MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

ESTRUCTURA TANQUE AQUIETAMIENTO Y CANAL DE ENTRADA
PTAP EL CURVAL
SANTA MARTA-MAGDALENA

Por:

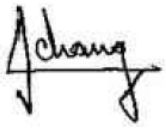
Gustavo A. Chang Nieto
Ing. Civil, MSc Estructuras
Matricula N° 1320272728BLV

Presentado a:

ALCALDIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA ENERO 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DOCUMENTO: MEMORIAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PARA TANQUE AQUIETAMIENTO Y CANAL DE ENTRADA PTAP EL CURVALDE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DENOMINADA EL CURVAL EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA					
Código del documento: CURSAM_AC_D_IN_03_EstrCanalEnt_V2					
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 8
1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 10
1.1 Losa de cimentación. 10
1.2 Muros tanque de aquietamiento y canal de entrada. 11
1.3 Losa de fondo tanque de aquietamiento y canal de entrada. 12
1.4 Losa superior tanque de aquietamiento. 13
1.5 Pilotes. 14
1.6 Viga de cimentación Pilotes. 15
1.7 Viga de pórtico. 16
1.8 Columnas 0.60 x0.60 m. 17
2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS 18
2.1 carga peso propio (PP). 18
2.2 Evaluación de la presión hidrostática en tanque de aquietamiento (F1). 19
2.3 Evaluación de la presión hidrostática en el canal entrada (F2). 20
2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanque de aquietamiento ACI 350-06. 21
2.5 Movimientos sísmicos de diseño. 33
2.6 Chequeo de flotación (subpresión). 34
2.7 Presión activa de suelos en condiciones sísmicas. 34
2.7 Evaluación del módulo de reacción del suelo. 35
3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2) 39
3.1 Combinaciones para diseño estructural. 40
3.2 Combinaciones para chequeo a servicio. 42
4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3). 43
4.1 Concreto (Art. C.5.2). 43
4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5). 43
4.3 Perfiles de acero. 43
4.4 Soldadura. 43
4.5 Pernos. 43
5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS. 44
5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1). 44
5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2). 44
6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS. 45
6.1 Diseño losa de fundación. 45
6.1.1 Diseño a flexión losa de fundación. 45
6.1.2 Chequeo de fisuración losa de fundación (NSR-10 C.23-C.9.2). 47
6.1.3 Chequeo a cortante losa de fundación. 48
6.2 Diseño de muros tanque de aquietamiento y canal de entrada. 51
6.2.1 Diseño a flexión muros. 51

6.2.2 Chequeo de fisuración muros (NSR-10 C.23-C.9.2). 53
6.2.3 Chequeo a cortante muros. 54
6.3 Diseño losa de fondo tanque de aquietamiento y canal de entrada. 56
6.3.1 Diseño a flexión losa. 56
6.3.2 Chequeo de fisuración losa de fondo (NSR-10 C.23-C.9.2). 58
6.3.3 Chequeo a cortante losa de fondo. 59
6.4 Diseño pilotes. 61
6.4.1 Diseño a flexo-compresión y cortante. 61
6.5 Diseño columnas 0.60x0,6 m. 65
6.5.1 Diseño a flexo-compresión. 65
6.5.2 Diseño a cortante. 69
6.6 Diseño vigas de pórtico 0.50x0.5 m. 70
6.6.1 Diseño a flexión. 70
6.6.2 Diseño a cortante. 72
6.7 Diseño vigas de cimentación 1.20x1.0 m. 75
6.7.1 Diseño a flexión. 75
6.7.2 Diseño a cortante. 76
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 78
7.1 Chequeo de fuerza axial en pilotes. 78
7.2 Deformaciones. 79
7.2.1 Deformación en direccción X. 79
7.2.2 Deformación en direccción Y. 79
7.2.3 Deformación en direccción Z. 80

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.2.1 Evaluación presión hidrostática tanque de aquietamiento (F1). 19
Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática en el canal de entrada (F2). 20
Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de aquietamiento. 21
Tabla 2.5.1 Evaluación del espectro de aceleración. 33
Tabla 2.7.1 Evaluación de los resortes asignados. 37
Tabla 2.7.2 Resortes asignados a los pilotes. 37
Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño. 40
Tabla 3.1.2 Combinaciones de diseño SAP2000. 40
Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio. 42
Tabla 6.1.1 Diseño a flexión losa de fondo. 46
Tabla 6.1.2 Chequeo fisuración losa de fundación. 47
Tabla 6.1.3 Fuerza axial última en pilotes chequeo a cortante losa de fondo. 48
Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de fondo. 49
Tabla 6.2.1 Diseño a flexión muros. 52
Tabla 6.2.2 Chequeo fisuración muros. 53
Tabla 6.2.3 Chequeo a cortante muros. 55
Tabla 6.3.1 Diseño a flexión losa de fondo. 57
Tabla 6.3.2 Chequeo fisuración losa de fondo. 58
Tabla 6.3.3 Chequeo a cortante muros. 60
Tabla 6.4.1 Solicitaciones en pilotes. 62
Tabla 6.5.1 Solicitaciones en columnas. 66
Tabla 7.1.1 Chequeo fuerza axial admisible de pilotes. 78

ÍNDICE DE TABLA

Figura a. Isométrico tanque aquietamiento y canal de entrada. 8
Figura 1.1.1 Losa de cimentación t=1.05 m. 10
Figura 1.1.2 Sección losa de cimentación. 10
Figura 1.2.1 Muros laterales. 11
Figura 1.2.2 Sección muro lateral. 11
Figura 1.3.1 Losa de fondo. 12
Figura 1.3.2 Sección losa de fondo. 12
Figura 1.4.1 Losa superior tanque de aquietamiento. 13
Figura 1.4.2 Sección losa tanque de aquietamiento. 13
Figura 1.5.1 Pilotes de 0.50 m. 14
Figura 1.5.2 Sección pilote 0.50 m. 14
Figura 1.6.1 Viga de cimentación. 15
Figura 1.6.2 Sección viga de cimentación. 15
Figura 1.7.1 Viga de pórtico. 16
Figura 1.7.2 Sección viga de pórtico. 16
Figura 1.8.1 Columnas de concreto. 17
Figura 1.8.2 Sección columna de concreto. 17
Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio. 18
Figura 2.2.1 Asignación presión hidrostática en tanque de aquietamiento (F1). 19
Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en el canal de entrada (F2). 20
Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X + ... 31
Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X - 31
Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica Y + ... 32
Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica Y - 32
Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo. 35
Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura. 36
Figura 2.7.3 Modelo con resortes. 38
Figura 5.1.1 VISTA 1. 44
Figura 5.1.2 VISTA 2. 44
Figura 6.1.1 M11 losa de fundación. 45
Figura 6.1.2 M22 losa de fundación. 45
Figura 6.2.1 M11 muros. 51
Figura 6.2.2 M22 muros. 51
Figura 6.2.3 V13 muros. 54
Figura 6.2.4 V23 muros. 54
Figura 6.3.1 M11 losa fondo. 56
Figura 6.3.2 M22 losa fondo. 56
Figura 6.3.3 V13 losa de fondo. 59
Figura 6.3.4 V23 losa de fondo. 59
Figura 6.4.1 Sección transversal pilotes. 61
Figura 6.4.2 Acero de refuerzo en pilotes. 61
Figura 6.4.3 Chequeo de pilotes. 62

Figura 6.5.1 Sección transversal columnas. 65
Figura 6.5.2 Acero de refuerzo en columnas. 65
Figura 6.5.3 Chequeo de columnas. 66
Figura 6.6.1 Diagrama de momento flector vigas de pórtico. 70
Figura 6.6.2 Diseño a flexión vigas pórtico. 70
Figura 6.6.3 Diagrama de cortante vigas de pórtico. 72
Figura 6.6.4 Diseño a cortante vigas pórtico. 73
Figura 6.7.1 Diagrama de momento flector vigas de cimentación. 75
Figura 6.7.2 Diseño a flexión vigas pórtico. 75
Figura 6.7.3 Diagrama de cortante vigas de cimentación. 76
Figura 6.7.4 Diseño a cortante viga cimentación. 77
Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (cm). 79
Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (cm). 79
Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (cm). 80

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene las memorias de cálculo estructural de un tanque de aquietamiento y un canal de entrada en concreto reforzado de la planata de tratamiento El Curval. El tanque de aquietamiento tiene una dimensión en planta 1.0m x 1.60 m y altura de 6.20 m, el canal tiene una sección transversal de 1.60m de ancho y alto de 1.05 m y una longitud de 6.10 m.

La estructura va a estar sometido a empujes hidrostáticos, hidrodinámicos, cargas vivas y muertas, no hay empujes activos o pásivos 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.

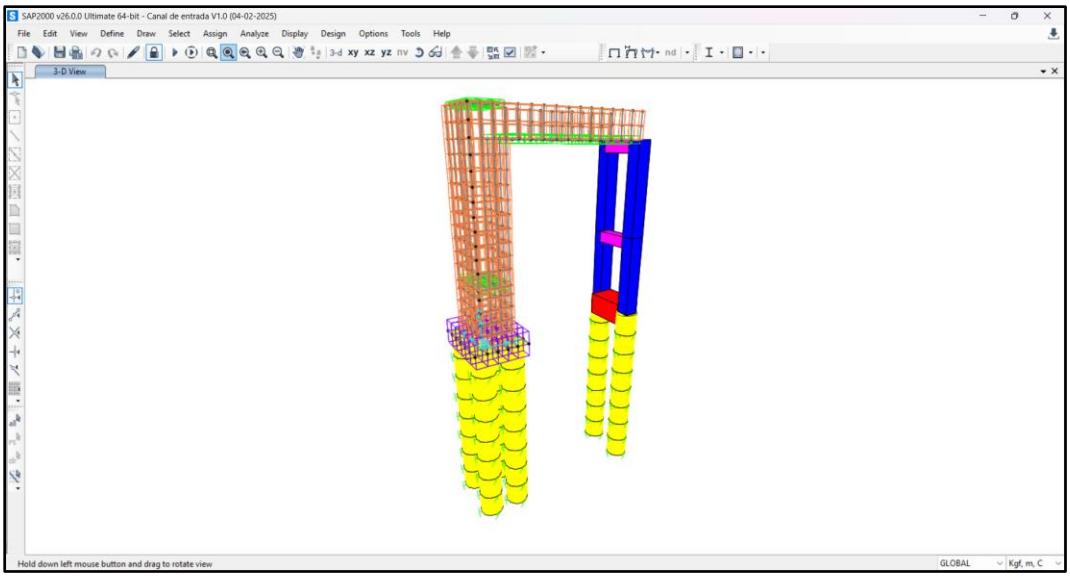


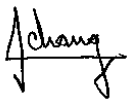
Figura a. Isométrico tanque aquietamiento y canal de entrada.

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 y muros, 21 MPa para los pilotes, barras de acero 420 MPa, perfiles de acero ASTM A572 GR 50.

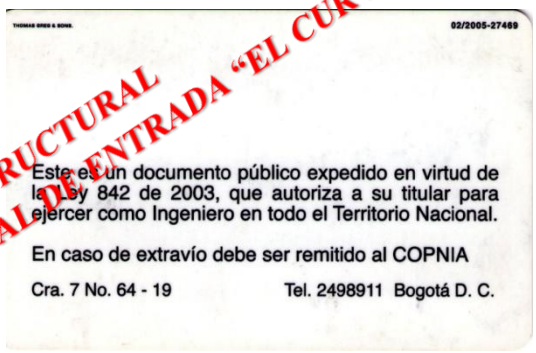
El programa de análisis empleado es el SAP 2000 v25®, es un software de analisis y diseño estructural muy versatil que se emplea para modelar edificos, puentes, estadios, presas, tanques, edificaciones industriales y maritimas. Emplea los

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





VALIDO DISEÑO ESTRUCTURAL
TANQUE DE AQUIETAMIENTO Y CANAL DE ENTRADA "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 fondo de 1.05 m.

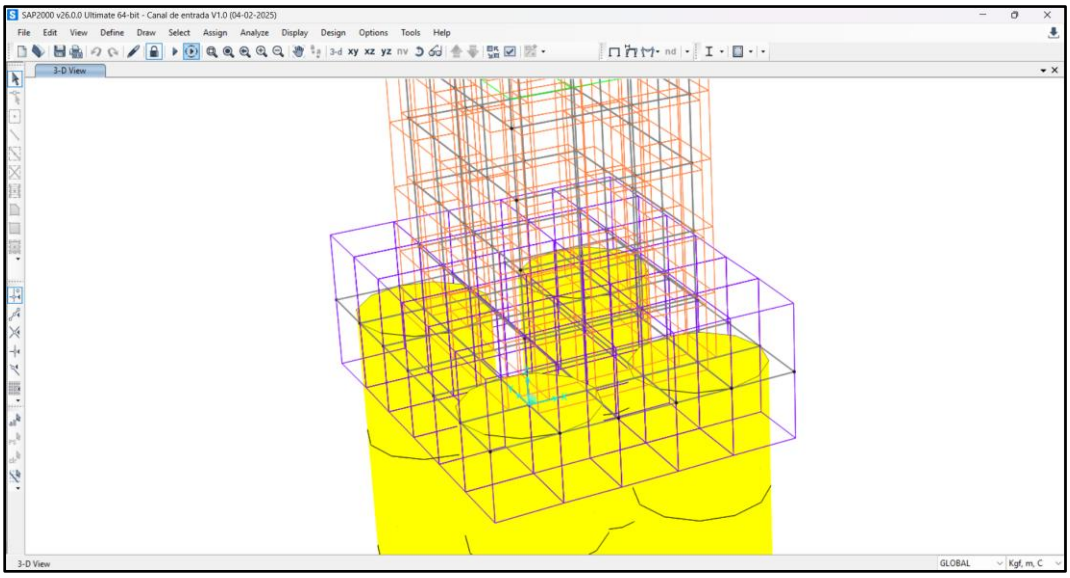


Figura 1.1.1 Losa de cimentación t=1.05 m.

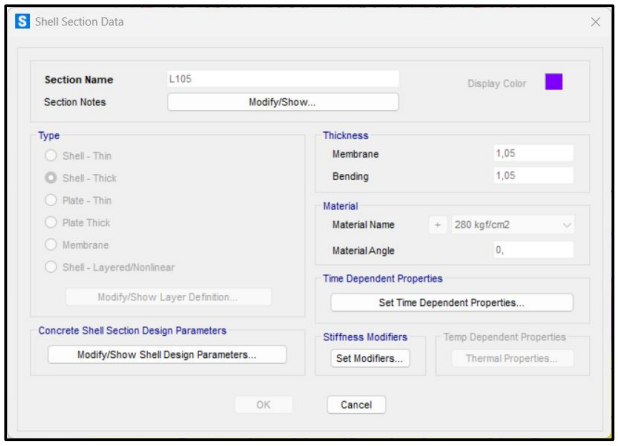


Figura 1.1.2 Sección losa de cimentación.

1.2 Muros tanque de aquietamiento y canal de entrada.

Los muros de concreto reforzado tienen espesores de 0.30 m.

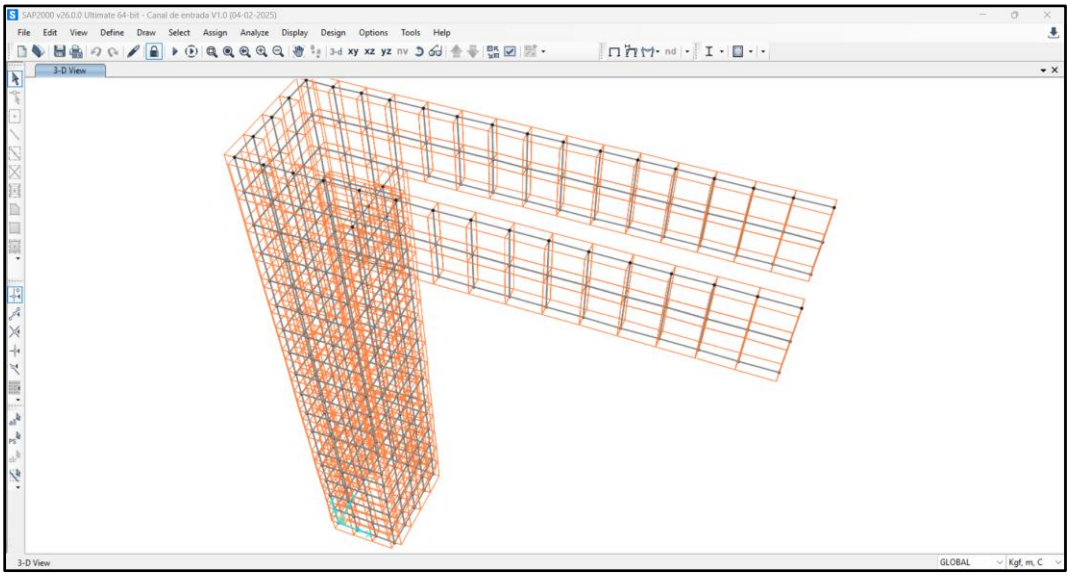


Figura 1.2.1 Muros laterales.

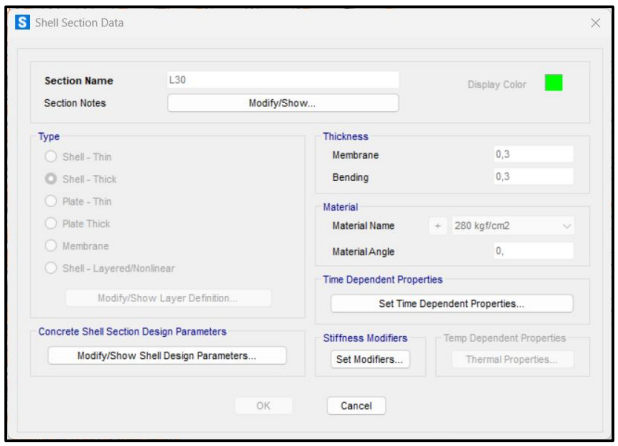


Figura 1.2.2 Sección muro lateral.

1.3 Losa de fondo tanque de aquietamiento y canal de entrada.

Losa de fondo tiene espesor de 0.30 m.

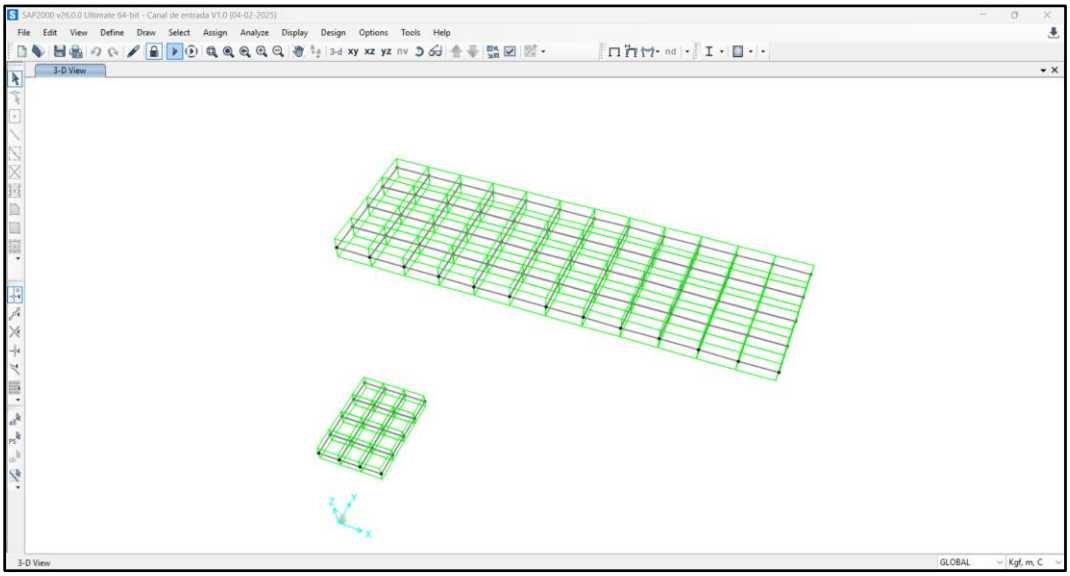


Figura 1.3.1 Losa de fondo.

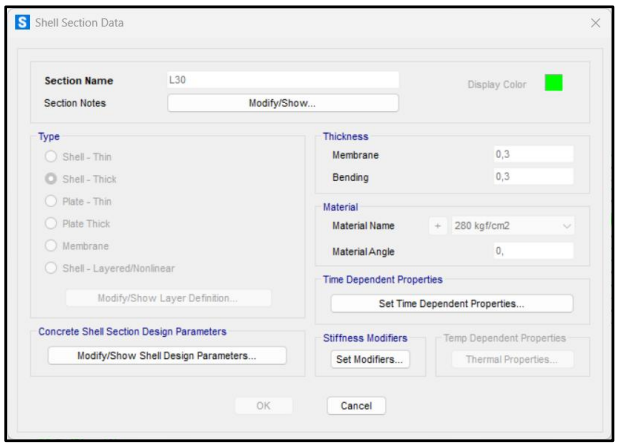


Figura 1.3.2 Sección losa de fondo.

1.4 Losa superior tanque de aquietamiento.

Los muros de concreto reforzado tienen espesores de 0.30 m.

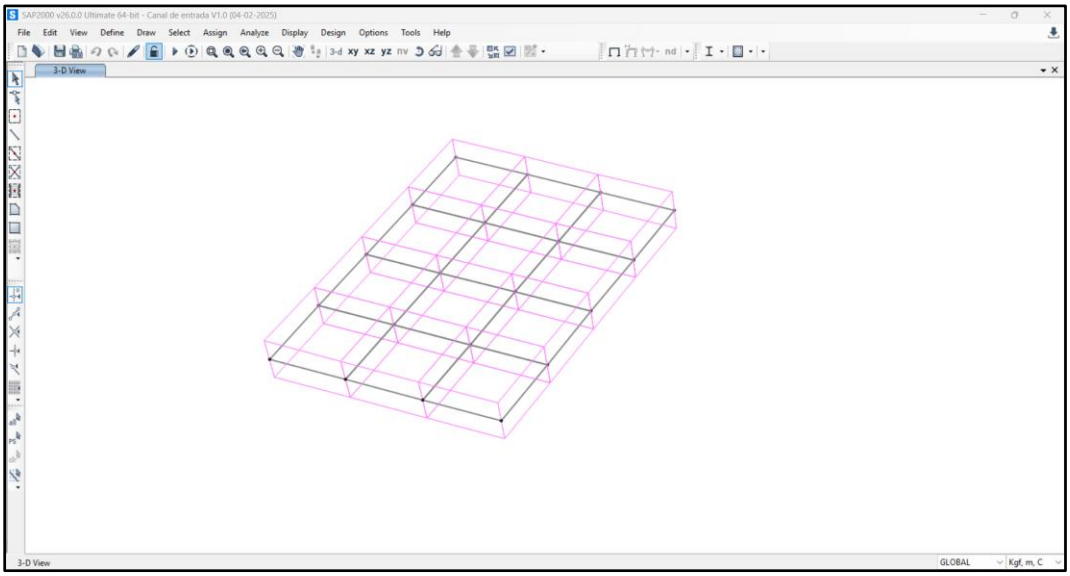


Figura 1.4.1 Losa superior tanque de aquietamiento.

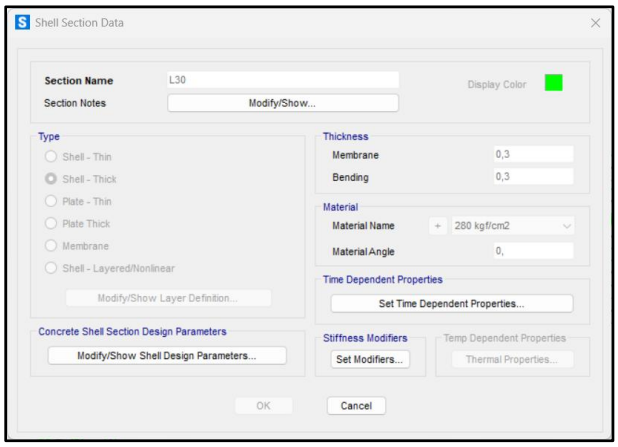


Figura 1.4.2 Sección losa tanque de aquietamiento.

1.5 Pilotes.

Los pilotes de 1.00 m de diámetro y 8.00 m de longitud.

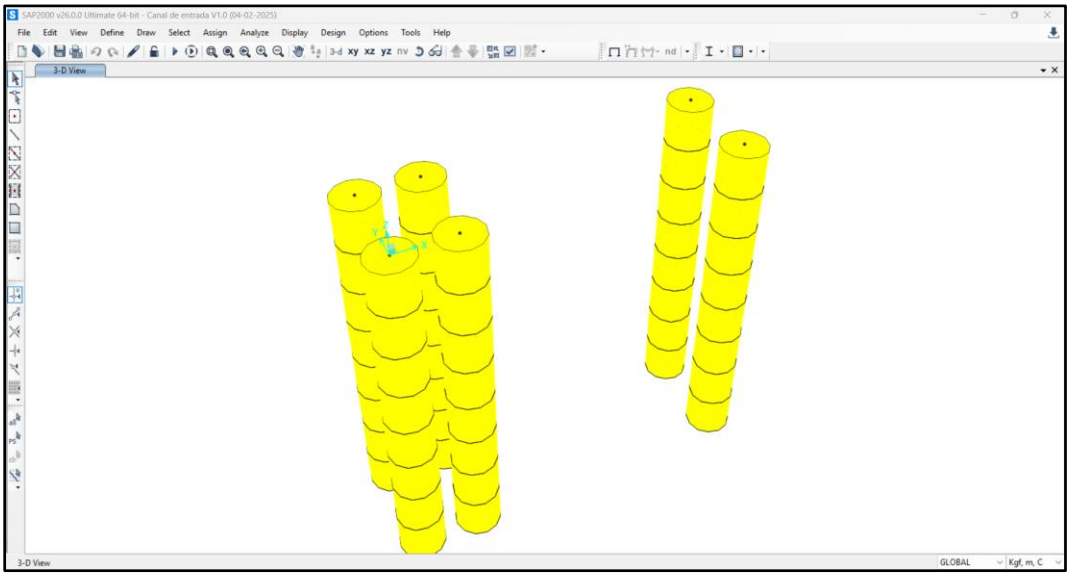


Figura 1.5.1 Pilotes de 0.50 m.

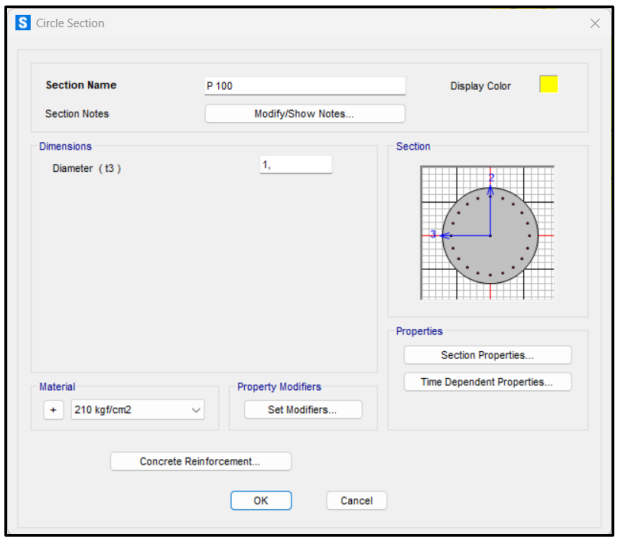


Figura 1.5.2 Sección pilote 0.50 m.

1.6 Viga de cimentación Pilotes.

Base de 1.20 m y altura de 1.00 m.

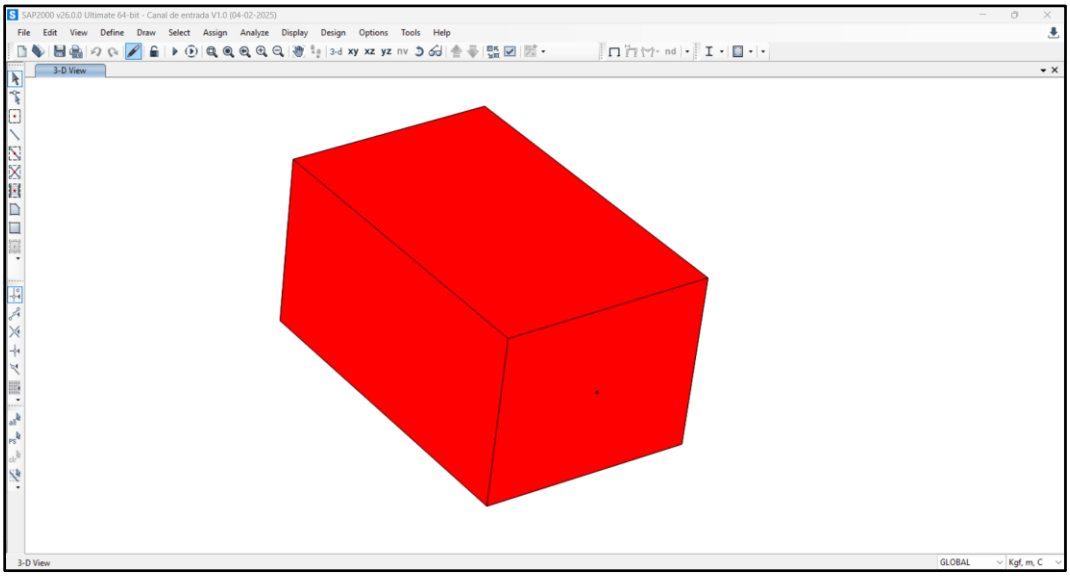


Figura 1.6.1 Viga de cimentación.

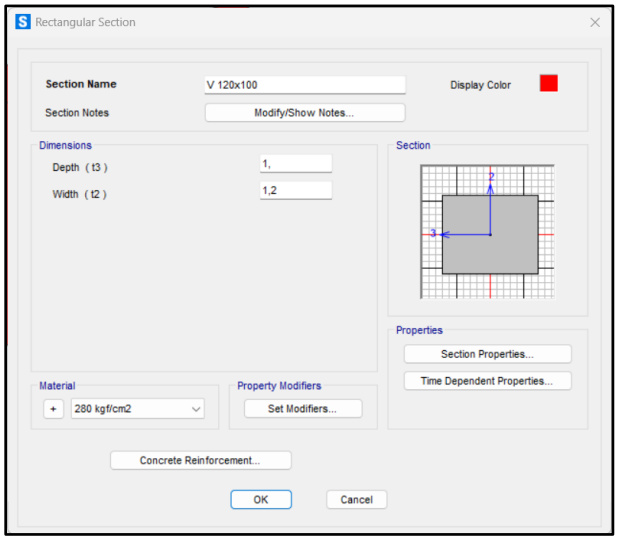


Figura 1.6.2 Sección viga de cimentación.

1.7 Viga de pórtico.

Base de 0.50 m y altura de 0.50 m.

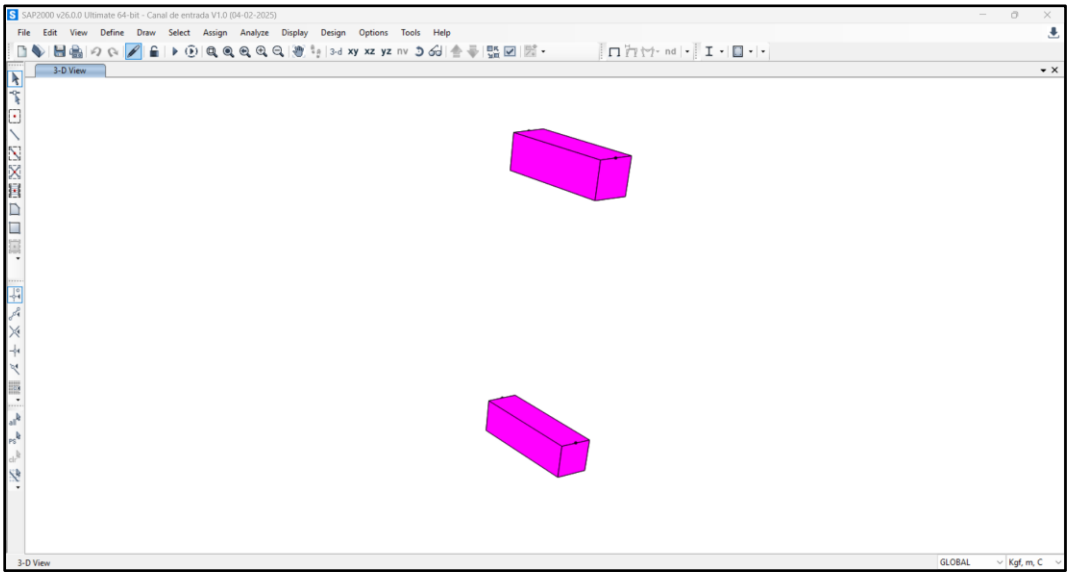


Figura 1.7.1 Viga de pórtico.

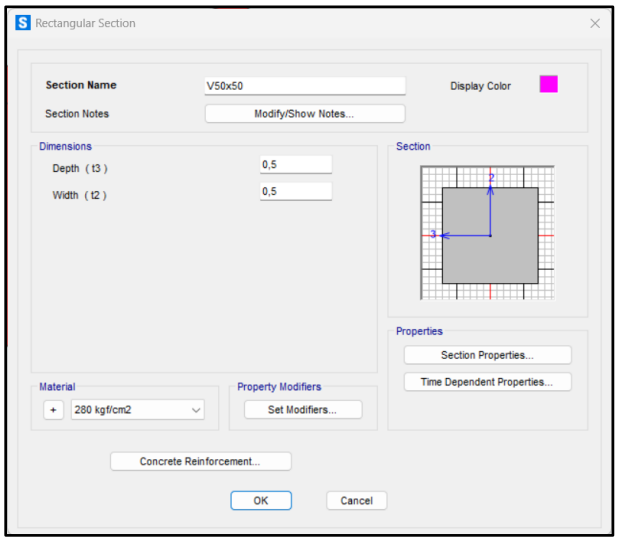


Figura 1.7.2 Sección viga de pórtico.

1.8 Columnas 0.60 x0.60 m.

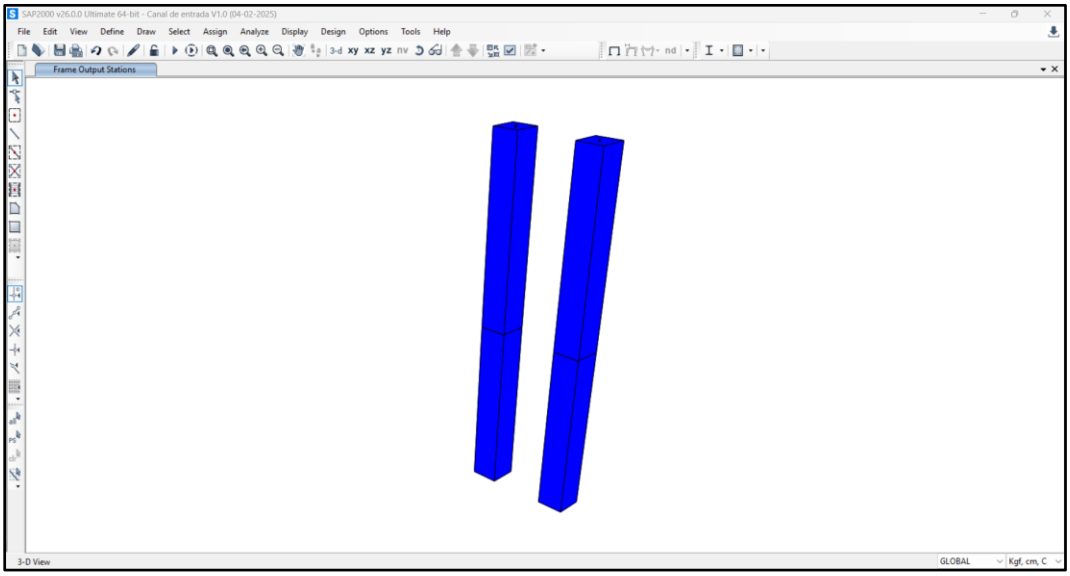


Figura 1.8.1 Columnas de concreto.

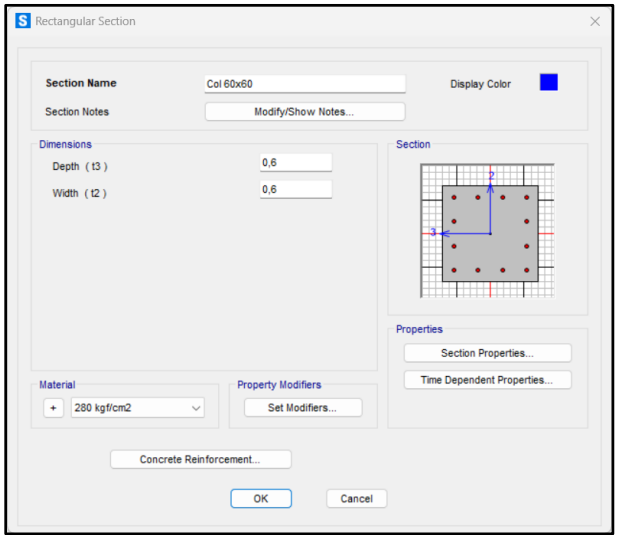


Figura 1.8.2 Sección columna de concreto.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 carga peso propio (PP).

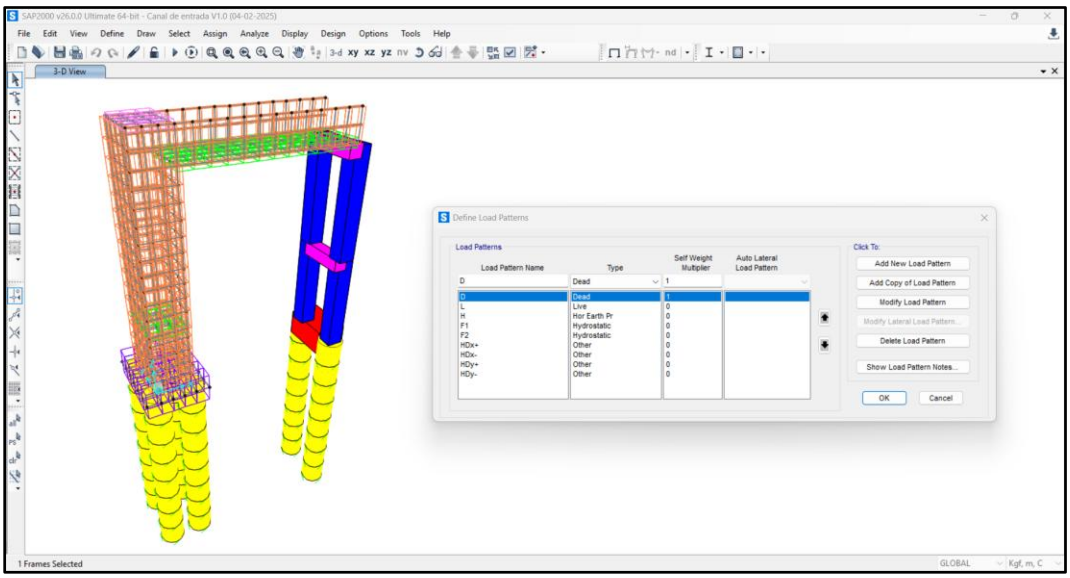


Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio.

2.2 Evaluación de la presión hidrostática en tanque de aquietamiento (F1).

El tanque de aquietamiento tiene una cabeza de agua de 6.20 m, se evaluan los valores a asignar en el joint patterns.

Tabla 2.2.1 Evaluación presión hidrostática tanque de aquietamiento (F1).

PRESIÓN HIDROSTÁTICA TANQUE DE AQUIETAMIENTO F1 (h=6.20 m)

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

h (m)	Presión (kgf/m2)
0,00	0
1,00	1000
2,00	2000
3,00	3000
4,00	4000
5,00	5000
6,00	6000
6,20	6200

MATRIZ

C	D		ind
8,55	1,0	=	0,0
2,35	1,0	=	6200,0

TERMINOS INDEPENDIENTES

MATRIZ INVERSA

0,2	-0,2
-0,4	1,4

CONSTANTES

C=	-1000,0
D=	8550,0

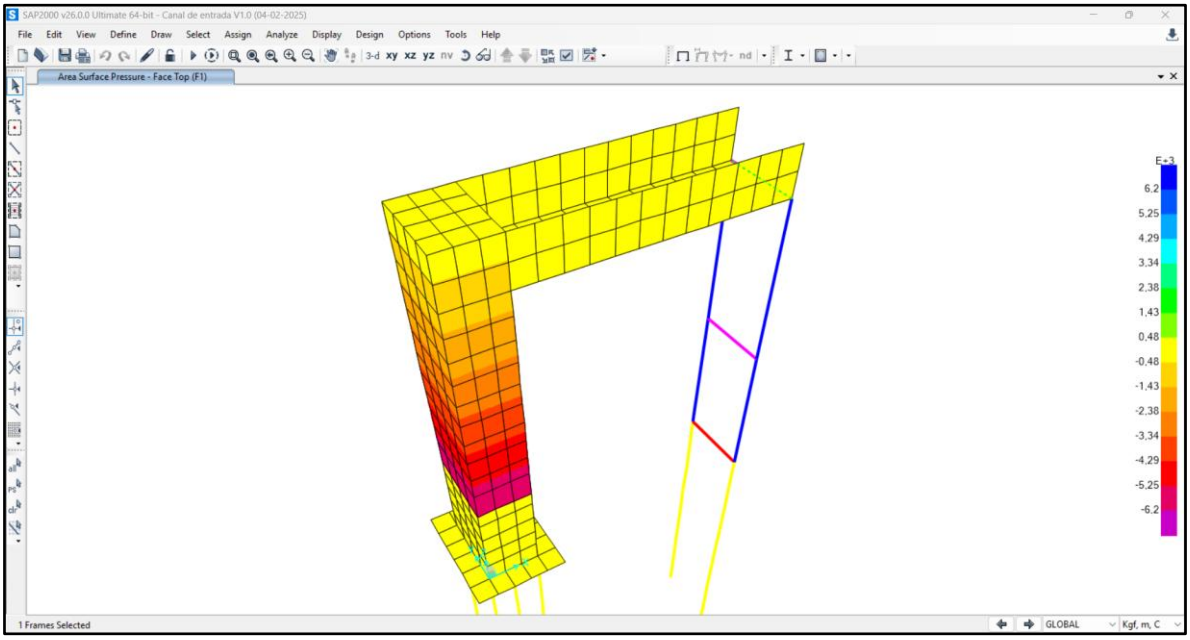


Figura 2.2.1 Asignación presión hidrostática en tanque de aquietamiento (F1).

2.3 Evaluación de la presión hidrostática en el canal entrada (F2).

El canal de entrada tiene una altura de 0.53 m en la lámina de agua, se evaluan los valores a asignar en el joint patterns.

Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática en el canal de entrada (F2).

PRESIÓN HIDROSTÁTICA CANAL DE ENTRADA F2 (h=0.53 m)

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

h (m)	Presión (kgf/m2)
0,00	0
0,53	530

MATRIZ

C	D
8,03	1,0
7,50	1,0

TERMINOS INDEPENDIENTES

ind
0,0
530,0

MATRIZ INVERSA

1,9	-1,9
-14,2	15,2

CONSTANTES

C=	-1000,0
D=	8030,0

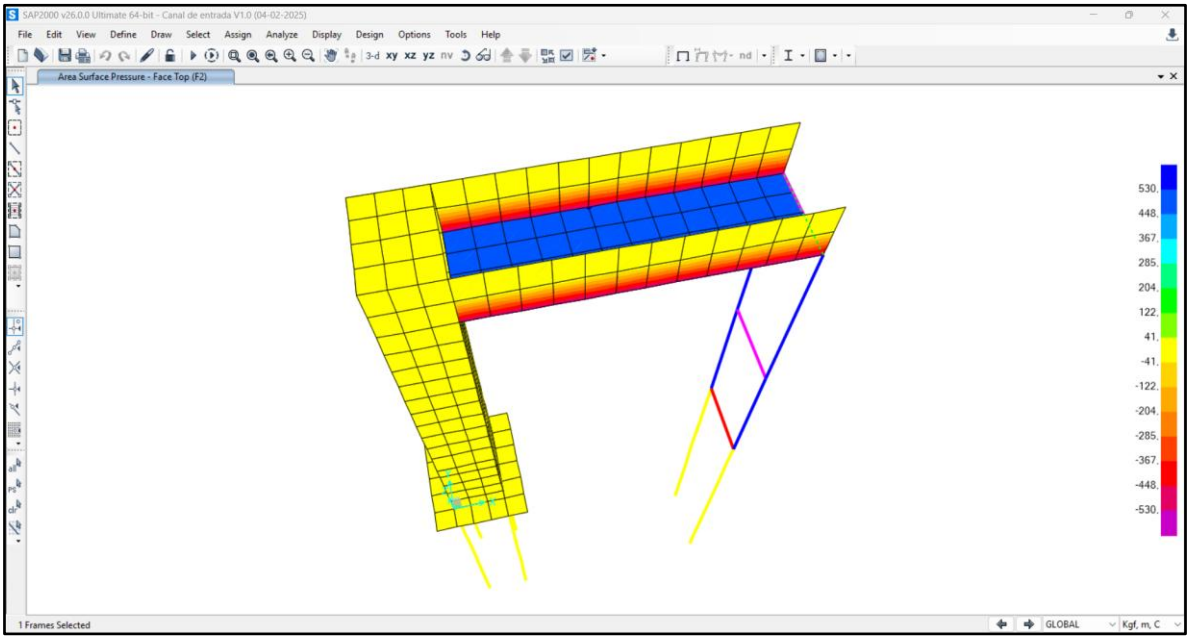


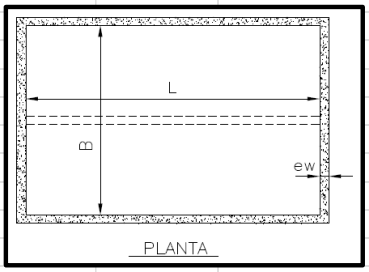
Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en el canal de entrada (F2).

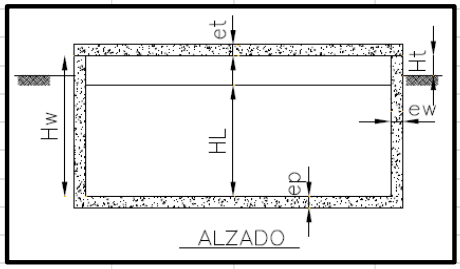
2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanque de aquietamiento ACI 350-06.

Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de aquietamiento.

DISEÑO SÍSMICO ACI 350.3-06

SENTIDO X





GEOMETRIA DEL TANQUE		
Longitud de Análisis (L) =	1,60	m
Longitud Perpendicular (B)=	1,00	m
Altura del Muro (H_w) =	6,20	m
Espesor del muro (t_w) =	0,3	m
Nivel de Agua (H_L) =	6,20	m

$\frac{L}{HL} =$ 0,26

PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS		
Concreto (f_c) =	28,00	MPa
Módulo de elásticidad (E_c) =	24870,06	MPa
Peso especifico concreto (γ_c) =	24,00	KN/m3
Densidad del liquido (γ_w) =	10,00	KN/m3

MOVIMIENTOS SÍSMICOS	
Aa =	0,15
Fa=	1,50
Av=	0,10
Fv =	2,40
I =	1,25

Tabla 4.1.1 (a) Factor de Importancia I

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1.5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de emergencia después de un sismo o tanques que son parte de sistemas vitales	1.25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA

R_i =	2,00
R_c =	1,00

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA, R

Tipo de estructura	R_i Superficial	R_i Enterrado	R_c
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

PESOS EQUIVALENTES POR ACELERACIÓN DE AGUA

$$W_L = L \cdot L_p \cdot H_L \cdot \gamma$$

Peso líquido — W_L = 99,20 KN

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh\left[0.866 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]}{0.866 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)}$$

$\frac{W_i}{W_L}$ = 0,9837

Peso impulsivo — W_i = 97,58 KN

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right) \cdot \tanh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]$$

$\frac{W_c}{W_L}$ = 0,0681

Peso Convectivo — W_c = 6,76 KN

ALTURAS AL CENTRO DE GRAVEDAD

$$\frac{L}{H_L} < 1.333; \quad \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)$$
$$\frac{L}{H_L} \geq 1.333; \quad \frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

$\frac{h_i}{H_L}$ = 0,4758

Altura Peso Impulsivo — h_i = 2,95 m

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right) \cdot \sinh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]}$$

$\frac{h_c}{H_L}$ = 0,9183

Altura Peso Convectivo — h_c = 5,69 m

COEFICIENTE EFECTIVO DE MASA

$$\varepsilon = \left[0.0151 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right) + 1.021\right] \leq 1.00$$

ε = 0,9728

PROPIEDADES DINAMICAS

$$m_i = \left(\frac{W_t}{W_L}\right)\cdot\left(\frac{L}{2}\right)\cdot H_L\cdot\rho_L$$

$$m_w = H_w\cdot\frac{t_w}{10^3}\cdot\rho_c$$

$$h = \frac{(h_w\cdot m_w + h_i\cdot m_i)}{(m_w + m_i)} \qquad k = \frac{H_w\cdot E_c}{4\times10^6}\cdot\frac{t_w^3}{h^2\cdot(H_w-h)^2}$$

$$w_i = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$m = m_w + m_i$$

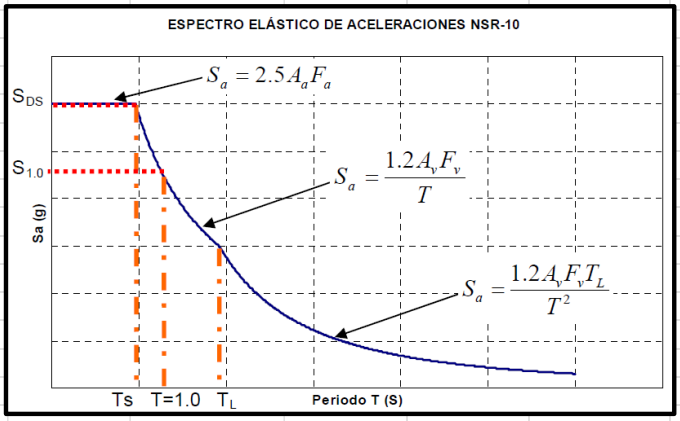
$$T_i = \frac{2\pi}{w_i} = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\lambda = \sqrt{3.16\cdot g\cdot\tanh\left[3.16\cdot\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]}$$

$$w_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \qquad Ti = \frac{2\cdot\pi}{w_c}$$

m_i =	4,879	KN*s2/m4
m_w =	4,464	KN*s2/m4
m =	9,343	KN*s2/m4
h_w =	3,1	m
h =	3,022	m
k =	45137,79	KPa
ω_i =	69,507	rad/s
T_i =	0,090	s
λ =	5,565	
ω_c =	4,399	rad/s
T_c =	1,428	s

FACTORES DE AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL



$$T_s = \frac{S_{1.0}}{S_{DS}} = \frac{1.2A_vF_v}{2.5A_aF_a} = 0.48\frac{A_vF_v}{A_aF_a}$$

$S_{1.0}$ =	0,288	
S_{DS} =	0,563	
T_S =	0,51	s

COEFICIENTE C_i

$Para\ T_i \le T_s \quad C_i \le S_{Ds}$

$Para\ T_i > T_s \quad C_i = \frac{S_{1.0}}{T_i} \le S_{DS}$

C_i = 0,5625

COEFICIENTE C_c

$Para\ T_c \le \frac{1.60}{T_s} \quad C_c = \frac{1.5S_{1.0}}{T_c} \le 1.5S_{Ds}$

$Para\ T_c > \frac{1.60}{T_s} \quad C_c = \frac{2.4S_{DS}}{T_c^2}$

C_c = 0,3025

COEFICIENTE C_t

$C_t = 0.40S_{Ds}$

C_t = 0,225

FUERZA TOTAL IMPULSIVA Y CONVECTIVA

$P_i = C_i * I * \left[\frac{W_i}{R_i}\right]$ P_i = 34,31 KN

$P_c = C_c * I * \left[\frac{W_c}{R_c}\right]$ P_c = 2,6 KN

PRESIÓN HIDRODINAMICA IMPULSIVA

$p_{iy} = \left(\frac{P_i}{2B}\right)\frac{\left[4H_L - 6h_i - \left(6H_L - 12h_i\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$

$P_{i\ y=HL}$ = 2,36 KN/m2

$P_{i\ y=0}$ = 3,17 KN/m2

PRESIÓN HIDRODINAMICA CONVECTIVA

$p_{cy} = \left(\frac{P_c}{2B}\right)\frac{\left[4H_L - 6h_c - \left(6H_L - 12h_c\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$

$P_{c\ y=HL}$ = 0,72 KN/m2

$P_{c\ y=0}$ = -0,31 KN/m2

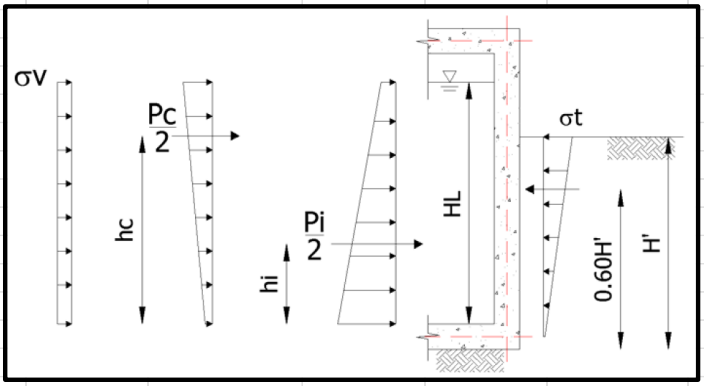
PRESIÓN HIDRODINAMICA POR EFECTO DE LA ACELERACIÓN VERTICAL

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

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy}$$

b =	0,667	
$\ddot{u}_v$ =	0,113	
$P_{v\ y=HL}$ =	0,0	KN/m2
$P_{v\ y=0}$ =	7,0	KN/m2

DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIONES HIDRODINAMICAS SOBRE MURO

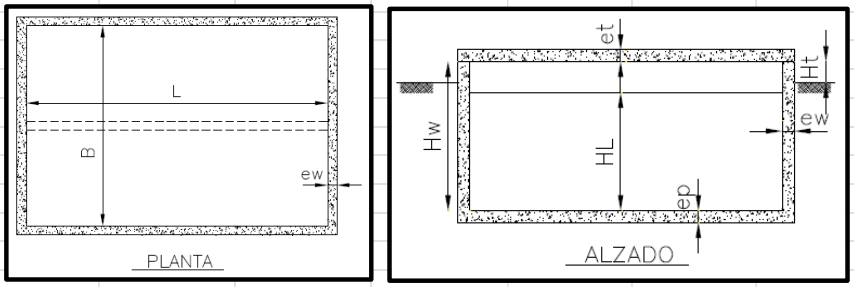


DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN IMPULSIVA Y CONVECTIVA

y (m)	P_{iy} (KN/m2)	P_{cy} (KN/m2)	P_{vy} (KN/m2)	P_y (KN/m2)	P_y (Kgf/m2)
6,20	2,36	0,72	0,00	**2,47**	**247**
3,10	2,77	0,21	3,49	**4,46**	**446**
0,00	3,17	-0,31	6,98	**7,67**	**767**

DISEÑO SÍSMICO ACI 350.3-06

SENTIDO Y



GEOMETRIA DEL TANQUE		
Longitud de Análisis (L) =	1,00	m
Longitud Perpendicular (B)=	1,60	m
Altura del Muro (H_w) =	6,20	m
Espesor del muro (t_w) =	0,30	m
Nivel de Agua (H_L) =	6,2	m

$$\frac{L}{HL} = 0{,}16$$

PROPIEDADES MECANICAS Y FISICAS		
Concreto (f_c) =	28,00	MPa
Módulo de elásticidad (E_c) =	24870,06	MPa
Peso especifico concreto (γ_c) =	24,00	KN/m3
Densidad del liquido (γ_w) =	10,00	KN/m3

MOVIMIENTOS SÍSMICOS	
Aa =	0,15
Fa=	1,50
Av=	0,10
Fv =	2,40
I =	1,25

Tabla 4.1.1 (a) Factor de Importancia I

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1.5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de emergencia después de un sismo o tanques que son parte de sistemas vitales	1.25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA

R_i =	2,00
R_c =	1,00

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA, R			
Tipo de estructura	R_i		R_c
	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

PESOS EQUIVALENTES POR ACELERACIÓN DE AGUA

$$W_L = L \cdot L_p \cdot H_L \cdot \gamma$$

Peso líquido — W_L = 99,20 KN

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh\left[0.866 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]}{0.866 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)}$$

$\frac{W_i}{W_L}$ = 0,9935

Peso impulsivo — W_i = 98,56 KN

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right) \cdot \tanh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]$$

$\frac{W_c}{W_L}$ = 0,0426

Peso Convectivo — W_c = 4,22 KN

ALTURAS AL CENTRO DE GRAVEDAD

$$\frac{L}{H_L} < 1.333; \quad \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)$$
$$\frac{L}{H_L} \geq 1.333; \quad \frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

$\frac{h_i}{H_L}$ = 0,4849

Altura Peso Impulsivo — h_i = 3,01 m

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right) \cdot \sinh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]}$$

$\frac{h_c}{H_L}$ = 0,9490

Altura Peso Convectivo — h_c = 5,88 m

COEFICIENTE EFECTIVO DE MASA

$$\varepsilon = \left[0.0151 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)^2 - 0.1908 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right) + 1.021\right] \leq 1.00$$

ε = 0,9906

PROPIEDADES DINAMICAS

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_L}\right)\cdot\left(\frac{L}{2}\right)\cdot H_L\cdot\rho_L$$

$$m_w = H_w\cdot\frac{t_w}{10^3}\cdot\rho_c$$

$$h = \frac{(h_w\cdot m_w + h_i\cdot m_i)}{(m_w + m_i)} \qquad k = \frac{H_w\cdot E_c}{4\times10^6}\cdot\frac{t_w^3}{h^2\cdot(H_w-h)^2}$$

$$w_i = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$m = m_w + m_i$$

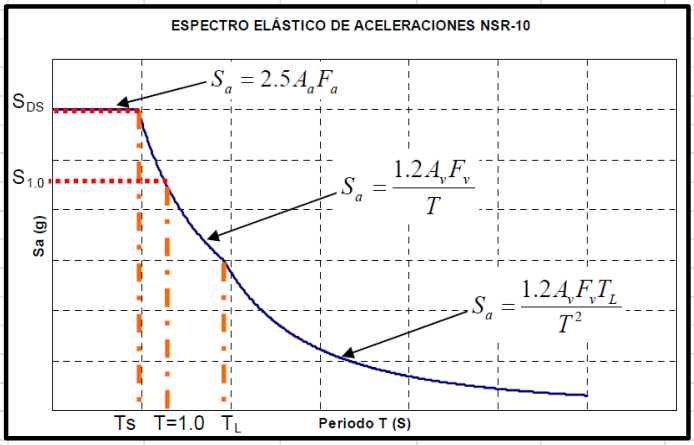
$$T_i = \frac{2\pi}{w_i} = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\lambda = \sqrt{3.16\cdot g\cdot\tanh\left[3.16\cdot\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]}$$

$$w_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \qquad Ti = \frac{2\cdot\pi}{w_c}$$

m_i =	3,080	KN*s2/m4
m_w =	4,464	KN*s2/m4
m =	7,544	KN*s2/m4
h_w =	3,1	m
h =	3,062	m
k =	45093,92	KPa
ω_i =	77,314	rad/s
T_i =	0,081	s
λ =	5,565	
ω_c =	5,565	rad/s
T_c =	1,129	s

FACTORES DE AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL



$$T_s = \frac{S_{1.0}}{S_{DS}} = \frac{1.2A_vF_v}{2.5A_aF_a} = 0.48\frac{A_vF_v}{A_aF_a}$$

$S_{1.0}$ =	0,288	
S_{DS} =	0,563	
T_S =	0,51	s

COEFICIENTE C_i

$Para\ T_i \le T_s$ $\quad C_i \le S_{Ds}$

$Para\ T_i > T_s$ $\quad C_i = \frac{S_{1.0}}{T_i} \le S_{Ds}$

C_i = 0,5625

COEFICIENTE C_c

$Para\ T_c \le \frac{1.60}{T_s}$ $\quad C_c = \frac{1.5S_{1.0}}{T_c} \le 1.5S_{Ds}$

$Para\ T_c > \frac{1.60}{T_s}$ $\quad C_c = \frac{2.4S_{DS}}{T_c^2}$

C_c = 0,3826

COEFICIENTE C_t

$C_t = 0.40S_{Ds}$

C_t = 0,225

FUERZA TOTAL IMPULSIVA Y CONVECTIVA

$P_i = C_i * I * \left[\frac{W_i}{R_i}\right]$ $\quad P_i$ = 34,65 KN

$P_c = C_c * I * \left[\frac{W_c}{R_c}\right]$ $\quad P_c$ = 2,0 KN

PRESIÓN HIDRODINAMICA IMPULSIVA

$$p_{iy} = \left(\frac{P_i}{2B}\right)\frac{\left[4H_L - 6h_i - \left(6H_L - 12h_i\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$$

$P_{i\ y=HL}$ = 1,59 KN/m2

$P_{i\ y=0}$ = 1,90 KN/m2

PRESIÓN HIDRODINAMICA CONVECTIVA

$$p_{cy} = \left(\frac{P_c}{2B}\right)\frac{\left[4H_L - 6h_c - \left(6H_L - 12h_c\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$$

$P_{c\ y=HL}$ = 0,38 KN/m2

$P_{c\ y=0}$ = -0,17 KN/m2

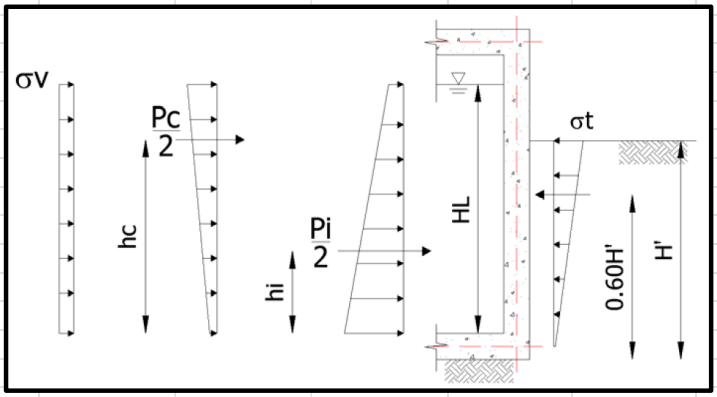
PRESIÓN HIDRODINAMICA POR EFECTO DE LA ACELERACIÓN VERTICAL

$$\ddot{u}_v = C_i I\left(\frac{b}{R_i}\right) \geq 0.20 S_{DS}$$

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy}$$

b =	0,667	
$\ddot{u}_v$ =	0,113	
$P_{v\ y=HL}$ =	0,0	KN/m2
$P_{v\ y=0}$ =	7,0	KN/m2

DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIONES HIDRODINAMICAS SOBRE MURO



DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN IMPULSIVA Y CONVECTIVA

y (m)	P_{iy} (KN/m2)	P_{cy} (KN/m2)	P_{vy} (KN/m2)	P_y (KN/m2)	P_y (Kgf/m2)
6,20	1,59	0,38	0,00	**1,63**	**163**
3,10	1,75	0,10	3,49	**3,90**	**390**
0,00	1,90	-0,17	6,98	**7,23**	**723**

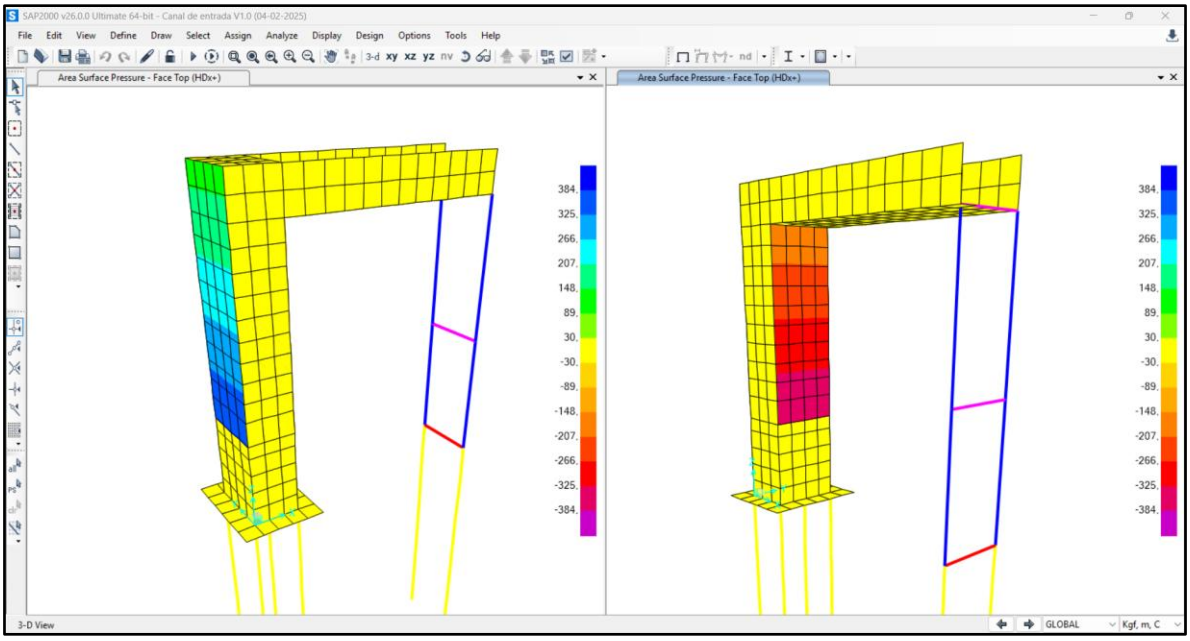


Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X +.

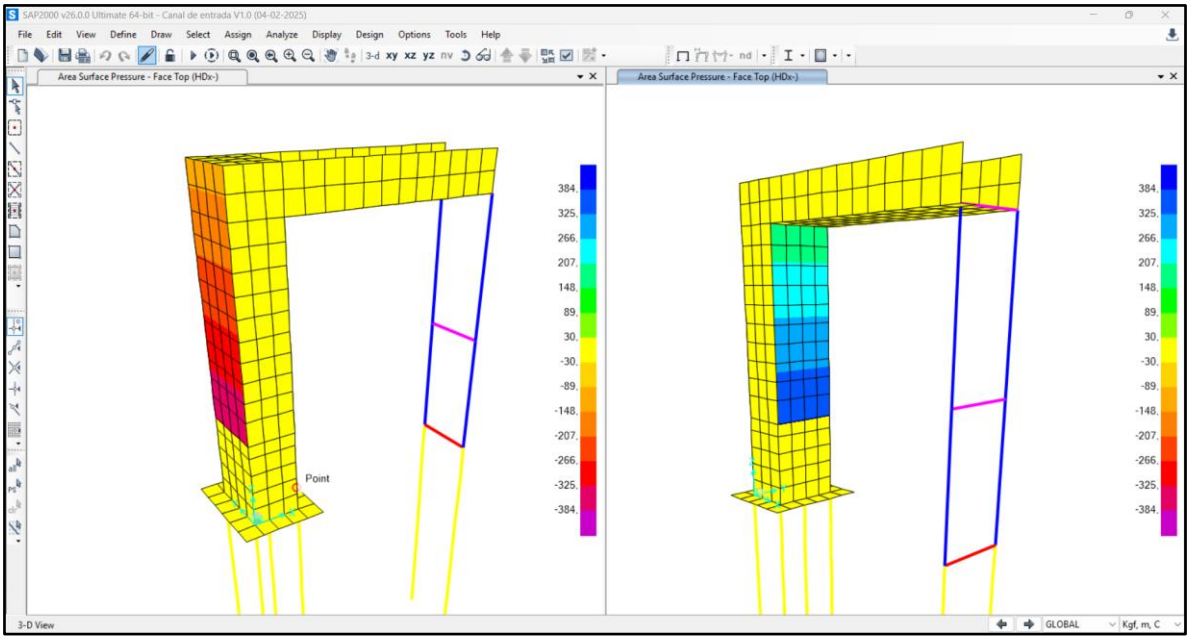


Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X -.

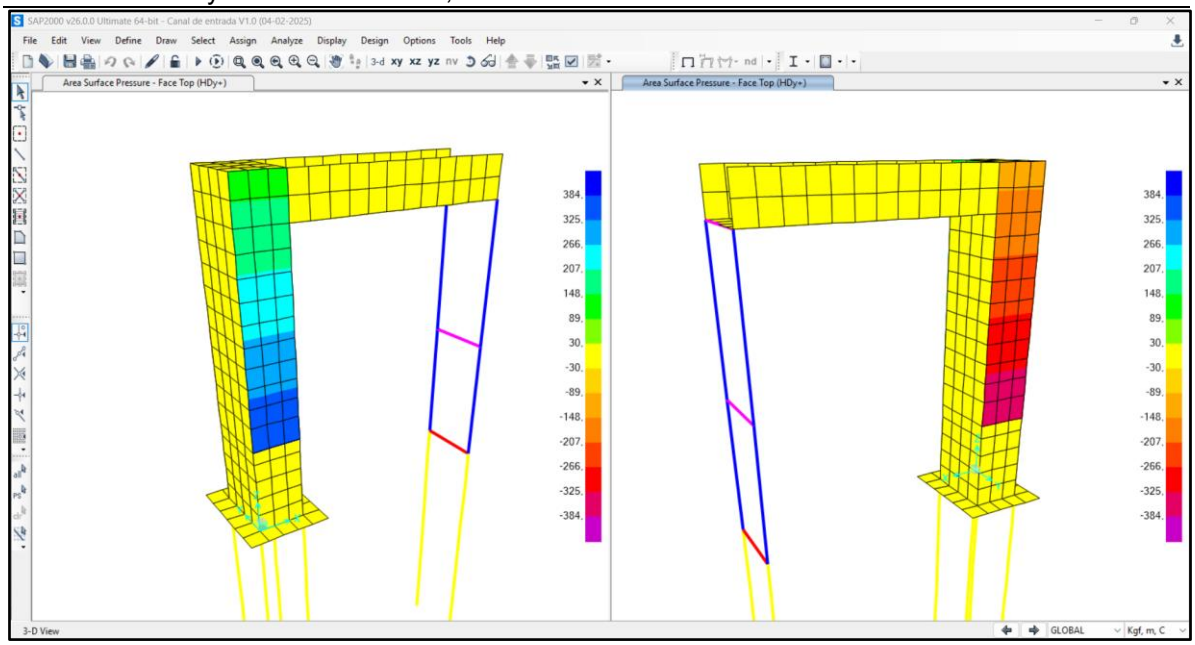


Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica Y +.

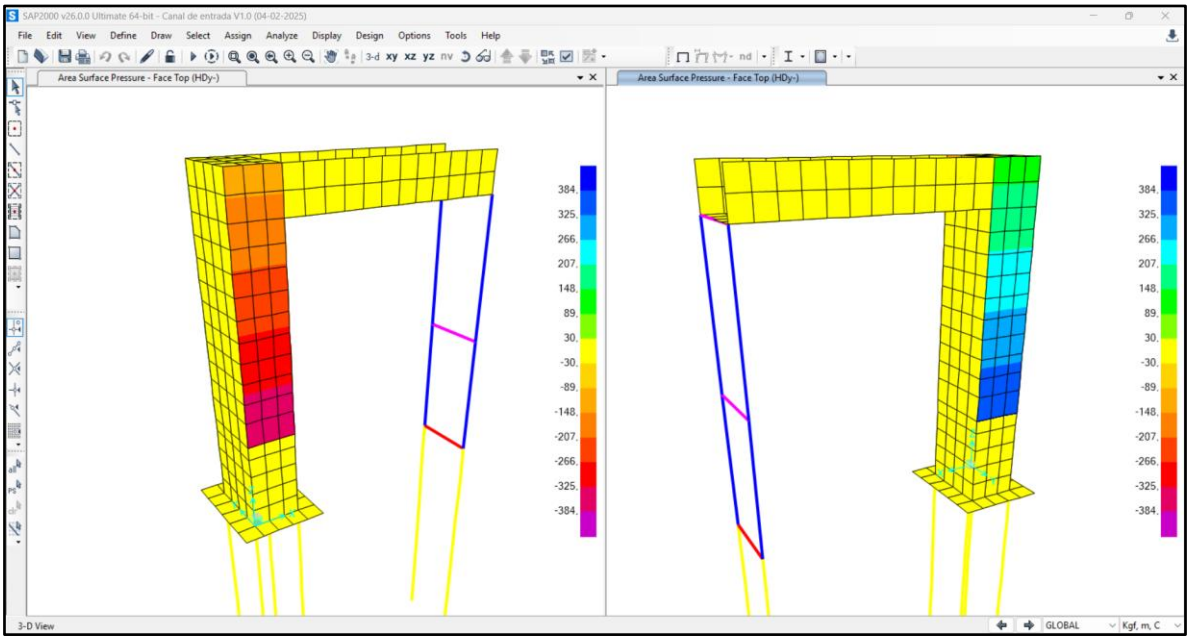


Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica Y -.

2.5 Movimientos sísmicos de diseño.

Espectro de aceleración AIS 180-13.

Tabla 2.5.1 Evaluación del espectro de aceleración.

MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO AIS-180-2013

DATOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

Aa :	0,15	Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva.
Av :	0,10	Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva
Fa :	1,50	Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
Fv :	2,40	Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.
I :	1,25	Coeficiente de importancia.
Perfil Suelo:	D	

Ss : 0,56 $S_s = 3.75A_a$

S1 : 0,18 $S_1 = 1.80A_v$

VALORES AIS 180 2023 (ASCE 7-10)

Tabla 11.4-1 de ASCE 7-10
Coeficiente de sitio F_a

Tipo de Perfil	Valor obtenido de los mapas para el Máximo Sismo Considerado (MCE_R) para el parámetro espectral de aceleraciones de período corto				
	$S_S \le 0.25$	$S_S = 0.5$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \ge 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	Véase la Sección 11.4.7 de ASCE 7-10				

Nota: se permite interpolar linealmente para valores intermedios de S_s

Tabla 11.4-2 de ASCE 7-10
Coeficiente de sitio F_v

Tipo de Perfil	Valor obtenido de los mapas para el Máximo Sismo Considerado (MCE_R) para el parámetro espectral de aceleraciones de un segundo				
	$S_1 \le 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \ge 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	Véase la Sección 11.4.7 de ASCE 7-10				

Nota: se permite interpolar linealmente para valores intermedios de S_1

Fa : 1,35 Fv : 2,10

SDS : 0,703 $S_{DS} = 2.5A_aF_aI$ SD1 : 0,36 $S_{D1} = I.2A_vF_vI$

To : **0,10** s
Ts : **0,51** s
TL : **5,76** s

	T	Sa
	0,00	0,281
To	**0,10**	0,703
Ts	**0,51**	0,703
	1,04	0,347
	1,56	0,231
	2,09	0,173
	2,61	0,138
	3,14	0,115
	3,66	0,098
	4,19	0,086
	4,71	0,076
	5,24	0,069
TL	**5,76**	0,063
	6,18	0,054
	6,61	0,047
	7,03	0,042
	7,46	0,037
	7,88	0,033
	8,30	0,030
	8,73	0,027
	9,15	0,025
	9,58	0,023
	10,00	0,021

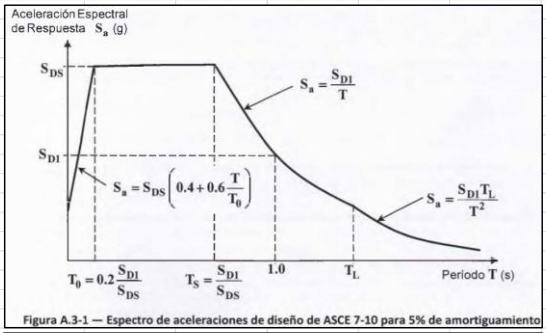
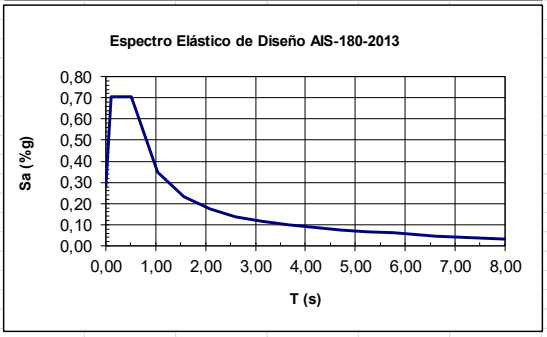


Figura A.3-1 — Espectro de aceleraciones de diseño de ASCE 7-10 para 5% de amortiguamiento



2.6 Chequeo de flotación (subpresión).

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

2.7 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,

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

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

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

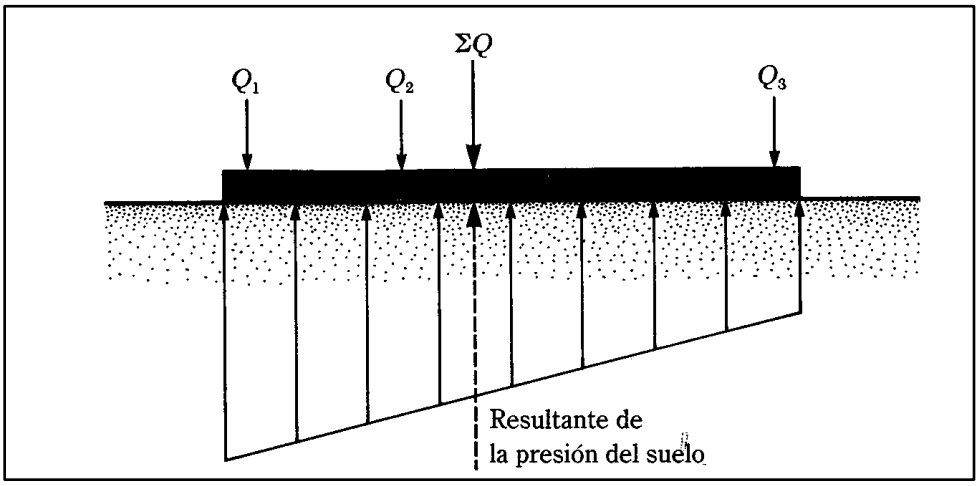


Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo.

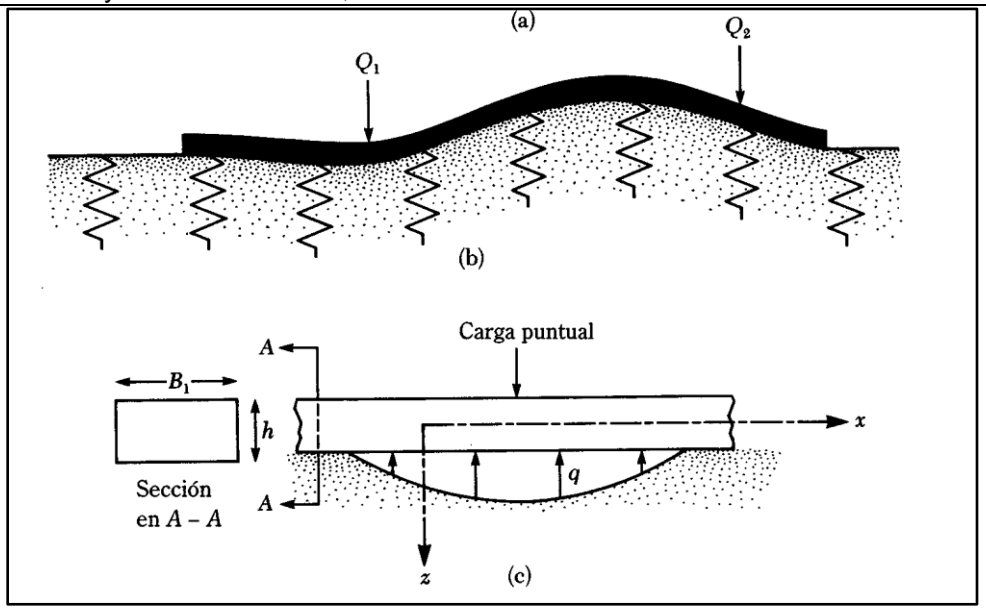


Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura.

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/m^3 o lb/pulg^3)

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.

RESORTES PARA PILOTES				
Z (m)	D (m)	Kh (kgf/cm3)	A (cm2)	Kr (kgf/cm)
0,00	1,00	0,000	5000	0
1,00	1,00	0,150	10000	1500
2,00	1,00	0,356	10000	3560
3,00	1,00	1,668	10000	16680
4,00	1,00	2,148	10000	21480
5,00	1,00	2,868	10000	28680
6,00	1,00	3,348	10000	33480
7,00	1,00	4,068	10000	40680
8,00	1,00	11,550	5000	57750

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
426	Local	1500	1500	0	0	0	0
427	Local	3560	3560	0	0	0	0
428	Local	16680	16680	0	0	0	0
429	Local	21480	21480	0	0	0	0
430	Local	28680	28680	0	0	0	0
431	Local	33480	33480	0	0	0	0
442	Local	40680	40680	0	0	0	0
448	Local	57750	57750	0	0	0	0

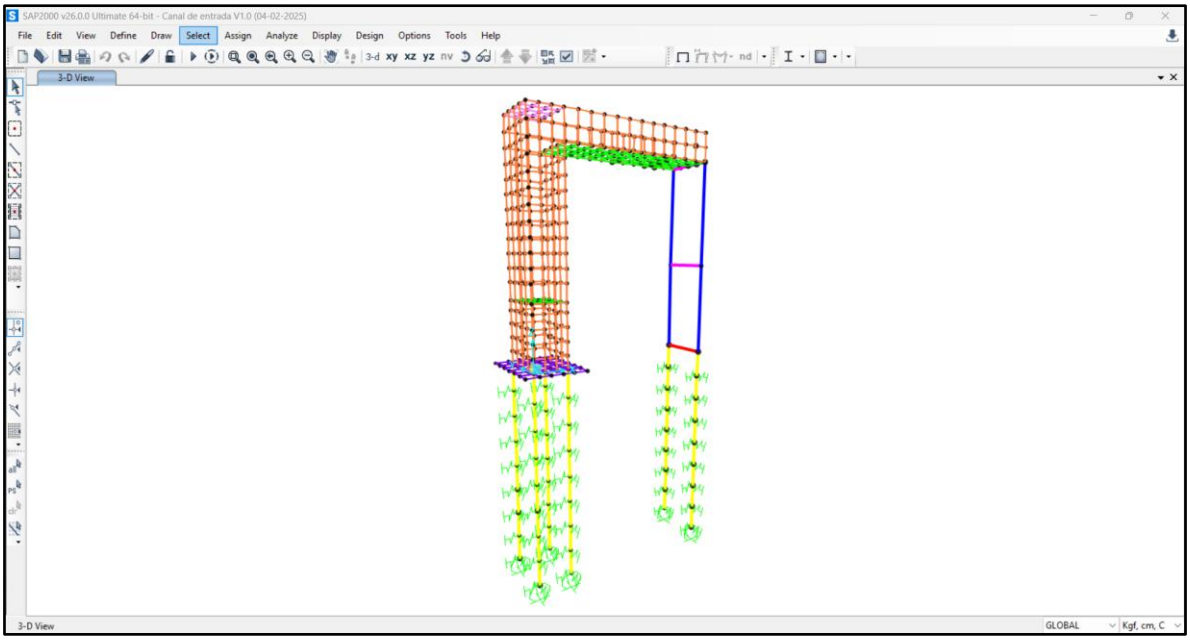


Figura 2.7.3 Modelo con resortes.

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:

$1.4(D+F)$	(B.2.4-1)
$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-2)
$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W)$	(B.2.4-3)
$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-4)
$1.2D+1.0E+1.0L$	(B.2.4-5)
$0.9D+1.6W+1.6H$	(B.2.4-6)
$0.9D+1.0E+1.6H$	(B.2.4-7)

3.1 Combinaciones para diseño estructural.

Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño.

COMBOS PARA DISEÑO													
COMBO	DEAD	FLUIDS		SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS			
	D	F_1	F_2	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-	H_2O x+	H_2O x-	H_2O y+	H_2O y-
1	1,4												
2	1,4	1,4	1,4										
3	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6								
4	1,2	1,0	1,0	1,6	1,0	1,0				1,0			
5	1,2	1,0	1,0	1,6	1,0		1,0				1,0		
6	1,2	1,0	1,0	1,6	1,0			1,0				1,0	
7	1,2	1,0	1,0	1,6	1,0				1,0				1,0

Nota: la fuerza sísmica está dividida por el factor de reducción R=2.00

Tabla 3.1.2 Combinaciones de diseño SAP2000.

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
COMB1	Linear Add	No	Linear Static	D	1,4
COMB2	Linear Add	No	Linear Static	D	1,4
COMB2			Linear Static	F1	1,4
COMB2			Linear Static	F2	1,4
COMB3	Linear Add	No	Linear Static	D	1,2
COMB3			Linear Static	F1	1,2
COMB3			Linear Static	F2	1,2
COMB3			Linear Static	H	1,6
COMB3			Linear Static	L	1,6
COMB4	Linear Add	No	Linear Static	D	1,2

COMB4			Linear Static	F1	1
COMB4			Linear Static	F2	1
COMB4			Linear Static	H	1,6
COMB4			Linear Static	L	1
COMB4			Response Spectrum	SH	0,5
COMB4			Linear Static	HDx+	1
COMB5	Linear Add	No	Linear Static	D	1,2
COMB5			Linear Static	F1	1
COMB5			Linear Static	F2	1
COMB5			Linear Static	H	1,6
COMB5			Linear Static	L	1
COMB5			Response Spectrum	SH	0,5
COMB5			Linear Static	HDx-	1
COMB6	Linear Add	No	Linear Static	D	1,2
COMB6			Linear Static	F1	1
COMB6			Linear Static	F2	1
COMB6			Linear Static	H	1,6
COMB6			Linear Static	L	1
COMB6			Response Spectrum	SH	0,5
COMB6			Linear Static	HDy+	1
COMB7	Linear Add	No	Linear Static	D	1,2
COMB7			Linear Static	F1	1
COMB7			Linear Static	F2	1
COMB7			Linear Static	H	1,6
COMB7			Linear Static	L	1
COMB7			Response Spectrum	SH	0,5
COMB7			Linear Static	HDy-	1
ENVDIS	Envelope	No	Response Combo	COMB1	1
ENVDIS			Response Combo	COMB2	1
ENVDIS			Response Combo	COMB3	1
ENVDIS			Response Combo	COMB4	1
ENVDIS			Response Combo	COMB5	1
ENVDIS			Response Combo	COMB6	1
ENVDIS			Response Combo	COMB7	1

3.2 Combinaciones para chequeo a servicio.

Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio.

COMBOS PARA CONDICIONES DE SERVICIO													
COMBO	DEAD	FLUIDS		SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS			
	D	F_1	F_2	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-	H_2O x+	H_2O x-	H_2O y+	H_2O y-
1	1,0												
2	1,0	1,0	1,0										
3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0								
4	1,0	1,0	1,0	1,0		0,7				0,7			
5	1,0	1,0	1,0	1,0			0,7				0,7		
6	1,0	1,0	1,0	1,0				0,7				0,7	
7	1,0	1,0	1,0	1,0					0,7				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 y muros.
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).

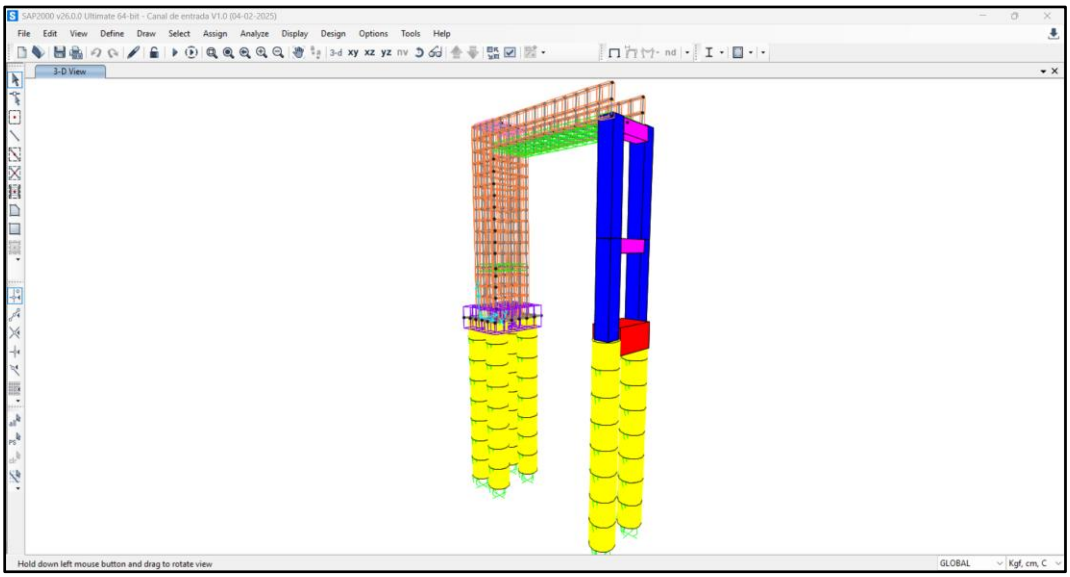


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2).

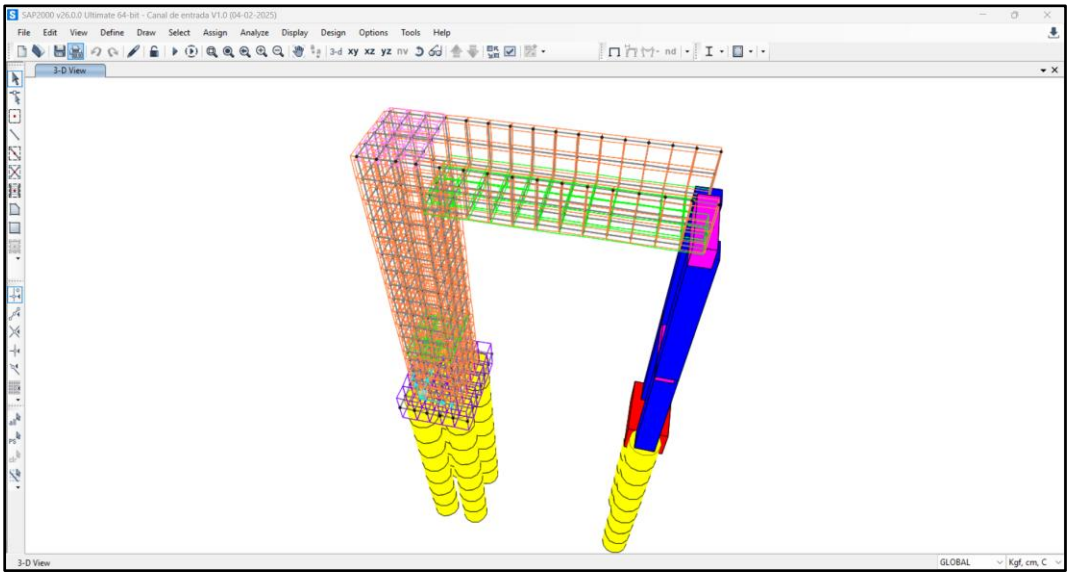


Figura 5.1.2 VISTA 2.

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.

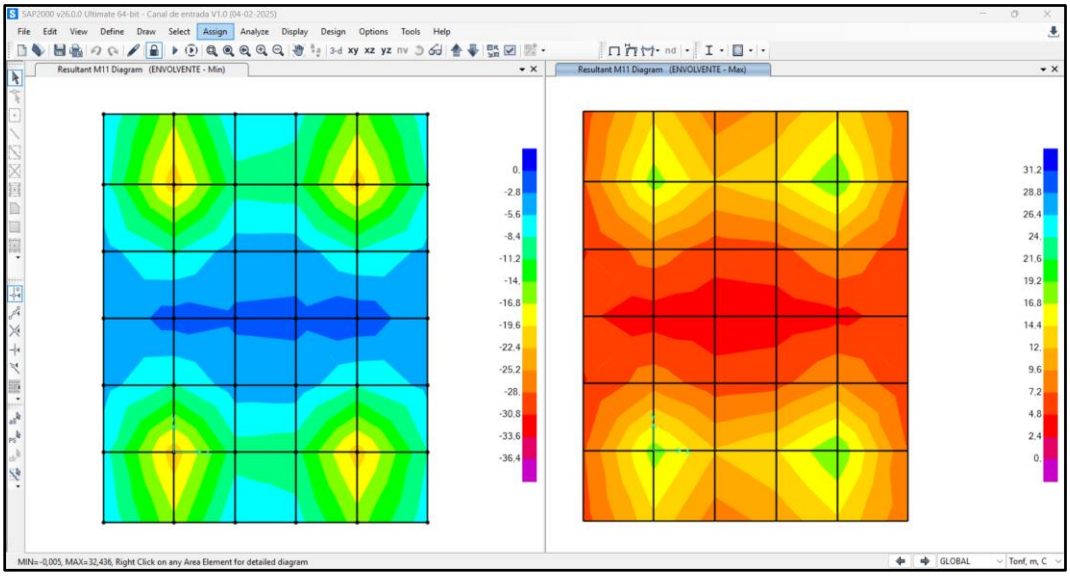


Figura 6.1.1 M11 losa de fundación.

- Momento M22 combo envolvente mínimo y máximo.

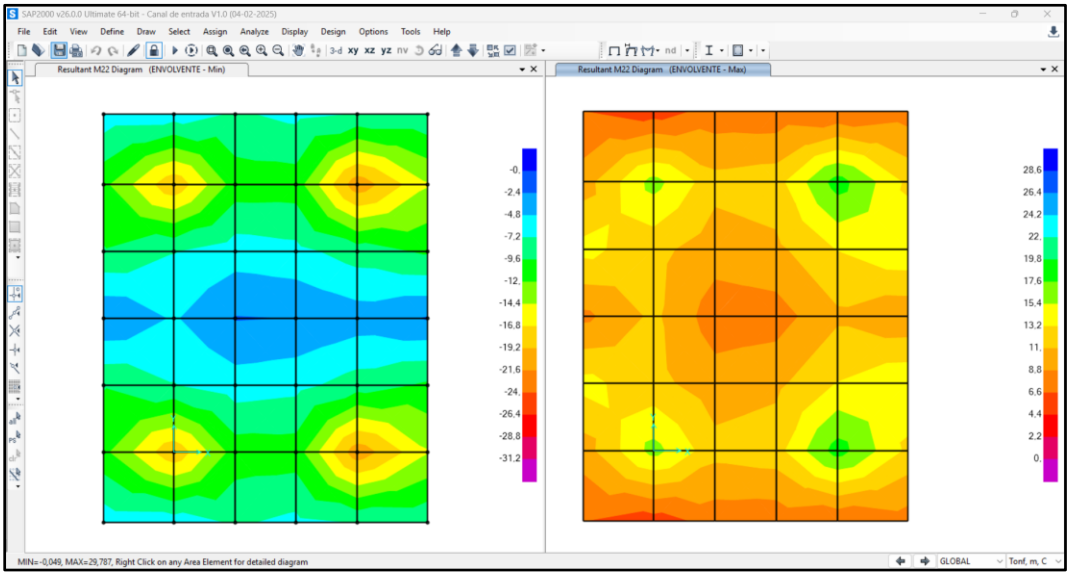


Figura 6.1.2 M22 losa de fundación.

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

Tabla 6.1.1 Diseño a flexión losa de fondo.

DISEÑO A FLEXIÓN

1)Propiedades de los materiales.			**2)**Propiedades geométricas.,			**3)**Cuantias						
f'c:	280	kgf/cm2	ELEMENTO	LOSA TK		β :	0,85		ELEMENTO	ρ mínimo		
fy:	4200	kgf/cm2	b:	100	cm	ρ_{min}:	0,0030		VIGA	0,0033		
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	97,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286		LOSA ENT	0,0018		
εy :	0,0021		h:	105,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180		LOSA TK	0,0030		
m:	17,65		d':	7,5	cm							

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO X				SENTIDO Y			
Mu^- (ton-cm)		2118,00				2089,00		
Mu^+ (ton-cm)	1792,00		1890,00		1859,00		1859,00	
K^- (ton/cm^2)		0,00223				0,00220		
K^+ (ton/cm^2)	0,0019		0,00199		0,00196		0,00196	
$\phi_{inicial}$		0,90				0,90		
	0,90		0,90		0,90		0,90	
$\rho_{calculado}^-$		0,0006				0,0006		
$\rho_{calculado}^+$	0,0005		0,0005		0,0005		0,0005	
$\rho_{diseño}^-$		0,0030				0,0030		
$\rho_{diseño}^+$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030	
As^- (cm^2)		29,25				29,25		
As^+ (cm^2)	29,25		29,25		29,25		29,25	
a (cm)		5,16				5,16		
	5,16		5,16		5,16		5,16	
c (cm)		6,0727				6,0727		
	6,0727		6,0727		6,0727		6,0727	
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	
$\rho_{calculado}^-$		0,0006				0,0006		
$\rho_{calculado}^+$	0,0005		0,0005		0,0005		0,0005	
$\rho_{definitivo}^-$		0,0030				0,0030		
$\rho_{definitivo}^+$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030	
	1#7 @0.11 m				1#7 @0.11 m			
As(-) cm2		29,25				29,25		
As(+) cm2	29,25		29,25		29,25		29,25	
	1#7 @0.11 m				1#7@0.11 m			

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

Tabla 6.1.2 Chequeo fisuración losa de fundación.

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

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa de fundación.

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:	52,5	cm
h:	60,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	2118,00	ton-cm (momento último)
Ms:	1662,00	ton-cm (momento de servicio)
As	34,92	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	11,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	10504,897	cm3
Qinferior:	10504,897	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	14,49	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexiòn en el acero.

jd:	47,67	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	998	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	2500	1700
severa	2327	1400

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
7,25	6,16	0,01872	4200	146,664	0,900	6523,17

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)
2118	1662	1,27	1700	2500	OK	1,74	3695,51	6523,17	OK	30,00

6.1.3 Chequeo a cortante losa de fundación.

Debido a que la losa de fondo se encuentra apoyada sobre pilotes de 1.0 m de diámetro y longitudes de 8.00 m, el chequeo por punzonamiento se realiza para el pilote que mas 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	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
7	0	ENVOLVENTE	Combination	Max	90,74	12,24	7,28	1,999E-13	19,88	29,94
7	0	ENVOLVENTE	Combination	Min	-124,86	-11,58	-7,42	-2E-13	-20,54	-27,88
13	0	ENVOLVENTE	Combination	Max	83,74	12,18	9,07	2,083E-13	25,34	29,63
13	0	ENVOLVENTE	Combination	Min	-124,86	-11,59	-9,22	-2,083E-13	-26,05	-27,90
19	0	ENVOLVENTE	Combination	Max	83,74	12,18	9,22	1,954E-13	26,05	29,63
19	0	ENVOLVENTE	Combination	Min	-124,86	-11,59	-9,07	-1,954E-13	-25,34	-27,90
25	0	ENVOLVENTE	Combination	Max	90,74	12,24	7,42	2,105E-13	20,54	29,94
25	0	ENVOLVENTE	Combination	Min	-124,86	-11,58	-7,28	-2,104E-13	-19,88	-27,88
31	0	ENVOLVENTE	Combination	Max	58,29	4,53	9,12	1,858E-13	24,35	7,97
31	0	ENVOLVENTE	Combination	Min	-90,14	-4,73	-9,18	-1,86E-13	-24,64	-7,89
37	0	ENVOLVENTE	Combination	Max	58,29	4,53	9,18	1,421E-13	24,64	7,97
37	0	ENVOLVENTE	Combination	Min	-90,14	-4,73	-9,12	-1,421E-13	-24,35	-7,89

Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de fondo.

DISEÑO A CORTANTE EN LOSA DE CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN:	Chequeo punzonamiento pilote.

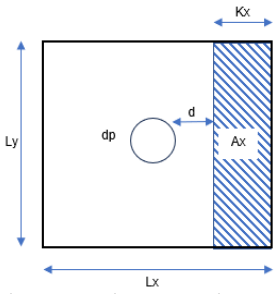
1-PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES.

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						

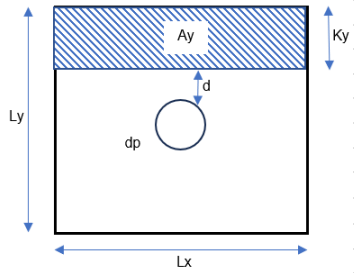
2-DISEÑO A CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN

Vúltimo =	124,86	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 =	1,00	m
			m
AREA AFERENTE	Lx =	2,00	m
	Ly =	2,00	m
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,975	m
	dy =	0,975	m
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75	

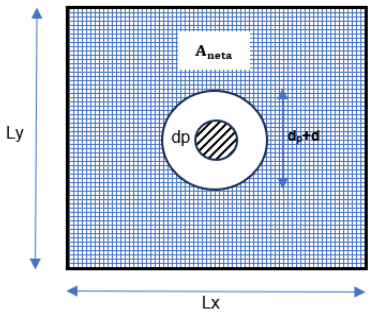
CHEQUEO A CORTANTE UNA DIRECCIÓN			
SENTIDO X	ϕVCx =	129,70	tonf
	Vux =	124,86	tonf
	CHEQUEO	OK	
SENTIDO Y	ϕVCy =	129,70	tonf
	Vuy =	124,86	tonf
	CHEQUEO	OK	

ESTRIBOS SENTIDO X		
$d_{estribo}$:	N/A	
# ramas :	5	
$A_{estribo}$:	0,00	cm2
Av :	0,00	cm2
Vs :	0,00	tonf
$S_{máx}$:	N/A	cm
$S_{instalado}$:	17,00	cm

ESTRIBOS SENTIDO Y		
$d_{estribo}$:	N/A	
# ramas :	5	
$A_{estribo}$:	0,00	cm2
Av :	0,00	cm2
Vs :	0,00	tonf
$S_{máx}$:	N/A	cm
$S_{instalado}$:	17,00	cm

3-DISEÑO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

Vúltimo =	124,86	tonf



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

DIMENSIÓN DE LA COLUMNA	dp =	1,00	m	CALCULO DE SOLICITACIONES			COLUMNA	αs
			m	Vu =	124,86	tonf	Interna	40
AREA AFERENTE	Lx =	2,00	m				Borde	30
	Ly =	2,00	m				Esquina	20
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,975	m					
	dy =	0,975	m					
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75						
TIPO DE COLUMNA	Interna	αs =	40					

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 =	6,20	m
	$\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$ =	1012,28	tonf
C.11-31	Vc =	1609,53	tonf
C.11-32	Vc =	2264,59	tonf
C.11-33	Vc =	1012,28	tonf
mínimo	Vc =	1012,28	tonf
	ϕVc =	759,21	tonf

CHEQUEO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

ϕVc =	759,21	tonf	≥	Vu =	124,86	tonf	OK

6.2 Diseño de muros tanque de aquietamiento y canal de entrada.

6.2.1 Diseño a flexión muros.

- Momento 11 combo envolvente máximo y mínimo.

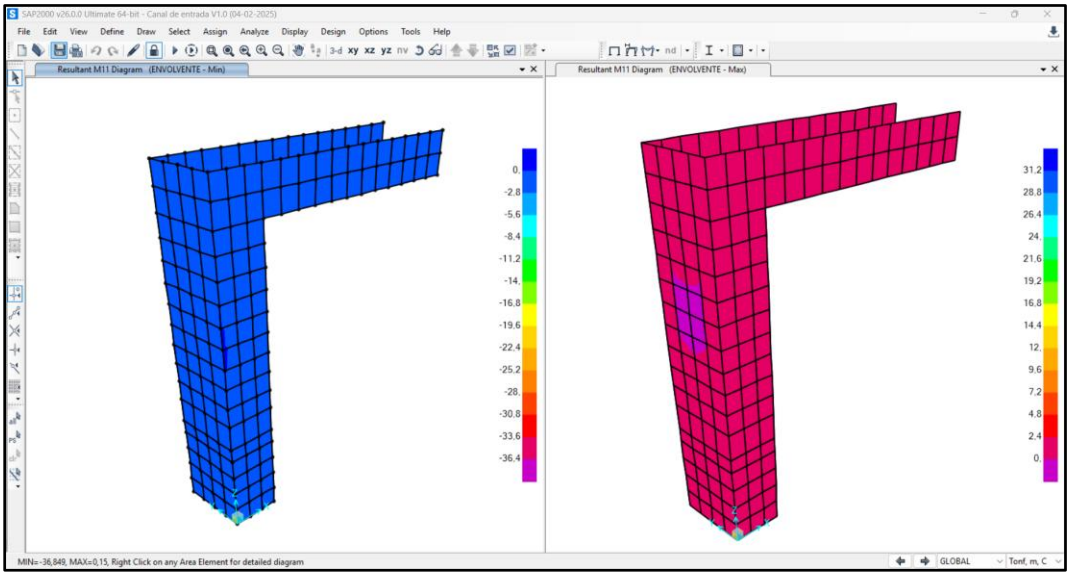


Figura 6.2.1 M11 muros.

- Momento 22 combo envolvente máximo y mínimo.

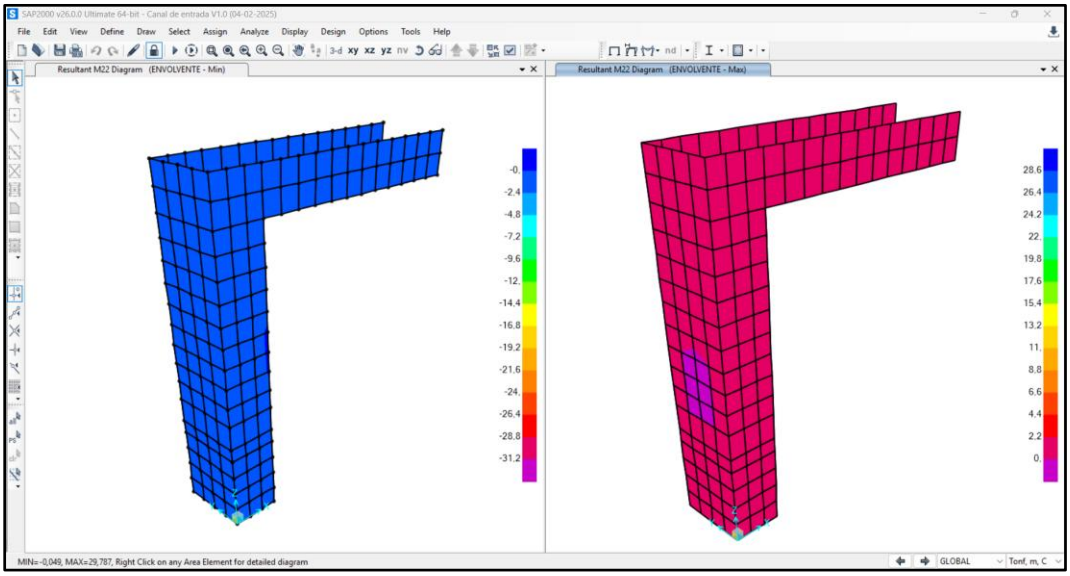


Figura 6.2.2 M22 muros.

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

Tabla 6.2.1 Diseño a flexión muros.

DISEÑO A FLEXIÓN

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

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

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO HORIZONTAL				SENTIDO VERTICAL			
Mu^- (ton-cm)		195,00			487,00			
Mu^+ (ton-cm)	210,20					643,00		
K^- (ton/cm^2)		0,00385			0,00962			
K^+ (ton/cm^2)	0,0042					0,01270		
$\phi_{inicial}$		0,90			0,90			
	0,90					0,90		
$\rho_{calculado}^-$		0,0010			0,0026			
$\rho_{calculado}^+$	0,0011					0,0035		
$\rho_{diseño}^-$		0,0030			0,0030			
$\rho_{diseño}^+$	0,0030					0,0035		
As^- (cm^2)		6,75			6,75			
As^+ (cm^2)	6,75					7,80		
a (cm)		1,19			1,19			
	1,19					1,38		
c (cm)		1,4014			1,4014			
	1,4014					1,6191		
c/d (cm/cm)		0,0623			0,0623			
	0,0623					0,0720		
ϕ_{real}		0,90			0,90			
	0,90					0,90		
$\rho_{calculado}^-$		0,0010			0,0026			
$\rho_{calculado}^+$	0,0011					0,0035		
$\rho_{definitivo}^-$		0,0030			0,0030			
$\rho_{definitivo}^+$	0,0030					0,0035		
	1#4 @0.14 m				1#4 @0.14 m			
As(-) cm2		6,75			6,75			
As(+) cm2	6,75					7,80		
	1#4 @0.14 m				1#4 @0.14 m			

6.2.2 Chequeo de fisuración muros (NSR-10 C.23-C.9.2).

Tabla 6.2.2 Chequeo fisuración muros.

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

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en muros.

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:	27,5	cm
h:	35,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	643	ton-cm (momento último)
Ms:	514	ton-cm (momento de servicio)
As	8,89	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	14,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	1544,079	cm3
Qinferior:	1544,079	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	5,56	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	25,65	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	2254	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	2500	1700
severa	2065	1400

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
1,85	1,57	0,04170	4200	37,338	0,900	897,76

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)
643	514	1,25	2254	2500	OK	1,34	861,87	**897,76**	OK	30,00

6.2.3 Chequeo a cortante muros.

- Cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

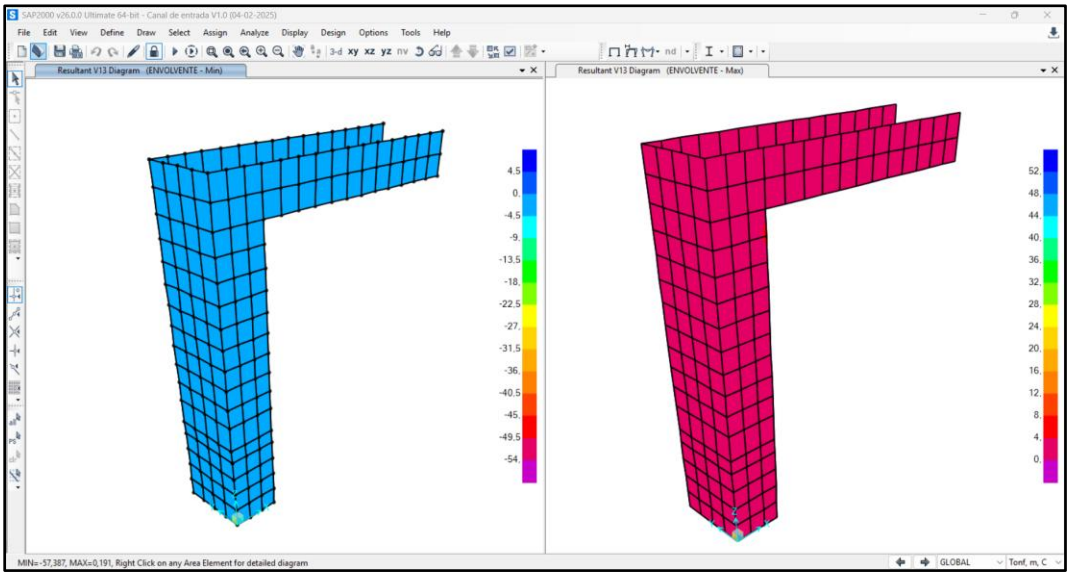


Figura 6.2.3 V13 muros.

- Cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

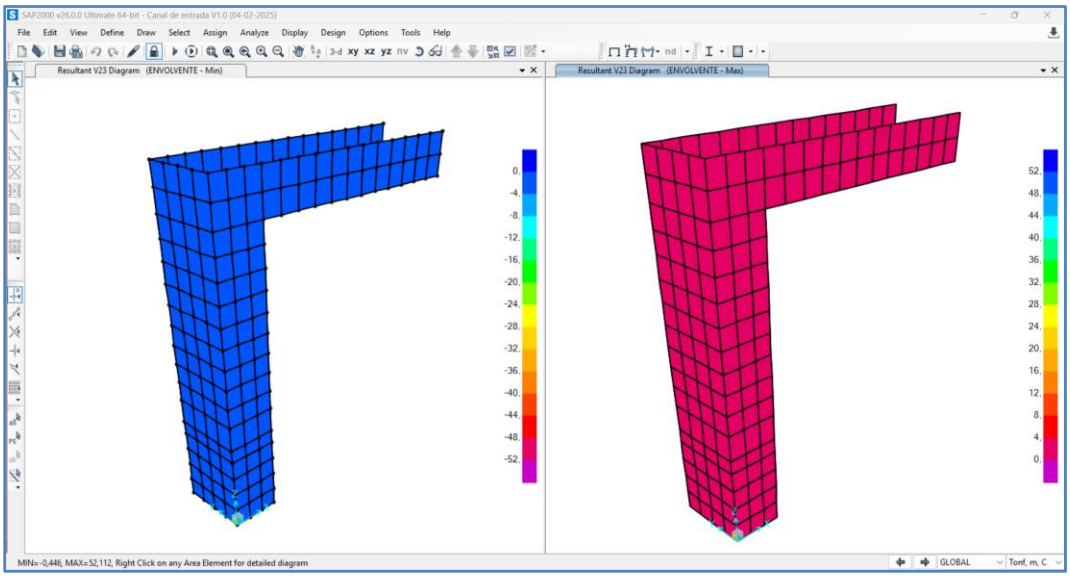


Figura 6.2.4 V23 muros.

Tabla 6.2.3 Chequeo a cortante muros.

P R O Y E C T O :	Muros tanque de aquietamiento	**F E C H A :**	feb-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 muros.		

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:	**7,14**	tonf		
Vc:	**19,95**	tonf	**OK**	CHEQUEO
ϕVc:	**14,97**	tonf		
Vs:	**0,00**	tonf		

6.3 Diseño losa de fondo tanque de aquietamiento y canal de entrada.

6.3.1 Diseño a flexión losa.

- Momento 11 combo envolvente máximo y mínimo.

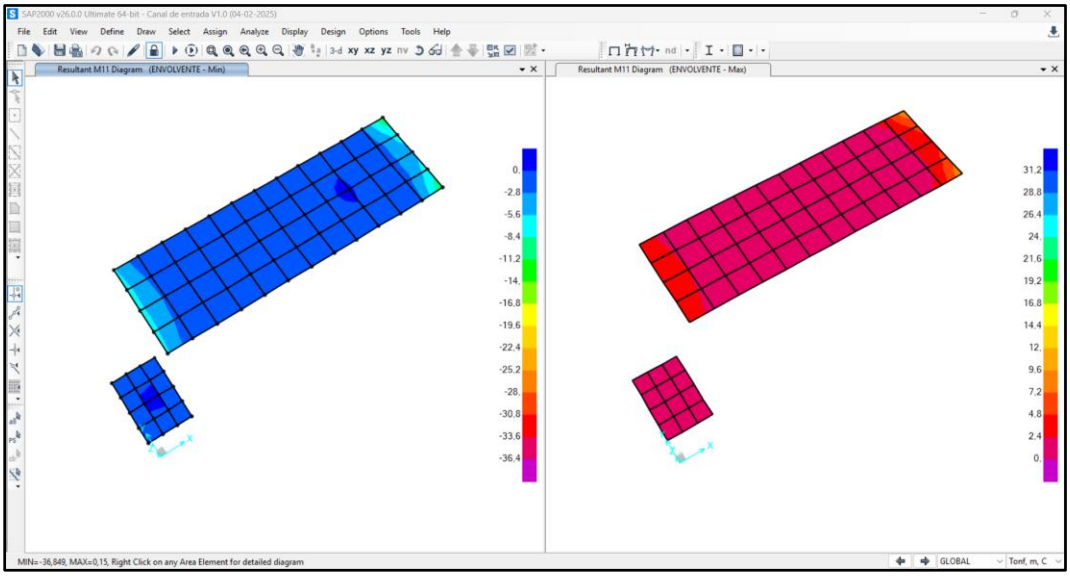


Figura 6.3.1 M11 losa fondo.

- Momento 22 combo envolvente máximo y mínimo.

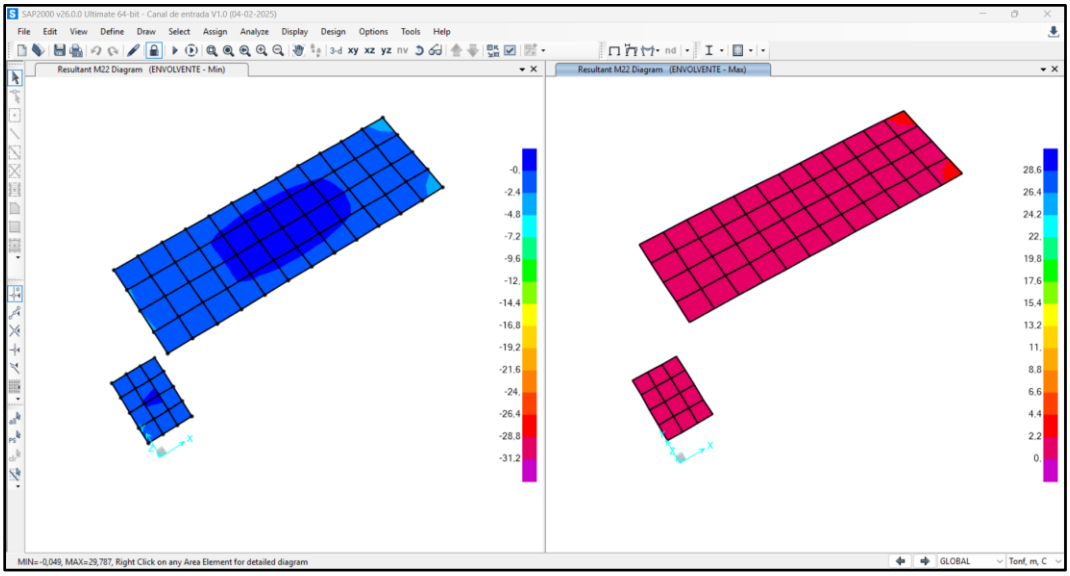


Figura 6.3.2 M22 losa fondo.

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

Tabla 6.3.1 Diseño a flexión losa de fondo.

DISEÑO A FLEXIÓN

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

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

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO HORIZONTAL				SENTIDO VERTICAL							
Mu^- (ton-cm)	640,40		1102,00		397,70		397,70					
Mu^+ (ton-cm)		910,00				755,00						
K^- (ton/cm^2)	0,01265		0,02177		0,00786		0,00786					
K^+ (ton/cm^2)		0,01798				0,01491						
$\phi_{inicial}$	0,90		0,90		0,90		0,90					
		0,90				0,90						
$\rho_{calculado}^-$	0,0035		0,0061		0,0021		0,0021					
$\rho_{calculado}^+$		0,0050				0,0041						
$\rho_{diseño}^-$	0,0035		0,0061		0,0030		0,0030					
$\rho_{diseño}^+$		0,0050				0,0041						
As^- (cm^2)	7,77		13,69		6,75		6,75					
As^+ (cm^2)		11,19				9,21						
a (cm)	1,37		2,42		1,19		1,19					
		1,97				1,63						
c (cm)	1,6124		2,8427		1,4014		1,4014					
		2,3233				1,9121						
c/d (cm/cm)	0,0717		0,1263		0,0623		0,0623					
		0,1033				0,0850						
ϕ_{real}	0,90		0,90		0,90		0,90					
		0,90				0,90						
$\rho_{calculado}^-$	0,0035		0,0061		0,0021		0,0021					
$\rho_{calculado}^+$		0,0050				0,0041						
$\rho_{definitivo}^-$	0,0035		0,0061		0,0030		0,0030					
$\rho_{definitivo}^+$		0,0050				0,0041						
	1#5 @0.13 m				1#4 @0.13 m							
As(-) cm2	7,77		13,69		6,75		6,75					
As(+) cm2		11,19				9,21						
	1#5 @0.13 m				1#4 @0.13 m							

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

Tabla 6.3.2 Chequeo fisuración losa de fondo.

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

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa de fondo canal de entrada.

1) Propiedades de los materiales.

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

2) Propiedades geométricas.

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

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	643	ton-cm (momento último)
Ms:	514	ton-cm (momento de servicio)
As	10,16	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	13,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	1386,045	cm3
Qinferior:	1386,045	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	5,27	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	20,74	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	2439	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	2500	1700
severa	2149	1400

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
2,11	1,79	0,02900	4200	42,672	0,900	829,68

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)
643	514	1,25	2439	2500	OK	1,24	796,71	**829,68**	OK	30,00

6.3.3 Chequeo a cortante losa de fondo.

- Cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

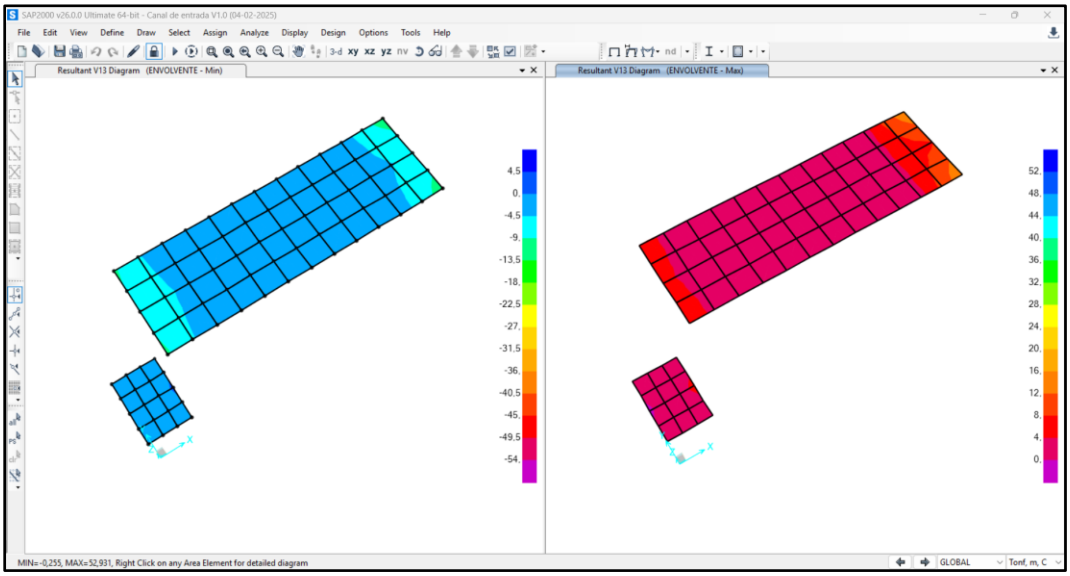


Figura 6.3.3 V13 losa de fondo.

- Cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

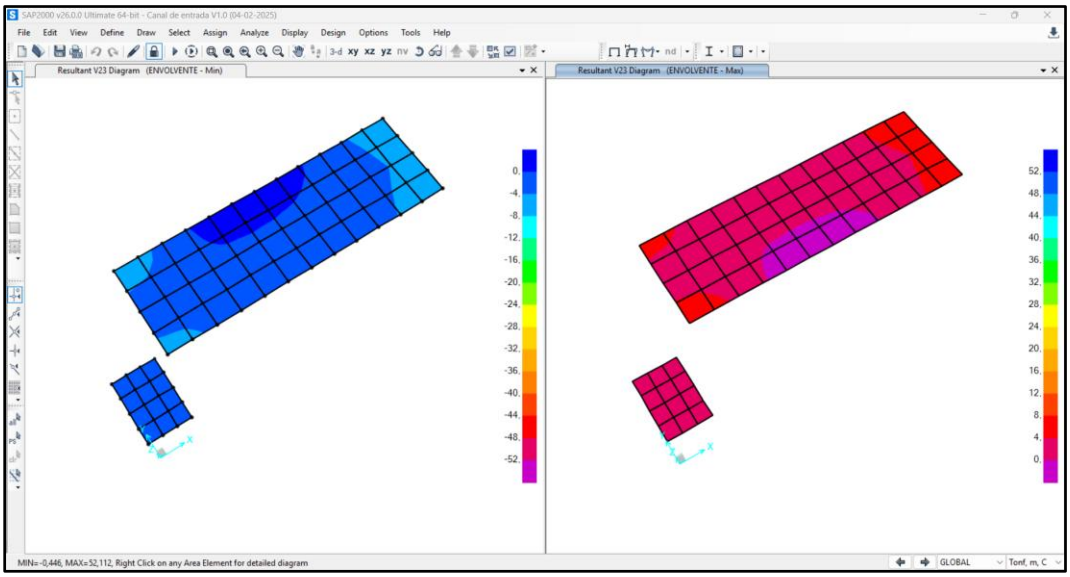


Figura 6.3.4 V23 losa de fondo.

Tabla 6.3.3 Chequeo a cortante losa de fondo.

P R O Y E C T O :	Losa de fondo canal de entrada	**F E C H A :**	feb-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 de fondo canal de entrada.		

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:	**7,14**	tonf
Vc:	**19,95**	tonf
ϕVc:	**14,97**	tonf
Vs:	**0,00**	tonf

OK	CHEQUEO

6.4 Diseño pilotes.

6.4.1 Diseño a flexo-compresión y cortante.

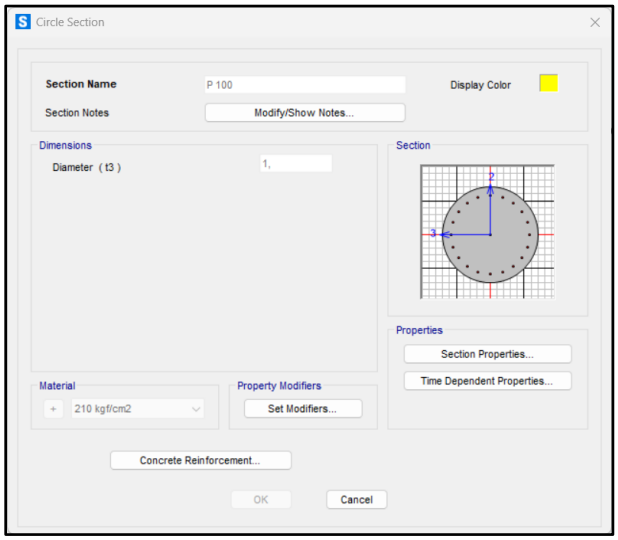


Figura 6.4.1 Sección transversal pilotes.

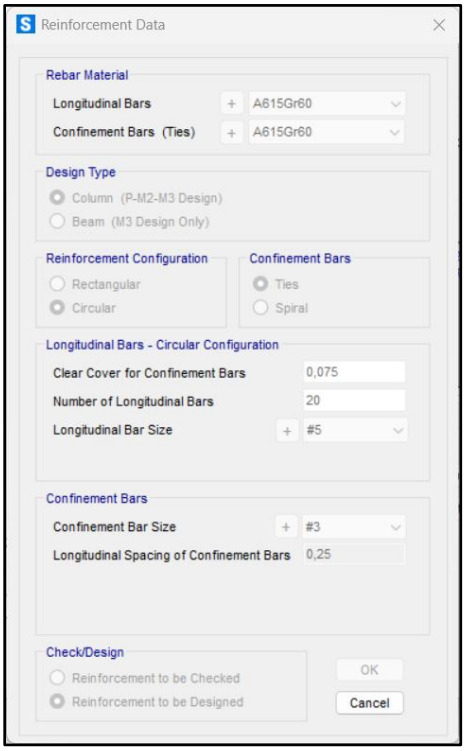


Figura 6.4.2 Acero de refuerzo en pilotes.

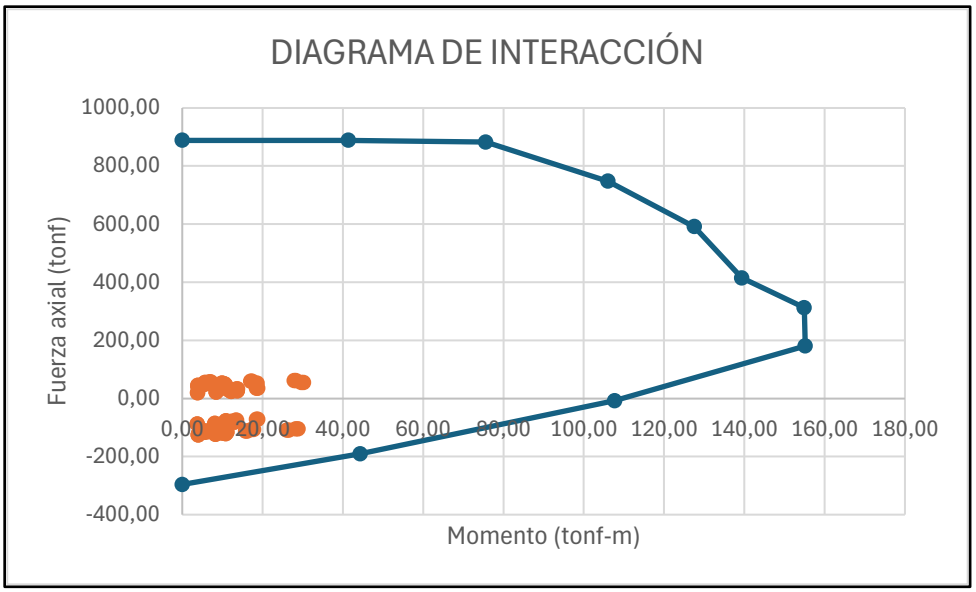


Figura 6.4.3 Chequeo de pilotes.

Tabla 6.4.1 Solicitaciones en pilotes.

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	Mtotal
Text	m	Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
7	0,00	ENVDIS	Combination	Max	60,69	9,50	5,74	1,496E-13	15,51	23,18	27,89
7	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-109,91	-8,81	-5,90	-1,497E-13	-16,26	-20,94	26,51
8	0,00	ENVDIS	Combination	Max	58,47	9,29	5,73	1,56E-13	9,85	13,86	17,01
8	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-112,22	-8,63	-5,88	-1,561E-13	-10,44	-12,31	16,15
9	0,00	ENVDIS	Combination	Max	56,24	8,44	5,31	1,19E-13	4,32	5,22	6,78
9	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-114,51	-7,84	-5,46	-1,191E-13	-4,76	-4,33	6,43
10	0,00	ENVDIS	Combination	Max	54,01	4,45	2,97	1,171E-13	1,85	5,31	5,63
10	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-116,80	-4,07	-3,09	-1,172E-13	-2,13	-5,03	5,46
11	0,00	ENVDIS	Combination	Max	51,77	1,02	0,85	8,182E-14	4,33	8,82	9,82
11	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-119,09	-0,85	-0,94	-8,19E-14	-4,49	-8,91	9,98
12	0,00	ENVDIS	Combination	Max	49,52	2,31	1,09	5,853E-14	5,07	9,26	10,55
12	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-121,37	-2,32	-1,14	-5,859E-14	-5,14	-9,52	10,82
13	0,00	ENVDIS	Combination	Max	54,76	9,44	6,84	1,56E-13	18,87	22,88	29,66
13	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-104,49	-8,83	-7,02	-1,56E-13	-19,69	-21,03	28,81
14	0,00	ENVDIS	Combination	Max	52,53	9,23	6,79	1,403E-13	12,06	13,62	18,19
14	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-106,79	-8,65	-6,97	-1,403E-13	-12,71	-12,37	17,74
15	0,00	ENVDIS	Combination	Max	50,30	8,38	6,29	1,33E-13	5,33	5,02	7,32
15	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-109,09	-7,86	-6,45	-1,33E-13	-5,81	-4,36	7,26
16	0,00	ENVDIS	Combination	Max	48,07	4,40	3,56	1,124E-13	1,33	5,24	5,41
16	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-111,37	-4,08	-3,69	-1,124E-13	-1,64	-5,10	5,35
17	0,00	ENVDIS	Combination	Max	45,83	0,99	1,04	8,927E-14	4,52	8,79	9,88

17	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-113,66	-0,86	-1,14	-8,926E-14	-4,70	-8,96	10,12
18	0,00	ENVDIS	Combination	Max	43,58	2,30	1,11	6,038E-14	5,58	9,25	10,80
18	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-115,94	-2,34	-1,16	-6,037E-14	-5,66	-9,55	11,10
19	0,00	ENVDIS	Combination	Max	54,76	9,44	7,02	1,469E-13	19,69	22,88	30,19
19	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-104,49	-8,83	-6,84	-1,469E-13	-18,87	-21,03	28,25
20	0,00	ENVDIS	Combination	Max	52,53	9,23	6,97	1,551E-13	12,71	13,62	18,63
20	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-106,79	-8,65	-6,79	-1,551E-13	-12,06	-12,37	17,28
21	0,00	ENVDIS	Combination	Max	50,30	8,38	6,45	1,236E-13	5,81	5,02	7,68
21	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-109,09	-7,86	-6,29	-1,236E-13	-5,33	-4,36	6,88
22	0,00	ENVDIS	Combination	Max	48,07	4,40	3,69	1,069E-13	1,64	5,24	5,49
22	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-111,37	-4,08	-3,56	-1,069E-13	-1,33	-5,10	5,27
23	0,00	ENVDIS	Combination	Max	45,83	0,99	1,14	9,214E-14	4,70	8,79	9,97
23	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-113,66	-0,86	-1,04	-9,214E-14	-4,52	-8,96	10,04
24	0,00	ENVDIS	Combination	Max	43,58	2,30	1,16	6,043E-14	5,66	9,25	10,84
24	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-115,94	-2,34	-1,11	-6,043E-14	-5,58	-9,55	11,06
25	0,00	ENVDIS	Combination	Max	60,69	9,50	5,90	1,567E-13	16,26	23,18	28,31
25	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-109,91	-8,81	-5,74	-1,566E-13	-15,51	-20,94	26,06
26	0,00	ENVDIS	Combination	Max	58,47	9,29	5,88	1,412E-13	10,44	13,86	17,36
26	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-112,22	-8,63	-5,73	-1,411E-13	-9,85	-12,31	15,77
27	0,00	ENVDIS	Combination	Max	56,24	8,44	5,46	1,268E-13	4,76	5,22	7,06
27	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-114,51	-7,84	-5,31	-1,267E-13	-4,32	-4,33	6,12
28	0,00	ENVDIS	Combination	Max	54,01	4,45	3,09	1,079E-13	2,13	5,31	5,73
28	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-116,80	-4,07	-2,97	-1,078E-13	-1,85	-5,03	5,36
29	0,00	ENVDIS	Combination	Max	51,77	1,02	0,94	8,839E-14	4,49	8,82	9,90
29	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-119,09	-0,85	-0,85	-8,831E-14	-4,33	-8,91	9,91
30	0,00	ENVDIS	Combination	Max	49,52	2,31	1,14	5,955E-14	5,14	9,26	10,59
30	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-121,37	-2,32	-1,09	-5,949E-14	-5,07	-9,52	10,79
31	0,00	ENVDIS	Combination	Max	34,81	3,31	6,56	1,383E-13	17,44	6,14	18,49
31	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-72,53	-3,55	-6,63	-1,383E-13	-17,79	-5,99	18,77
32	0,00	ENVDIS	Combination	Max	32,58	3,21	6,57	1,187E-13	11,00	7,84	13,51
32	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-74,82	-3,43	-6,65	-1,187E-13	-11,28	-7,45	13,51
33	0,00	ENVDIS	Combination	Max	30,35	2,72	6,12	9,726E-14	4,68	10,33	11,34
33	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-77,11	-2,88	-6,19	-9,726E-14	-4,89	-9,72	10,88
34	0,00	ENVDIS	Combination	Max	28,11	0,98	3,40	8,257E-14	2,42	12,65	12,88
34	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-79,40	-0,98	-3,45	-8,257E-14	-2,55	-11,88	12,15
35	0,00	ENVDIS	Combination	Max	25,86	2,16	0,95	5,952E-14	5,30	12,60	13,67
35	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-81,67	-2,03	-0,99	-5,952E-14	-5,38	-11,82	12,99
36	0,00	ENVDIS	Combination	Max	23,61	3,54	1,34	4,305E-14	6,07	10,51	12,14
36	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-83,95	-3,32	-1,37	-4,304E-14	-6,11	-9,86	11,60
37	0,00	ENVDIS	Combination	Max	34,81	3,31	6,63	1,061E-13	17,79	6,14	18,82
37	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-72,53	-3,55	-6,56	-1,061E-13	-17,44	-5,99	18,44
38	0,00	ENVDIS	Combination	Max	32,58	3,21	6,65	9,899E-14	11,28	7,84	13,74
38	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-74,82	-3,43	-6,57	-9,9E-14	-11,00	-7,45	13,28

39	0,00	ENVDIS	Combination	Max	30,35	2,72	6,19	8,126E-14	4,89	10,33	11,43
39	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-77,11	-2,88	-6,12	-8,126E-14	-4,68	-9,72	10,79
40	0,00	ENVDIS	Combination	Max	28,11	0,98	3,45	5,584E-14	2,55	12,65	12,91
40	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-79,40	-0,98	-3,40	-5,584E-14	-2,42	-11,88	12,12
41	0,00	ENVDIS	Combination	Max	25,86	2,16	0,99	4,378E-14	5,38	12,60	13,70
41	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-81,67	-2,03	-0,95	-4,378E-14	-5,30	-11,82	12,96
42	0,00	ENVDIS	Combination	Max	23,61	3,54	1,37	2,574E-14	6,11	10,51	12,16
42	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-83,95	-3,32	-1,34	-2,575E-14	-6,07	-9,86	11,58
44	0,00	ENVDIS	Combination	Max	47,27	3,67	2,05	4,269E-14	4,00	6,97	8,04
44	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-123,64	-3,79	-2,07	-4,271E-14	-4,03	-7,22	8,27
45	0,00	ENVDIS	Combination	Max	41,33	3,66	2,28	3,563E-14	4,48	6,96	8,28
45	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-118,21	-3,79	-2,30	-3,563E-14	-4,51	-7,23	8,52
46	0,00	ENVDIS	Combination	Max	41,33	3,66	2,30	4,182E-14	4,51	6,96	8,29
46	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-118,21	-3,79	-2,28	-4,182E-14	-4,48	-7,23	8,51
47	0,00	ENVDIS	Combination	Max	47,27	3,67	2,07	4,271E-14	4,03	6,97	8,05
47	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-123,64	-3,79	-2,05	-4,269E-14	-4,00	-7,22	8,26
48	0,00	ENVDIS	Combination	Max	21,36	3,93	2,45	2,739E-14	4,75	6,98	8,44
48	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-86,22	-3,68	-2,46	-2,739E-14	-4,76	-6,55	8,10
49	0,00	ENVDIS	Combination	Max	21,36	3,93	2,46	2,073E-14	4,76	6,98	8,45
49	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-86,22	-3,68	-2,45	-2,073E-14	-4,75	-6,55	8,09
50	0,00	ENVDIS	Combination	Max	45,01	3,30	1,95	1,064E-14	1,95	3,30	3,84
50	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-125,91	-3,44	-1,95	-1,065E-14	-1,95	-3,44	3,96
51	0,00	ENVDIS	Combination	Max	39,07	3,30	2,20	1,153E-14	2,20	3,30	3,97
51	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-120,48	-3,44	-2,20	-1,152E-14	-2,20	-3,44	4,09
52	0,00	ENVDIS	Combination	Max	39,07	3,30	2,20	9,097E-15	2,20	3,30	3,97
52	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-120,48	-3,44	-2,20	-9,098E-15	-2,20	-3,44	4,08
53	0,00	ENVDIS	Combination	Max	45,01	3,30	1,95	9,104E-15	1,95	3,30	3,84
53	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-125,91	-3,44	-1,95	-9,085E-15	-1,95	-3,44	3,96
54	0,00	ENVDIS	Combination	Max	19,10	3,06	2,31	1,104E-14	2,31	3,06	3,83
54	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-88,49	-2,87	-2,31	-1,104E-14	-2,31	-2,87	3,68
55	0,00	ENVDIS	Combination	Max	19,10	3,06	2,31	6,76E-15	2,31	3,06	3,83
55	0,00	ENVDIS	Combination	Min	-88,49	-2,87	-2,31	-6,761E-15	-2,31	-2,87	3,68

6.5 Diseño columnas 0.60x0,6 m.

6.5.1 Diseño a flexo-compresión.

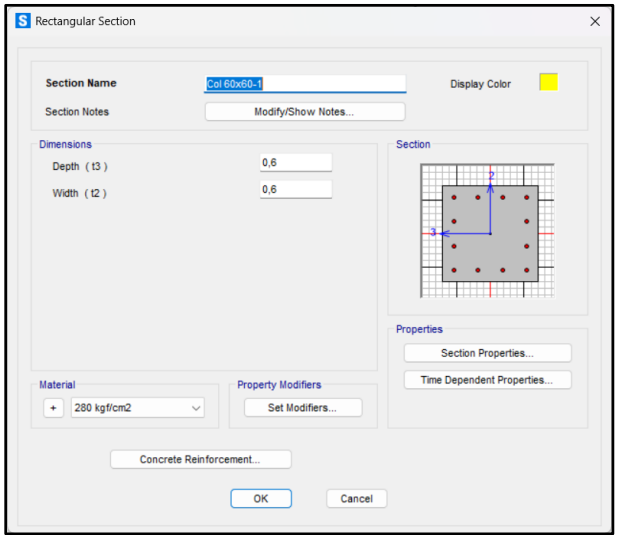


Figura 6.5.1 Sección transversal columnas.

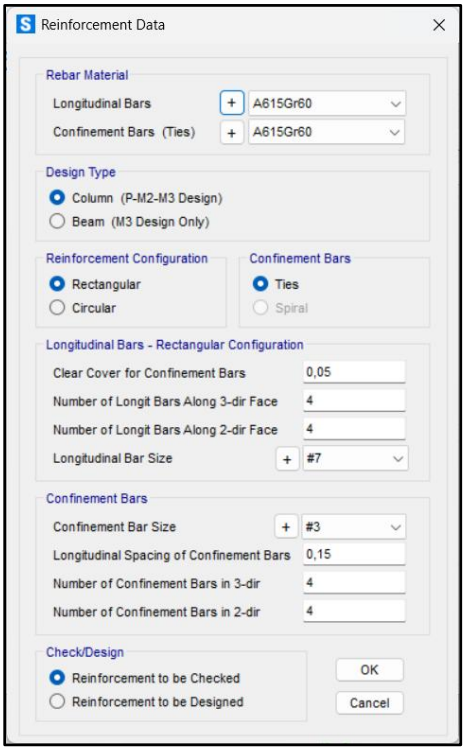


Figura 6.5.2 Acero de refuerzo en columnas.

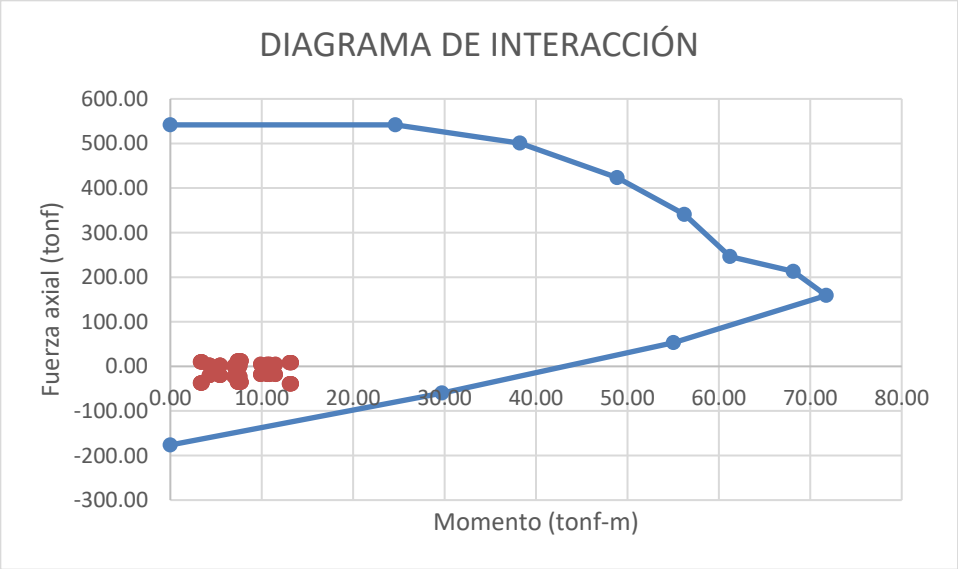


Figura 6.5.3 Chequeo de columnas.

Tabla 6.5.1 Solicitaciones en columnas.

TABLE: Design Forces For Columns									
Frame	**Combo**	**Station**	**P**	**V2**	**V3**	**T**	**M2**	**M3**	**Mtotal**
Text	Text	m	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
1	ENVDIS	0,000	8,13	2,23	5,31	0,90	12,35	4,33	13,09
1	ENVDIS	1,775	9,97	2,23	5,31	0,90	2,95	1,51	3,31
1	ENVDIS	3,550	11,81	2,23	5,31	0,90	6,60	3,36	7,41
1	ENVDIS	0,000	8,13	-1,99	5,31	0,90	-12,54	4,33	13,26
1	ENVDIS	1,775	9,97	-1,99	5,31	0,90	-3,01	1,51	3,36
1	ENVDIS	3,550	11,81	-1,99	5,31	0,90	-6,53	3,36	7,35
1	ENVDIS	0,000	8,13	2,23	-5,38	0,90	12,35	-4,18	13,04
1	ENVDIS	1,775	9,97	2,23	-5,38	0,90	2,95	-1,80	3,45
1	ENVDIS	3,550	11,81	2,23	-5,38	0,90	6,60	-4,09	7,76
1	ENVDIS	0,000	8,13	-1,99	-5,38	0,90	-12,54	-4,18	13,21
1	ENVDIS	1,775	9,97	-1,99	-5,38	0,90	-3,01	-1,80	3,50
1	ENVDIS	3,550	11,81	-1,99	-5,38	0,90	-6,53	-4,09	7,71
1	ENVDIS	0,000	-39,28	2,23	5,31	-0,89	12,35	4,33	13,09
1	ENVDIS	1,775	-37,44	2,23	5,31	-0,89	2,95	1,51	3,31
1	ENVDIS	3,550	-35,60	2,23	5,31	-0,89	6,60	3,36	7,41
1	ENVDIS	0,000	-39,28	-1,99	5,31	-0,89	-12,54	4,33	13,26
1	ENVDIS	1,775	-37,44	-1,99	5,31	-0,89	-3,01	1,51	3,36
1	ENVDIS	3,550	-35,60	-1,99	5,31	-0,89	-6,53	3,36	7,35
1	ENVDIS	0,000	-39,28	2,23	-5,38	-0,89	12,35	-4,18	13,04
1	ENVDIS	1,775	-37,44	2,23	-5,38	-0,89	2,95	-1,80	3,45
1	ENVDIS	3,550	-35,60	2,23	-5,38	-0,89	6,60	-4,09	7,76

1	ENVDIS	0,000	-39,28	-1,99	-5,38	-0,89	-12,54	-4,18	13,21
1	ENVDIS	1,775	-37,44	-1,99	-5,38	-0,89	-3,01	-1,80	3,50
1	ENVDIS	3,550	-35,60	-1,99	-5,38	-0,89	-6,53	-4,09	7,71
2	ENVDIS	0,000	0,33	1,05	3,68	0,96	6,12	3,36	6,98
2	ENVDIS	1,975	2,38	1,05	3,68	0,96	1,45	4,09	4,34
2	ENVDIS	3,950	4,43	1,05	3,68	0,96	9,27	5,15	10,60
2	ENVDIS	0,000	0,33	-0,81	3,68	0,96	-6,44	3,36	7,27
2	ENVDIS	1,975	2,38	-0,81	3,68	0,96	-1,19	4,09	4,26
2	ENVDIS	3,950	4,43	-0,81	3,68	0,96	-8,43	5,15	9,88
2	ENVDIS	0,000	0,33	1,05	-3,97	0,96	6,12	-4,09	7,36
2	ENVDIS	1,975	2,38	1,05	-3,97	0,96	1,45	-5,30	5,50
2	ENVDIS	3,950	4,43	1,05	-3,97	0,96	9,27	-6,85	11,52
2	ENVDIS	0,000	0,33	-0,81	-3,97	0,96	-6,44	-4,09	7,63
2	ENVDIS	1,975	2,38	-0,81	-3,97	0,96	-1,19	-5,30	5,43
2	ENVDIS	3,950	4,43	-0,81	-3,97	0,96	-8,43	-6,85	10,86
2	ENVDIS	0,000	-22,75	1,05	3,68	-0,92	6,12	3,36	6,98
2	ENVDIS	1,975	-20,71	1,05	3,68	-0,92	1,45	4,09	4,34
2	ENVDIS	3,950	-18,66	1,05	3,68	-0,92	9,27	5,15	10,60
2	ENVDIS	0,000	-22,75	-0,81	3,68	-0,92	-6,44	3,36	7,27
2	ENVDIS	1,975	-20,71	-0,81	3,68	-0,92	-1,19	4,09	4,26
2	ENVDIS	3,950	-18,66	-0,81	3,68	-0,92	-8,43	5,15	9,88
2	ENVDIS	0,000	-22,75	1,05	-3,97	-0,92	6,12	-4,09	7,36
2	ENVDIS	1,975	-20,71	1,05	-3,97	-0,92	1,45	-5,30	5,50
2	ENVDIS	3,950	-18,66	1,05	-3,97	-0,92	9,27	-6,85	11,52
2	ENVDIS	0,000	-22,75	-0,81	-3,97	-0,92	-6,44	-4,09	7,63
2	ENVDIS	1,975	-20,71	-0,81	-3,97	-0,92	-1,19	-5,30	5,43
2	ENVDIS	3,950	-18,66	-0,81	-3,97	-0,92	-8,43	-6,85	10,86
3	ENVDIS	0,000	8,13	2,23	5,38	0,89	12,54	4,33	13,26
3	ENVDIS	1,775	9,97	2,23	5,38	0,89	3,01	1,51	3,36
3	ENVDIS	3,550	11,81	2,23	5,38	0,89	6,53	3,36	7,35
3	ENVDIS	0,000	8,13	-1,99	5,38	0,89	-12,35	4,33	13,09
3	ENVDIS	1,775	9,97	-1,99	5,38	0,89	-2,95	1,51	3,31
3	ENVDIS	3,550	11,81	-1,99	5,38	0,89	-6,60	3,36	7,41
3	ENVDIS	0,000	8,13	2,23	-5,31	0,89	12,54	-4,18	13,21
3	ENVDIS	1,775	9,97	2,23	-5,31	0,89	3,01	-1,80	3,50
3	ENVDIS	3,550	11,81	2,23	-5,31	0,89	6,53	-4,09	7,71
3	ENVDIS	0,000	8,13	-1,99	-5,31	0,89	-12,35	-4,18	13,04
3	ENVDIS	1,775	9,97	-1,99	-5,31	0,89	-2,95	-1,80	3,45
3	ENVDIS	3,550	11,81	-1,99	-5,31	0,89	-6,60	-4,09	7,76
3	ENVDIS	0,000	-39,28	2,23	5,38	-0,90	12,54	4,33	13,26
3	ENVDIS	1,775	-37,44	2,23	5,38	-0,90	3,01	1,51	3,36
3	ENVDIS	3,550	-35,60	2,23	5,38	-0,90	6,53	3,36	7,35
3	ENVDIS	0,000	-39,28	-1,99	5,38	-0,90	-12,35	4,33	13,09

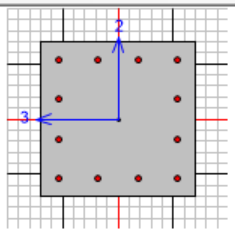
3	ENVDIS	1,775	-37,44	-1,99	5,38	-0,90	-2,95	1,51	3,31
3	ENVDIS	3,550	-35,60	-1,99	5,38	-0,90	-6,60	3,36	7,41
3	ENVDIS	0,000	-39,28	2,23	-5,31	-0,90	12,54	-4,18	13,21
3	ENVDIS	1,775	-37,44	2,23	-5,31	-0,90	3,01	-1,80	3,50
3	ENVDIS	3,550	-35,60	2,23	-5,31	-0,90	6,53	-4,09	7,71
3	ENVDIS	0,000	-39,28	-1,99	-5,31	-0,90	-12,35	-4,18	13,04
3	ENVDIS	1,775	-37,44	-1,99	-5,31	-0,90	-2,95	-1,80	3,45
3	ENVDIS	3,550	-35,60	-1,99	-5,31	-0,90	-6,60	-4,09	7,76
4	ENVDIS	0,000	0,33	1,05	3,97	0,92	6,44	3,36	7,27
4	ENVDIS	1,975	2,38	1,05	3,97	0,92	1,19	4,09	4,26
4	ENVDIS	3,950	4,43	1,05	3,97	0,92	8,43	5,15	9,88
4	ENVDIS	0,000	0,33	-0,81	3,97	0,92	-6,12	3,36	6,98
4	ENVDIS	1,975	2,38	-0,81	3,97	0,92	-1,45	4,09	4,34
4	ENVDIS	3,950	4,43	-0,81	3,97	0,92	-9,27	5,15	10,60
4	ENVDIS	0,000	0,33	1,05	-3,68	0,92	6,44	-4,09	7,63
4	ENVDIS	1,975	2,38	1,05	-3,68	0,92	1,19	-5,30	5,43
4	ENVDIS	3,950	4,43	1,05	-3,68	0,92	8,43	-6,85	10,86
4	ENVDIS	0,000	0,33	-0,81	-3,68	0,92	-6,12	-4,09	7,36
4	ENVDIS	1,975	2,38	-0,81	-3,68	0,92	-1,45	-5,30	5,50
4	ENVDIS	3,950	4,43	-0,81	-3,68	0,92	-9,27	-6,85	11,52
4	ENVDIS	0,000	-22,75	1,05	3,97	-0,96	6,44	3,36	7,27
4	ENVDIS	1,975	-20,71	1,05	3,97	-0,96	1,19	4,09	4,26
4	ENVDIS	3,950	-18,66	1,05	3,97	-0,96	8,43	5,15	9,88
4	ENVDIS	0,000	-22,75	-0,81	3,97	-0,96	-6,12	3,36	6,98
4	ENVDIS	1,975	-20,71	-0,81	3,97	-0,96	-1,45	4,09	4,34
4	ENVDIS	3,950	-18,66	-0,81	3,97	-0,96	-9,27	5,15	10,60
4	ENVDIS	0,000	-22,75	1,05	-3,68	-0,96	6,44	-4,09	7,63
4	ENVDIS	1,975	-20,71	1,05	-3,68	-0,96	1,19	-5,30	5,43
4	ENVDIS	3,950	-18,66	1,05	-3,68	-0,96	8,43	-6,85	10,86
4	ENVDIS	0,000	-22,75	-0,81	-3,68	-0,96	-6,12	-4,09	7,36
4	ENVDIS	1,975	-20,71	-0,81	-3,68	-0,96	-1,45	-5,30	5,50
4	ENVDIS	3,950	-18,66	-0,81	-3,68	-0,96	-9,27	-6,85	11,52

6.5.2 Diseño a cortante.

Concrete Design Data ACI 318-19

File

Units Tonf, m, C



ACI 318-19 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Tonf, m, C (Shear Details)

Element : 2	B=0,6	D=0,6	dc=0,071
Section ID : Col 60x60	E=2526710,	fc=2800,	Lt.Wt. Fac.=1,
Combo ID : ENVDIS	L=3,95	Fy=42184,178	fys=42184,178
Station Loc : 3,95	RLLF=1,		

Phi(Compression-Spiral): 0,75 Overstrength Factor: 1,25
Phi(Compression-Tied): 0,65
Phi(Tension Controlled): 0,9
Phi(Shear): 0,75
Phi(Seismic Shear): 0,6
Phi(Joint Shear): 0,85

SHEAR DESIGN FOR V2,V3

	Rebar Av/s	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi*Vc	Shear Phi*Vs	Shear Phi*Vn
Major Shear(V2)	5,000E-04	1,053	-4,429	5,15	16,52	6,699	23,219
Minor Shear(V3)	5,060E-04	8,475	-4,429	9,269	0,	8,475	8,475

Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear(V2)	1,053	-4,429	5,15	0,
Minor Shear(V3)	3,974	-4,429	9,269	8,297

Capacity Shear

	Shear Vp	Long.Rebar As(Bot)	Long.Rebar As(Top)	Cap.Moment MposBot	Cap.Moment MnegTop	Cap.Moment MnegBot	Cap.Moment MposTop
Major Shear(V2)	0,	0,005	0,005	57,58	57,58	57,58	57,58
Minor Shear(V3)	8,297	0,005	0,005	57,58	57,58	57,58	57,58

Design Basis

	Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
	1,	42184,178	2800,	0,36

Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc.Area Ac	Tensn.Rein Area Ast
Major Shear(V2)	1,053	0,318	0,002
Minor Shear(V3)	8,475	0,318	0,002

Shear Rebar Design

	Stress v	Conc.Cpcty phi*vc	Uppr.Limit phi*vmax	RebarArea Av/s
Major Shear(V2)	3,316	52,012	0,	5,000E-04
Minor Shear(V3)	26,682	65,015	0,	5,060E-04

6.6 Diseño vigas de pórtico 0.50x0.5 m.

6.6.1 Diseño a flexión.

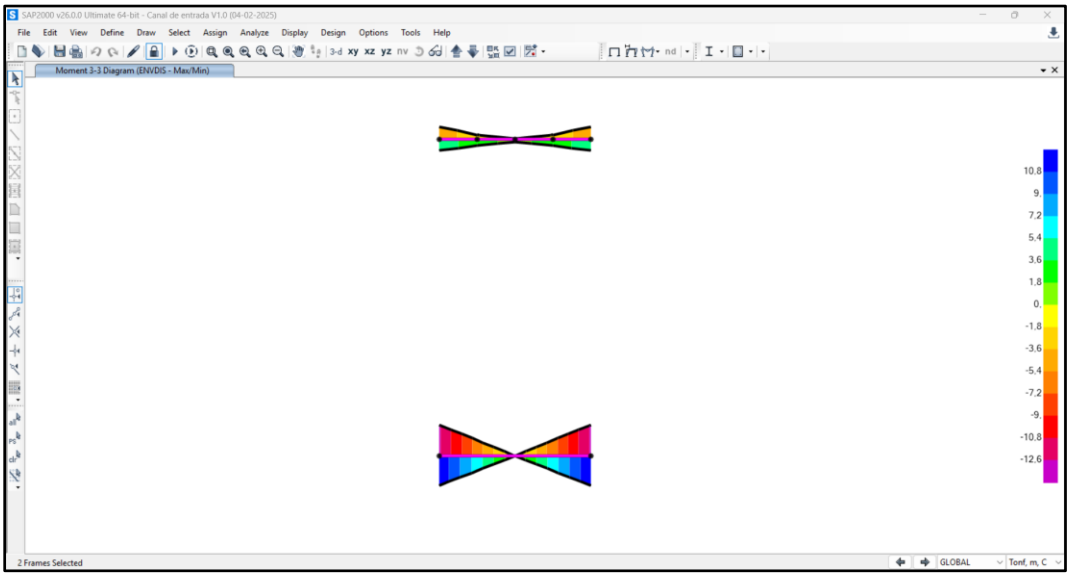


Figura 6.6.1 Diagrama de momento flector vigas de pórtico.

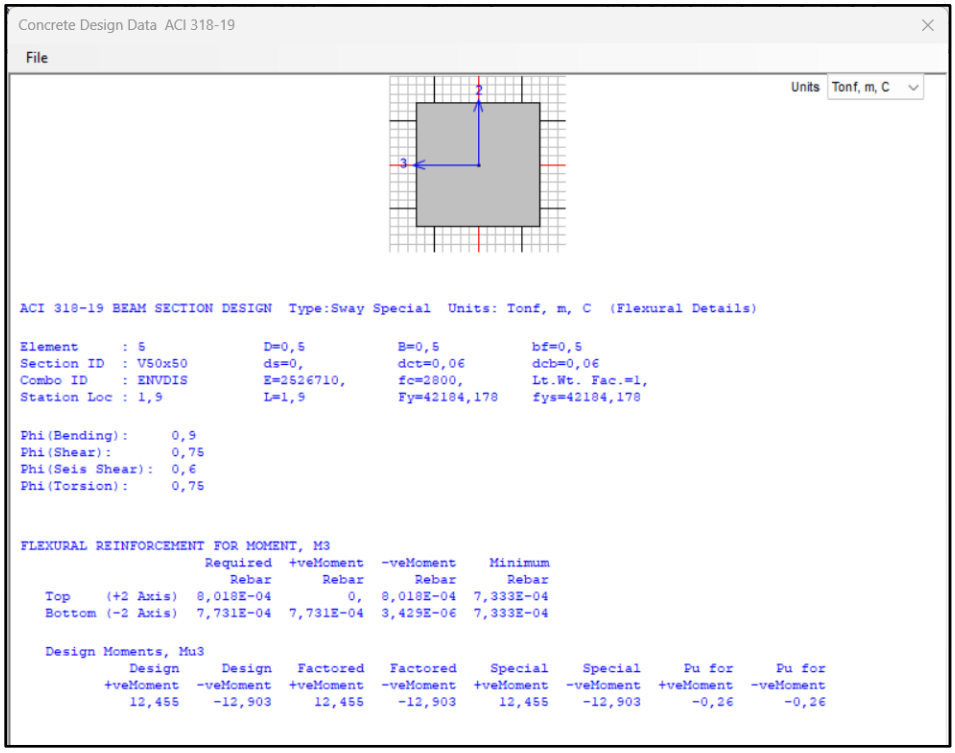


Figura 6.6.2 Diseño a flexión vigas pórtico.

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:	50	cm	ρ_{min}:	0.0033						
Es:	2,000,000	kgf/cm2	d:	45	cm	$\rho_{balanceada}$:	0.0286						
εy :	0.0021		h:	50.0	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 X					SENTIDO Y							
Mu^- (ton-cm)		1290.00											
Mu^+ (ton-cm)	1245.00												
K^- (ton/cm^2)		0.01274											
K^+ (ton/cm^2)	0.0123												
$\phi_{inicial}$		0.90											
	0.90												
$\rho_{calculado}^-$		0.0035											
$\rho_{calculado}^+$	0.0034												
$\rho_{diseño}^-$		0.0035											
$\rho_{diseño}^+$	0.0034												
As^- (cm^2)		7.82											
As^+ (cm^2)	7.54												
a (cm)		2.76											
	2.66												
c (cm)		3.2486											
	3.1318												
c/d (cm/cm)		0.0722											
	0.0696												
ϕ_{real}		0.90											
	0.90												
$\rho_{calculado}^-$		0.0035											
$\rho_{calculado}^+$	0.0034												
$\rho_{definitivo}^-$		0.0035											
$\rho_{definitivo}^+$	0.0034												
		5#5											
As(-) cm2		7.82											
As(+) cm2	7.54												
	5#5												

6.6.2 Diseño a cortante.

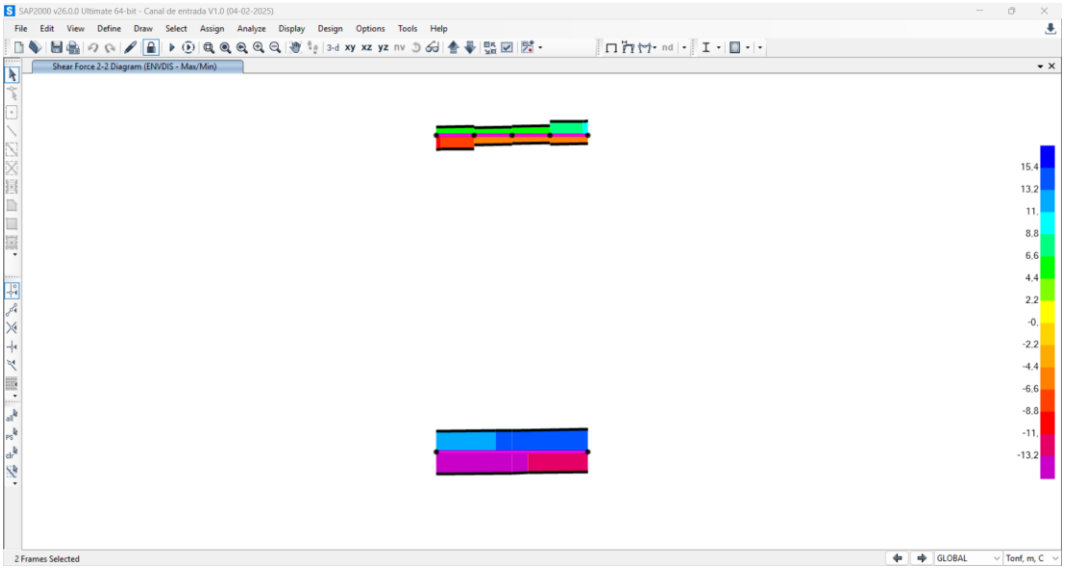
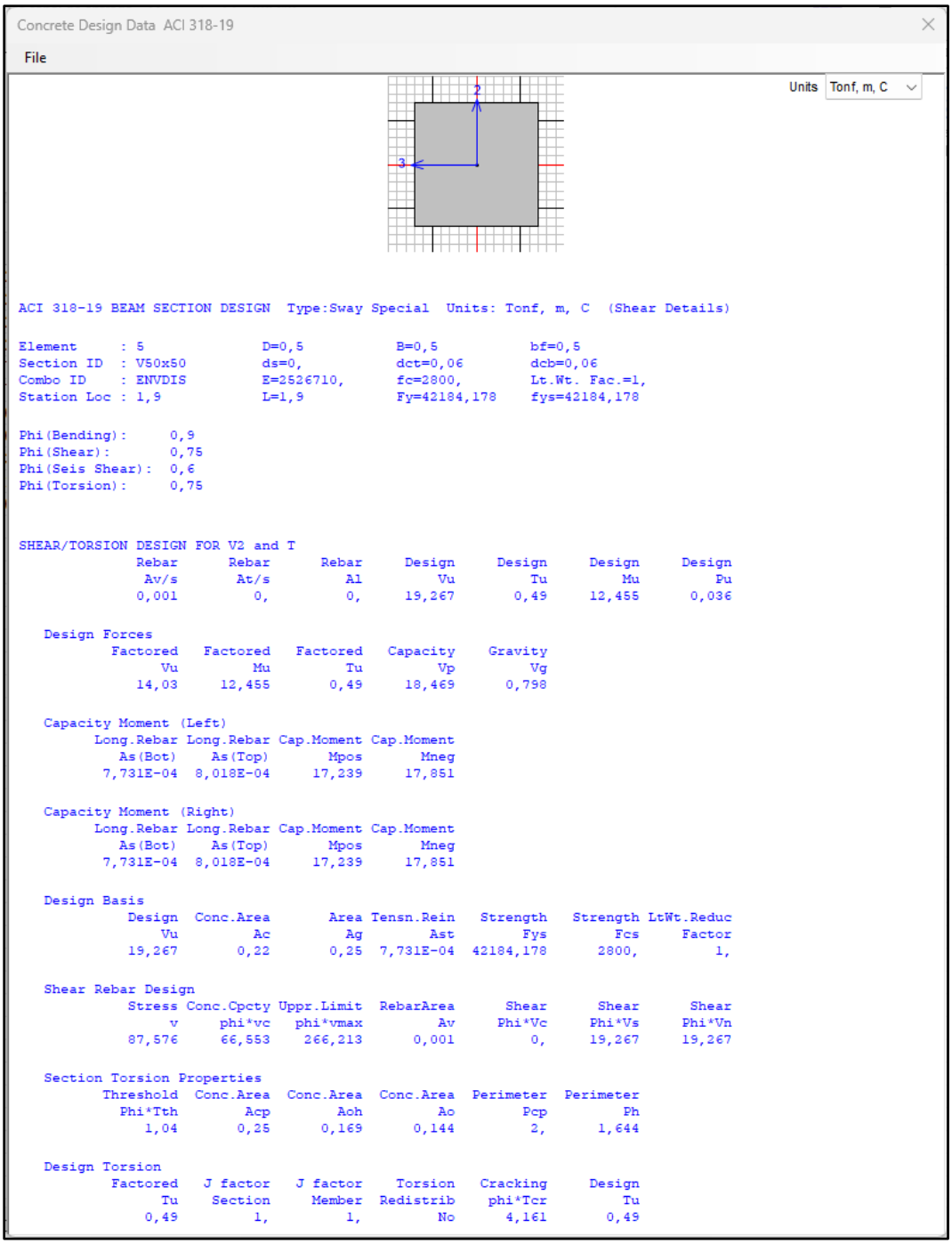


Figura 6.6.3 Diagrama de cortante vigas de pórtico.



ACI 318-19 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Special Units: Tonf, m, C (Shear Details)

Element : 5	D=0,5	B=0,5	bf=0,5
Section ID : V50x50	ds=0,	dct=0,06	dcb=0,06
Combo ID : ENVDIS	E=2526710,	fc=2800,	Lt.Wt. Fac.=1,
Station Loc : 1,9	L=1,9	Fy=42184,178	fys=42184,178

Phi(Bending):	0,9
Phi(Shear):	0,75
Phi(Seis Shear):	0,6
Phi(Torsion):	0,75

SHEAR/TORSION DESIGN FOR V2 and T

Rebar Av/s	Rebar At/s	Rebar Al	Design Vu	Design Tu	Design Mu	Design Pu
0,001	0,	0,	19,267	0,49	12,455	0,036

Design Forces

Factored Vu	Factored Mu	Factored Tu	Capacity Vp	Gravity Vg
14,03	12,455	0,49	18,469	0,798

Capacity Moment (Left)

Long.Rebar As(Bot)	Long.Rebar As(Top)	Cap.Moment Mpos	Cap.Moment Mneg
7,731E-04	8,018E-04	17,239	17,851

Capacity Moment (Right)

Long.Rebar As(Bot)	Long.Rebar As(Top)	Cap.Moment Mpos	Cap.Moment Mneg
7,731E-04	8,018E-04	17,239	17,851

Design Basis

Design Vu	Conc.Area Ac	Area Ag	Tensn.Rein Ast	Strength Fys	Strength Fcs	LtWt.Reduc Factor
19,267	0,22	0,25	7,731E-04	42184,178	2800,	1,

Shear Rebar Design

Stress v	Conc.Cpcty phi*vc	Uppr.Limit phi*vmax	RebarArea Av	Shear Phi*Vc	Shear Phi*Vs	Shear Phi*Vn
87,576	66,553	266,213	0,001	0,	19,267	19,267

Section Torsion Properties

Threshold Phi*Tth	Conc.Area Acp	Conc.Area Aoh	Conc.Area Ao	Perimeter Pcp	Perimeter Ph
1,04	0,25	0,169	0,144	2,	1,644

Design Torsion

Factored Tu	J factor Section	J factor Member	Torsion Redistrib	Cracking phi*Tcr	Design Tu
0,49	1,	1,	No	4,161	0,49

Figura 6.6.4 Diseño a cortante vigas pórtico.

P R O Y E C T O :	Estructura canal de entrada	**F E C H A :**	jun-25
PRESENTADO A :	Alcaldia 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 de pórtico

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:	**50**	cm	f'c:	**280**	kgf/cm^2	Usar N°	**3**
d:	**45.0**	cm	fy:	**4200**	kgf/cm^2	# ramas:	**3**
h:	**50.0**	cm	ϕ:	**0.75**		Av (cm^2):	**2.13**

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:	**14.03**	tonf
Vc:	**19.95**	tonf
ϕVc:	**14.97**	tonf
Vs:	**0.00**	tonf

OK CHEQUEO

6.7 Diseño vigas de cimentación 1.40x1.0 m.

6.7.1 Diseño a flexión.

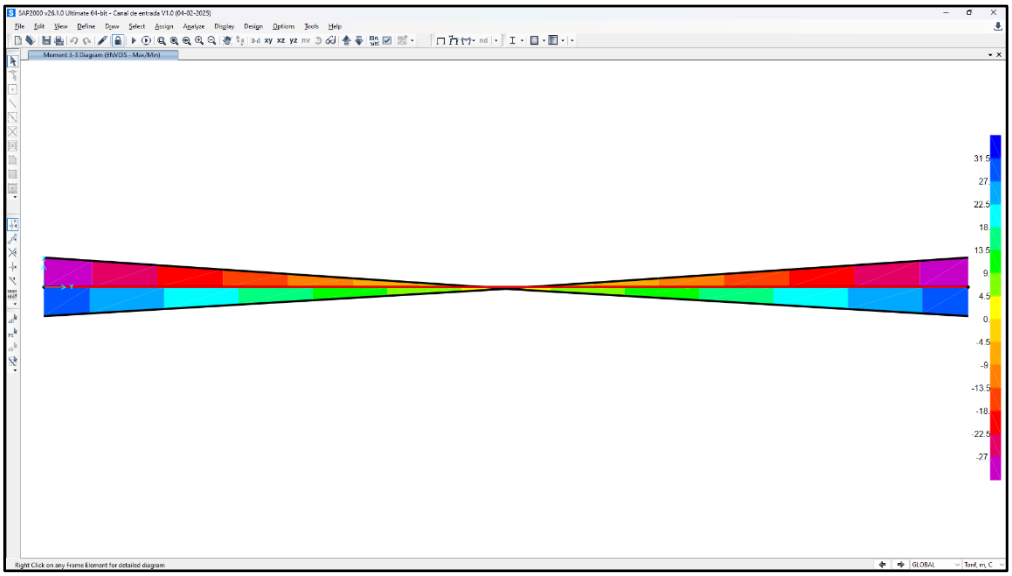
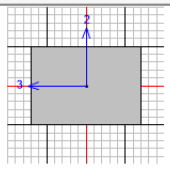


Figura 6.7.1 Diagrama de momento flector vigas de cimentación.

Concrete Design Data ACI 318-19

File

Units Kgf, cm, C



```
ACI 318-19 BEAM SECTION DESIGN  Type:Sway Special  Units: Kgf, cm, C  (Flexural Details)

Element     : 43            D=100.          B=140.          bf=140.
Section ID  : V 140x100     ds=0.           dct=5.          dcb=5.
Combo ID    : ENVDIS        E=218819.       fc=210.         Lt.Wt. Fac.=1.
Station Loc : 190.          L=190.          Fy=4218.418     fys=4218.418

Phi(Bending):     0.9
Phi(Shear):       0.75
Phi(Seis Shear):  0.6
Phi(Torsion):     0.75


FLEXURAL REINFORCEMENT FOR MOMENT, M3
                     Required  +veMoment  -veMoment    Minimum
                        Rebar      Rebar      Rebar      Rebar
   Top    (+2 Axis)     44.333         0.      8.482     44.333
   Bottom (-2 Axis)     44.333      8.324      0.004     44.333

   Design Moments, Mu3
            Design     Design   Factored   Factored    Special    Special     Pu for     Pu for
         +veMoment  -veMoment  +veMoment  -veMoment  +veMoment  -veMoment  +veMoment  -veMoment
       2978652.51 -3034588.8 2978652.51 -3034588.8 2978652.51 -3034588.8    -30.228    -30.228
```

Figura 6.7.2 Diseño a flexión vigas pórtico.

6.7.2 Diseño a cortante.

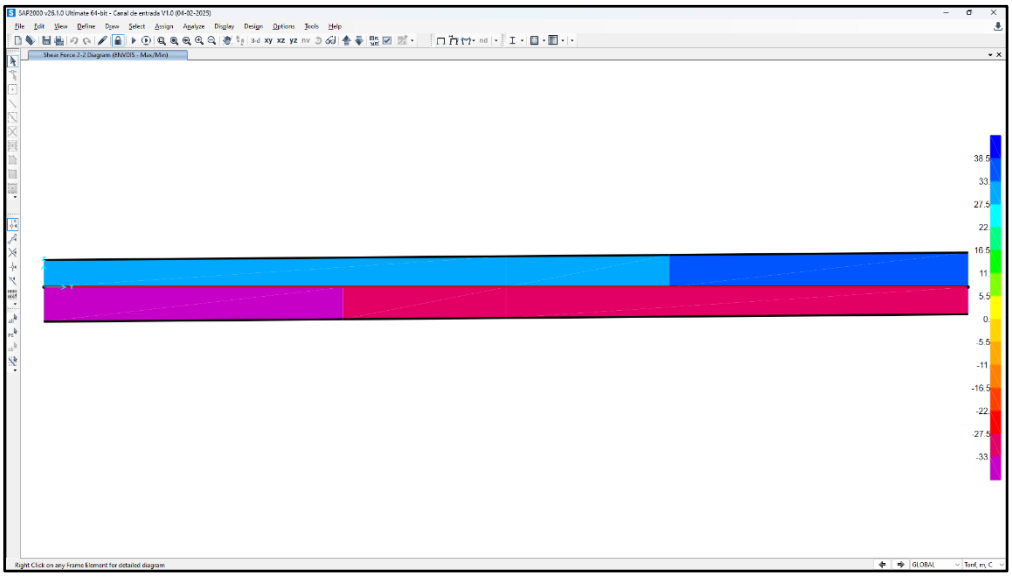
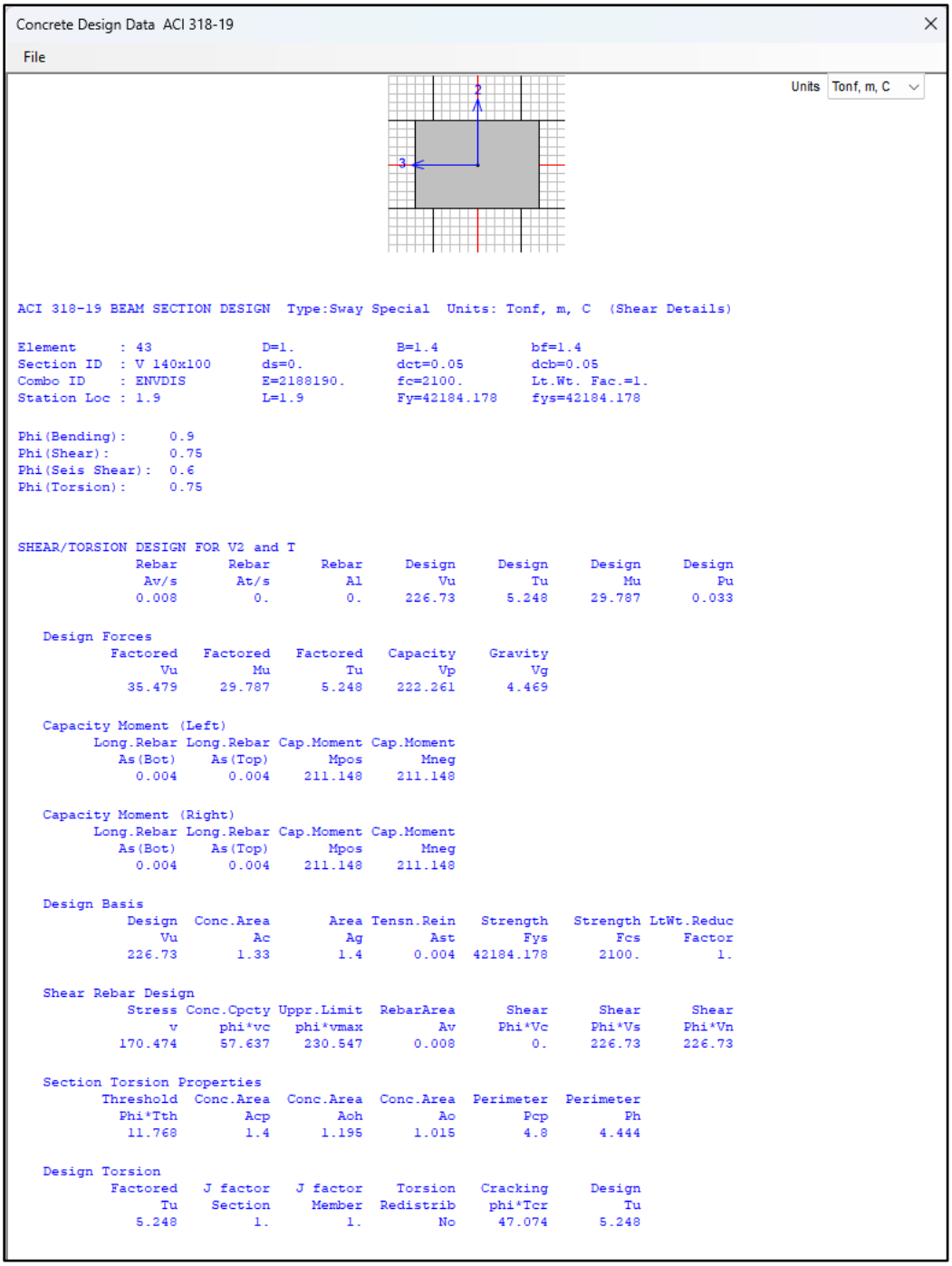


Figura 6.7.3 Diagrama de cortante vigas de cimentación.




```
ACI 318-19 BEAM SECTION DESIGN  Type:Sway Special  Units: Tonf, m, C  (Shear Details)

Element     : 43            D=1.            B=1.4           bf=1.4
Section ID  : V 140x100     ds=0.           dct=0.05        dcb=0.05
Combo ID    : ENVDIS        E=2188190.      fc=2100.        Lt.Wt. Fac.=1.
Station Loc : 1.9           L=1.9           Fy=42184.178    fys=42184.178

Phi(Bending):     0.9
Phi(Shear):       0.75
Phi(Seis Shear):  0.6
Phi(Torsion):     0.75


SHEAR/TORSION DESIGN FOR V2 and T
             Rebar      Rebar      Rebar     Design     Design     Design     Design
              Av/s       At/s         Al         Vu         Tu         Mu         Pu
             0.008         0.         0.     226.73      5.248     29.787      0.033

   Design Forces
          Factored   Factored   Factored   Capacity    Gravity
               Vu         Mu         Tu         Vp         Vg
           35.479     29.787      5.248    222.261      4.469

   Capacity Moment (Left)
        Long.Rebar Long.Rebar Cap.Moment Cap.Moment
           As(Bot)    As(Top)       Mpos       Mneg
             0.004      0.004    211.148    211.148

   Capacity Moment (Right)
        Long.Rebar Long.Rebar Cap.Moment Cap.Moment
           As(Bot)    As(Top)       Mpos       Mneg
             0.004      0.004    211.148    211.148

   Design Basis
            Design  Conc.Area       Area Tensn.Rein   Strength   Strength LtWt.Reduc
                Vu         Ac         Ag         Ast        Fys        Fcs     Factor
            226.73       1.33        1.4      0.004  42184.178     2100.         1.

   Shear Rebar Design
            Stress Conc.Cpcty Uppr.Limit  RebarArea      Shear      Shear      Shear
                 v     phi*vc   phi*vmax         Av     Phi*Vc     Phi*Vs     Phi*Vn
           170.474     57.637    230.547      0.008         0.     226.73     226.73

   Section Torsion Properties
          Threshold  Conc.Area  Conc.Area  Conc.Area  Perimeter  Perimeter
            Phi*Tth        Acp        Aoh        Ao        Pcp         Ph
             11.768        1.4      1.195      1.015        4.8      4.444

   Design Torsion
          Factored   J factor   J factor    Torsion   Cracking     Design
               Tu    Section     Member  Redistrib    phi*Tcr         Tu
            5.248         1.         1.         No     47.074      5.248
```

Figura 6.7.4 Diseño a cortante viga cimentación.

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	
444	ENVSER	Combination	Max	4,37	2,54	149,21	289,00	OK
445	ENVSER	Combination	Max	4,37	2,93	141,48	289,00	OK
446	ENVSER	Combination	Max	4,37	2,93	141,48	289,00	OK
447	ENVSER	Combination	Max	4,37	2,53	149,21	289,00	OK
448	ENVSER	Combination	Max	4,06	3,27	105,39	289,00	OK
449	ENVSER	Combination	Max	4,06	3,26	105,39	289,00	OK

7.2 Deformaciones.

7.2.1 Deformación en direccción X.

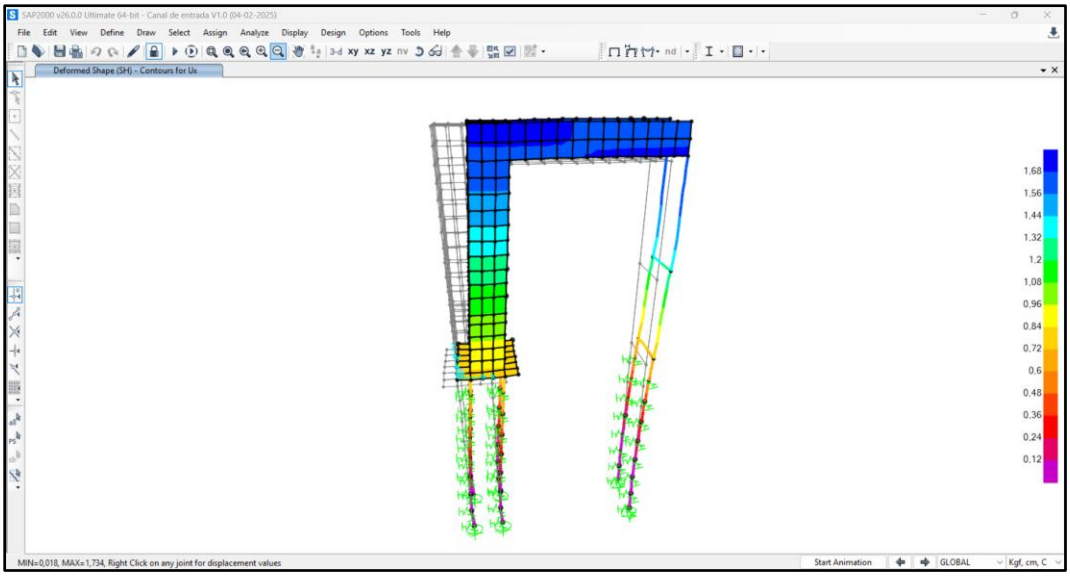


Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (cm).

7.2.2 Deformación en direccción Y.

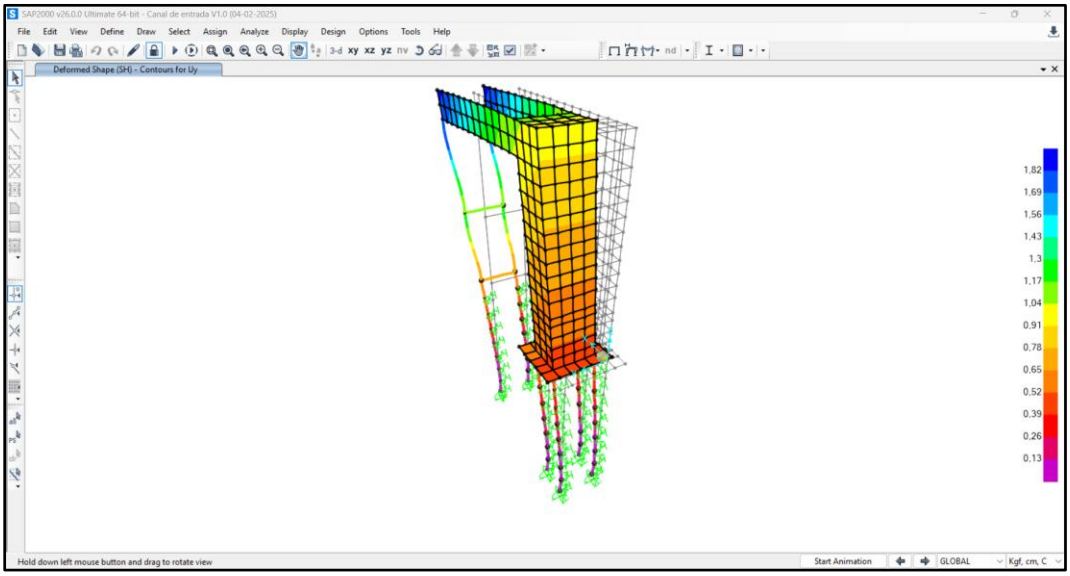


Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (cm).

7.2.3 Deformación en direccción Z.

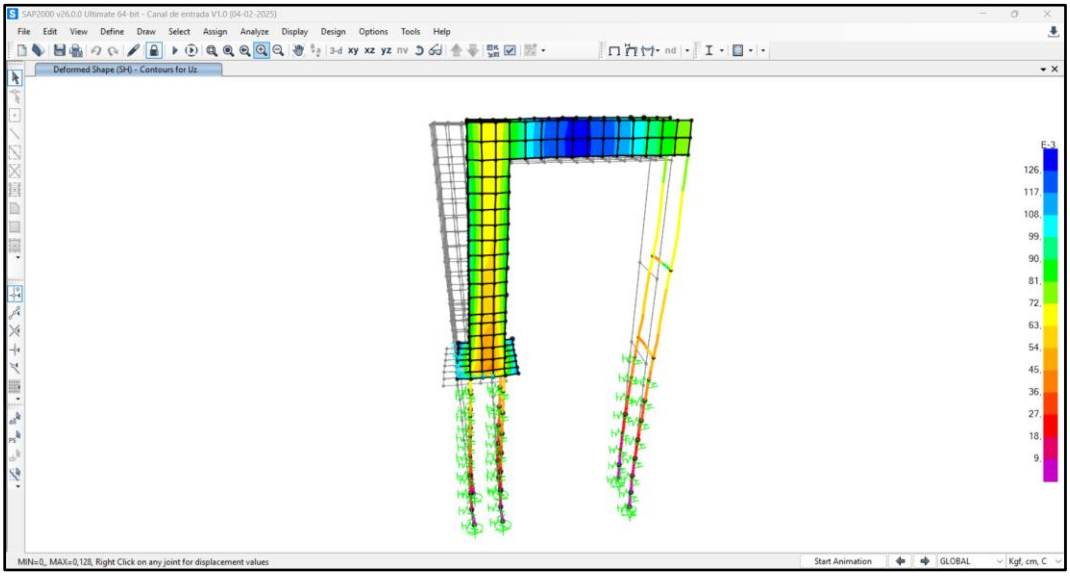


Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (cm).