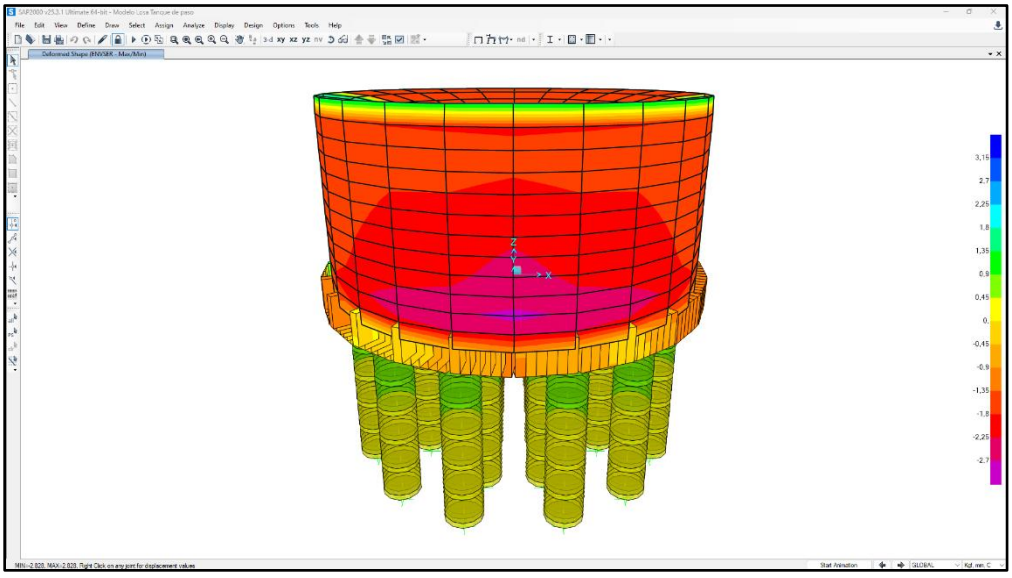


Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (mm).

7.2.3 Deformación en direccción Z.

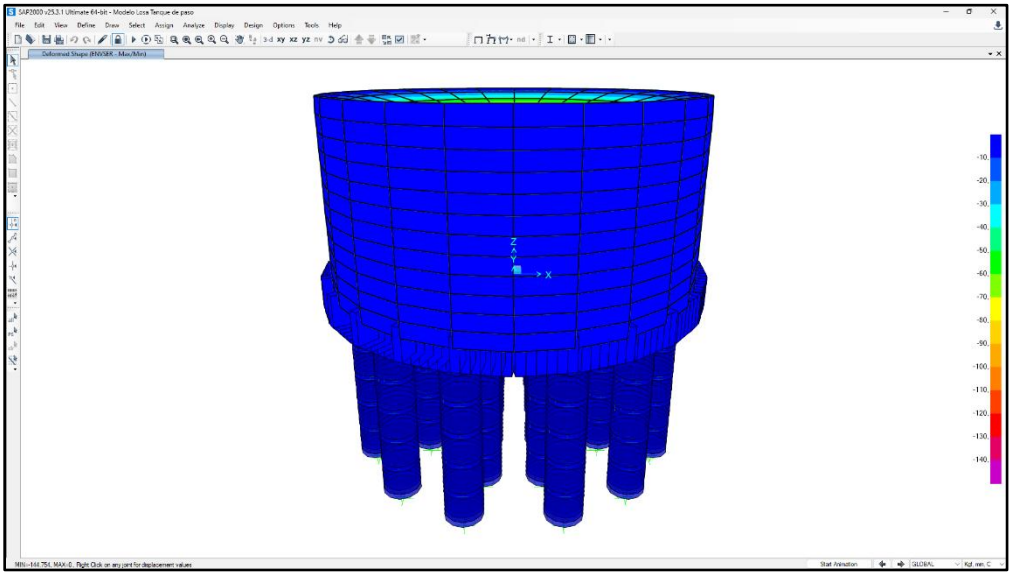


Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (mm).