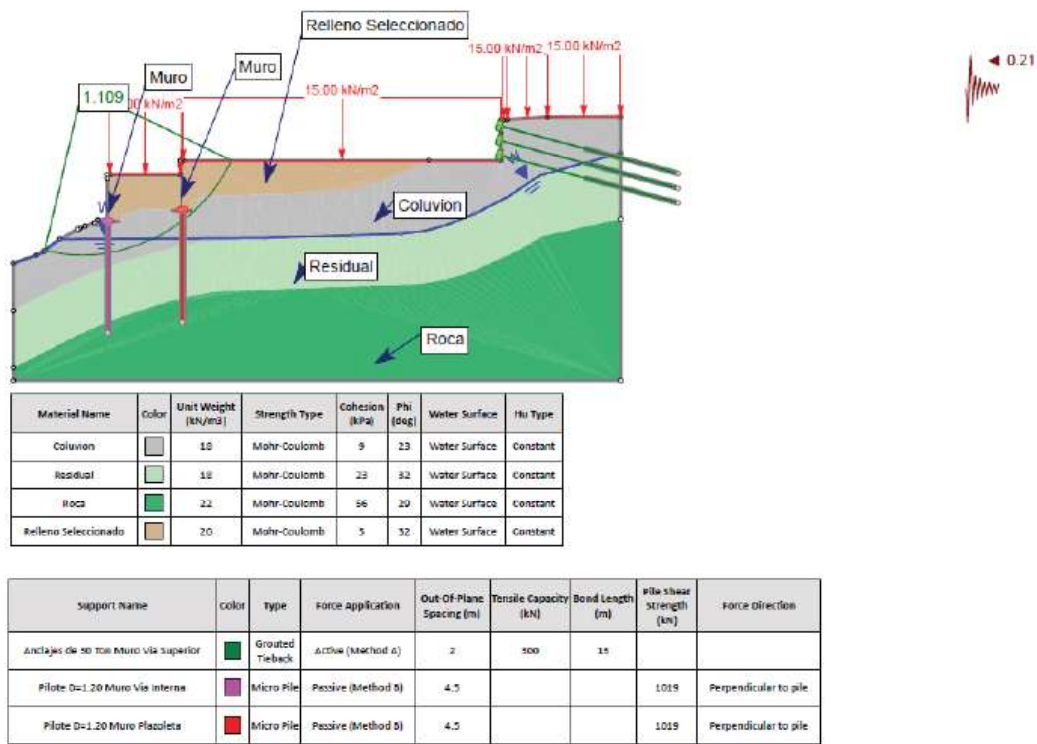




Fuente: Propia.

Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotécnico

2. MURO PLAZOLETA TRAMO 1

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para valorar el nivel de esfuerzos internos en el modelo se procede a modelar el muro mediante el uso de elementos Shell para representar el vastago (espesor de 0.40m y altura máxima 6.00m), zarpa (espesor de 0.45m y 3.45m de ancho), contrafuertes (espesor 0.30m) y elementos tipo frame para identificar los caissons de 1.2m separados 3.60m y las vigas de cimentación de 1.50x1.20 y 0.50x1.20.

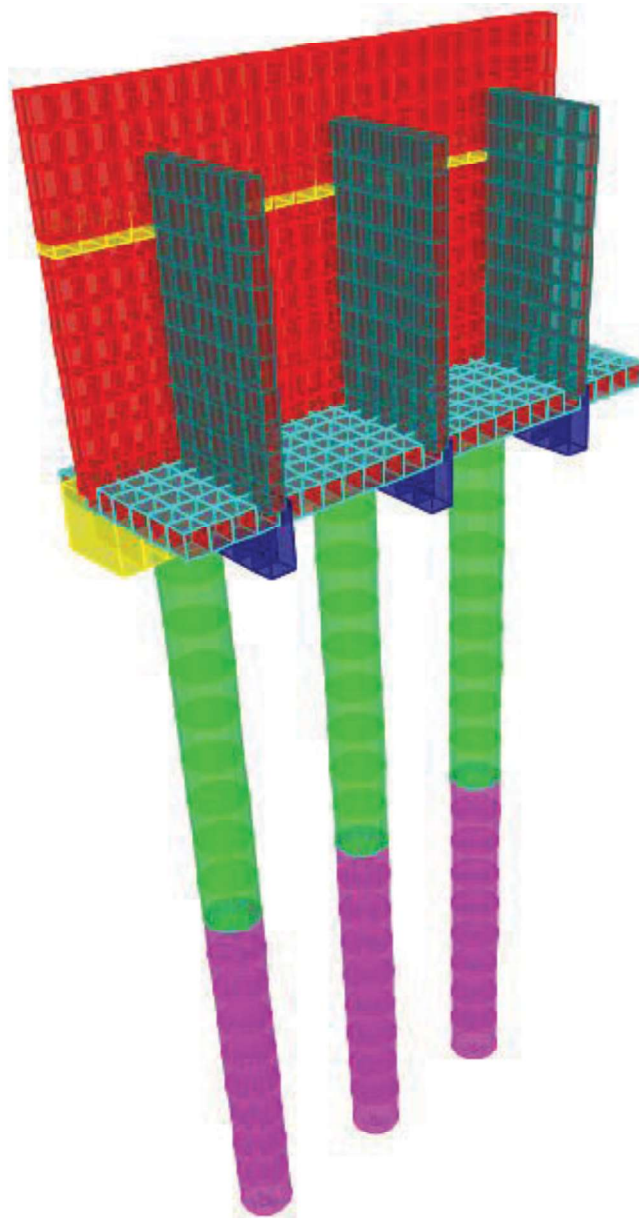


Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.

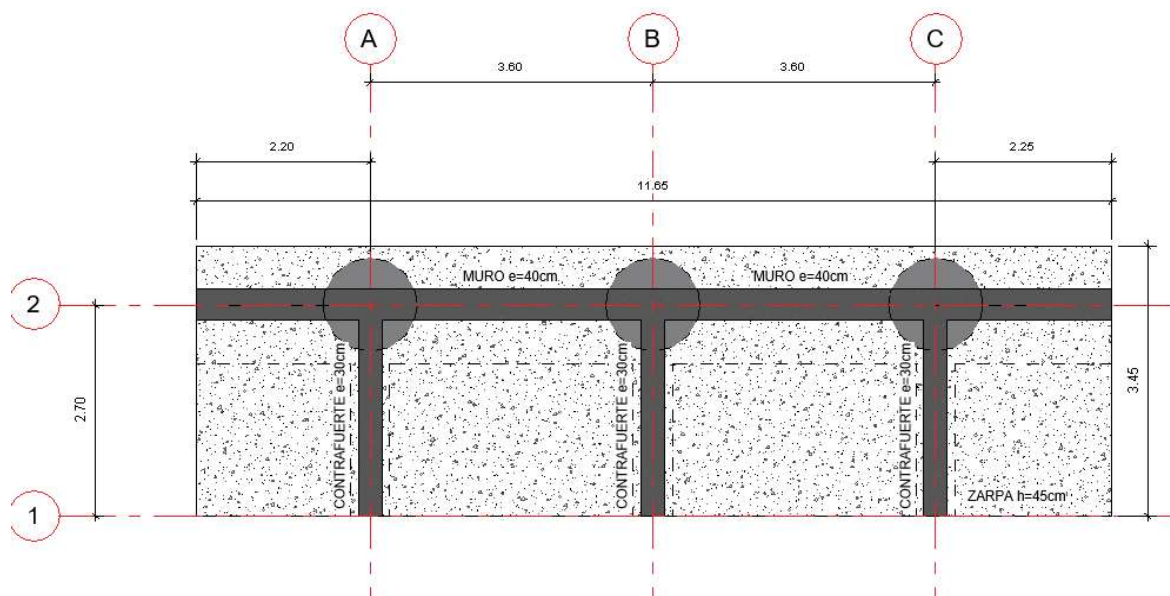
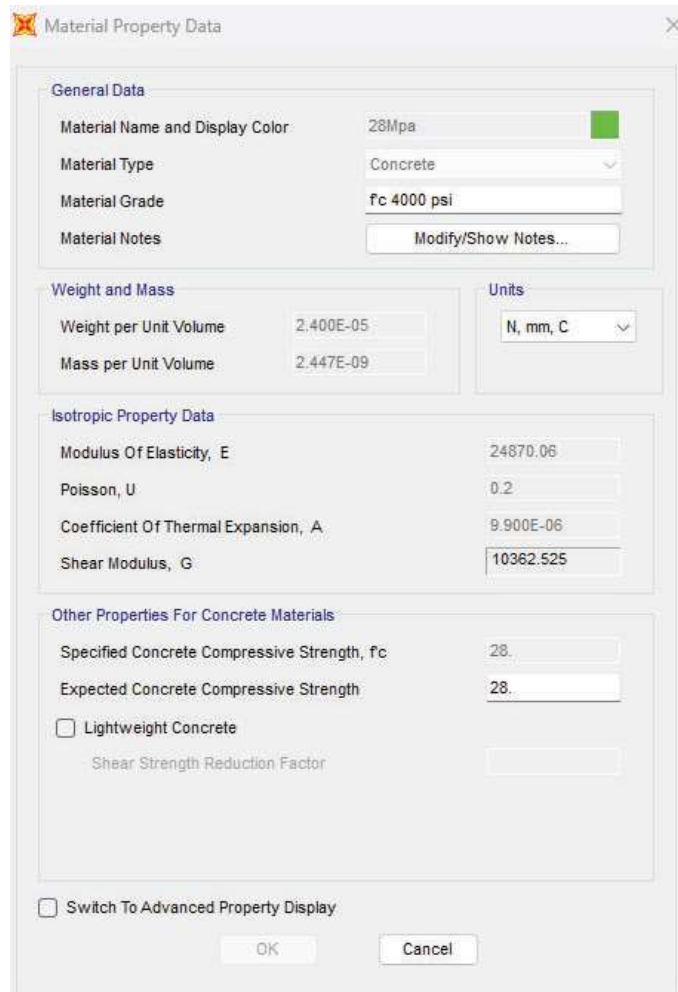


Figura 4: Vista en planta de muro de contención.

2.2 MATERIALES UTILIZADOS

El concreto propuesto para los pilotes tipo caisson es de 28MPa.

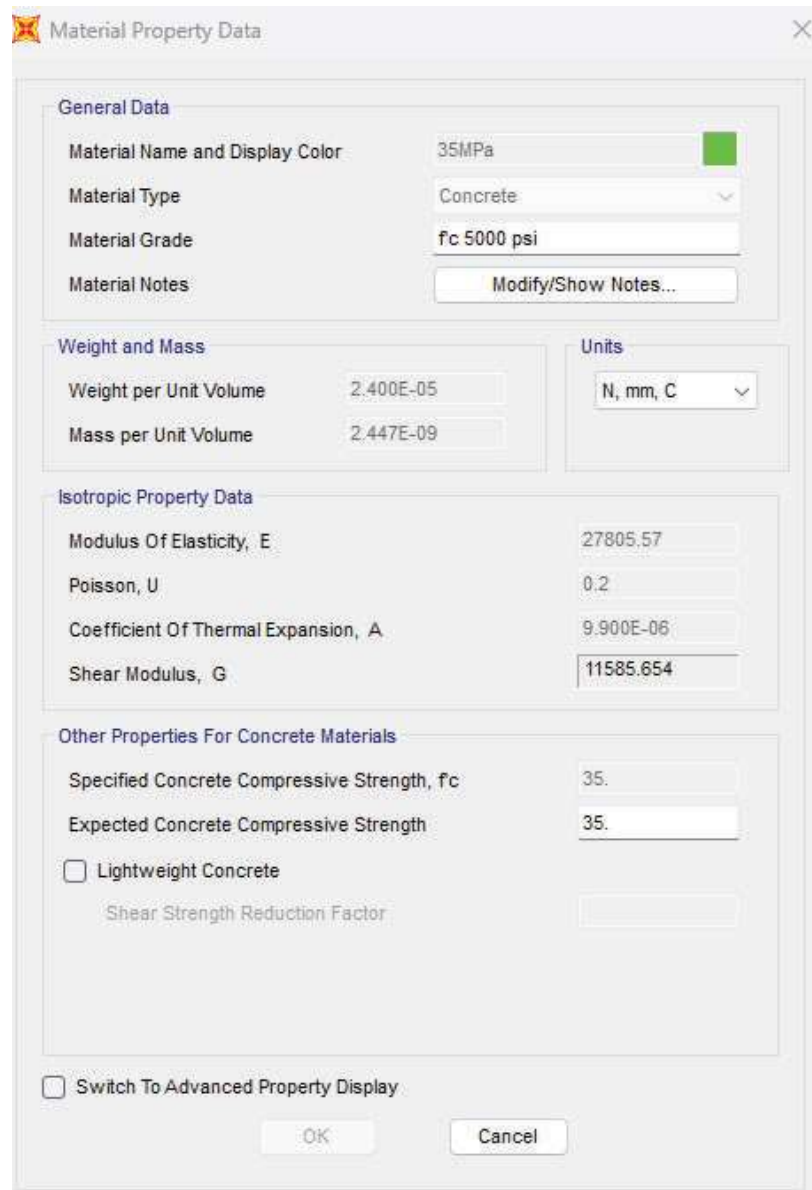


The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections with expandable headers. The "General Data" section is expanded, showing fields for "Material Name and Display Color" (set to "28Mpa" with a green color swatch), "Material Type" (set to "Concrete"), "Material Grade" (set to "f'c 4000 psi"), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button). The "Weight and Mass" section is also expanded, showing "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09). To the right of these is a "Units" dropdown menu set to "N, mm, C". The "Isotropic Property Data" section is expanded, showing "Modulus Of Elasticity, E" (24870.06), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (10362.525). The "Other Properties For Concrete Materials" section is expanded, showing "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (28.), "Expected Concrete Compressive Strength" (28.), a checkbox for "Lightweight Concrete" (which is unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field. At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	28Mpa
	Material Type	Concrete
	Material Grade	f'c 4000 psi
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.400E-05
	Mass per Unit Volume	2.447E-09
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	24870.06
	Poisson, U	0.2
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
	Shear Modulus, G	10362.525
Other Properties For Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	28.
	Expected Concrete Compressive Strength	28.
	Lightweight Concrete	☐
	Shear Strength Reduction Factor	

Figura 5: Material utilizado para los caissons.

Los demás componentes del sistema se fabricaran en concreto de 35MPa.



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections with expandable/collapsible headers. The "General Data" section is expanded, showing fields for "Material Name and Display Color" (set to "35MPa" with a green color swatch), "Material Type" (set to "Concrete" in a dropdown), "Material Grade" (set to "fc 5000 psi"), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button). The "Weight and Mass" section is also expanded, showing "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09). To the right of these is a "Units" dropdown set to "N, mm, C". The "Isotropic Property Data" section is expanded, showing "Modulus Of Elasticity, E" (27805.57), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (11585.654). The "Other Properties For Concrete Materials" section is expanded, showing "Specified Concrete Compressive Strength, fc" (35), "Expected Concrete Compressive Strength" (35), a checkbox for "Lightweight Concrete" (unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field. At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

General Data	
Material Name and Display Color	35MPa
Material Type	Concrete
Material Grade	fc 5000 psi
Material Notes	Modify/Show Notes...

Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2.400E-05
Mass per Unit Volume	2.447E-09

Units	
Units	N, mm, C

Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	27805.57
Poisson, U	0.2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	11585.654

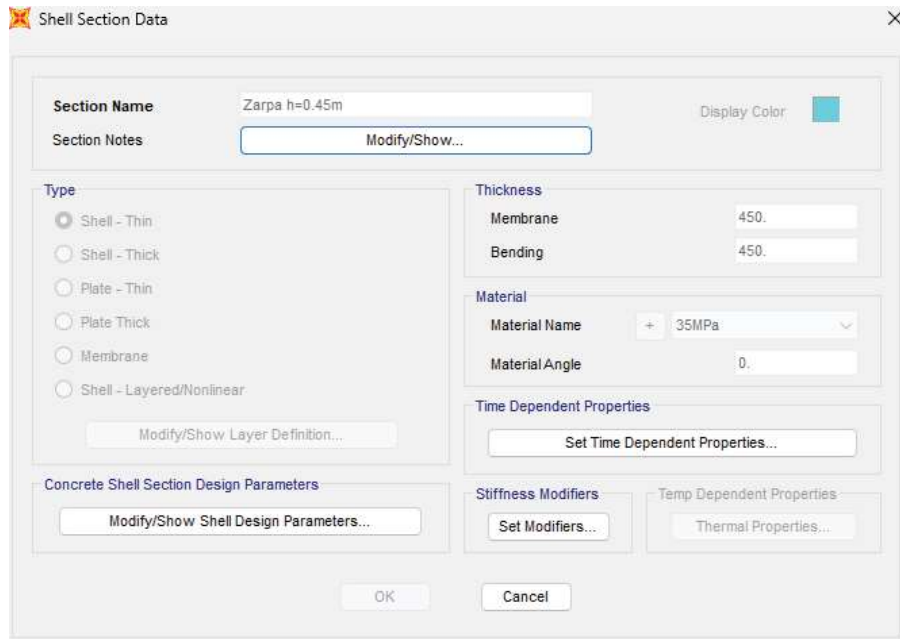
Other Properties For Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, fc	35.
Expected Concrete Compressive Strength	35.
☐ Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

2.3. SECCIONES TRANSVERSALES

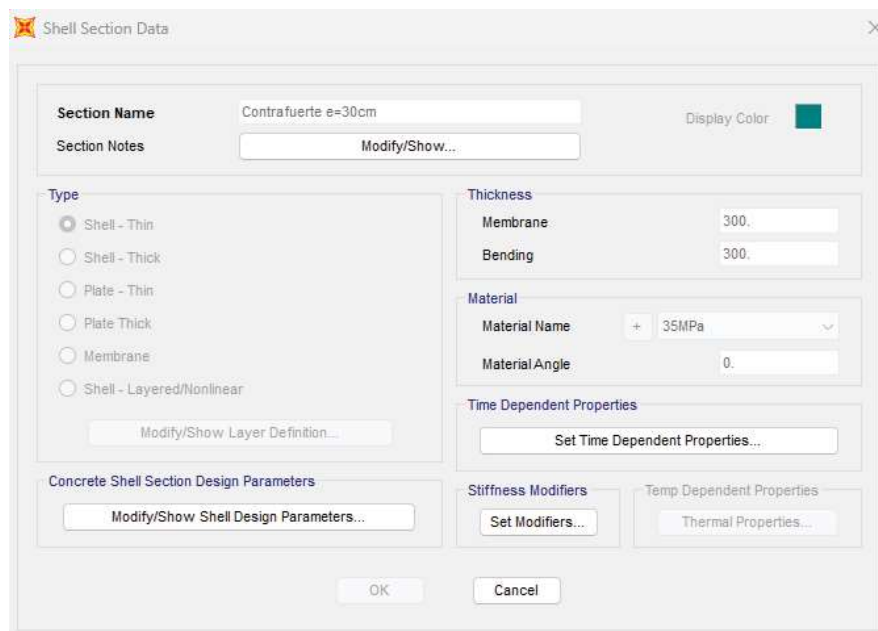
A continuación, se presentan las secciones transversales correspondientes a los elementos usados en la modelación.



The 'Shell Section Data' dialog box is shown with the following settings:

- Section Name:** Zarpa h=0.45m
- Section Notes:** Modify/Show...
- Display Color:** A small blue square icon.
- Type:** Shell - Thin (selected), Shell - Thick, Plate - Thin, Plate Thick, Membrane, Shell - Layered/Nonlinear. A button 'Modify/Show Layer Definition...' is below.
- Thickness:** Membrane: 450., Bending: 450.
- Material:** Material Name: + 35MPa (dropdown), Material Angle: 0.
- Time Dependent Properties:** Set Time Dependent Properties...
- Concrete Shell Section Design Parameters:** Modify/Show Shell Design Parameters...
- Stiffness Modifiers:** Set Modifiers...
- Temp Dependent Properties:** Thermal Properties...
- Buttons:** OK, Cancel.

Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.



The 'Shell Section Data' dialog box is shown with the following settings:

- Section Name:** Contrafuerte e=30cm
- Section Notes:** Modify/Show...
- Display Color:** A small dark green square icon.
- Type:** Shell - Thin (selected), Shell - Thick, Plate - Thin, Plate Thick, Membrane, Shell - Layered/Nonlinear. A button 'Modify/Show Layer Definition...' is below.
- Thickness:** Membrane: 300., Bending: 300.
- Material:** Material Name: + 35MPa (dropdown), Material Angle: 0.
- Time Dependent Properties:** Set Time Dependent Properties...
- Concrete Shell Section Design Parameters:** Modify/Show Shell Design Parameters...
- Stiffness Modifiers:** Set Modifiers...
- Temp Dependent Properties:** Thermal Properties...
- Buttons:** OK, Cancel.

Figura 7: Sección transversal de contrafuerte.

Shell Section Data

Section Name: Muro e=40cm Display Color: ■

Section Notes: [Modify/Show...](#)

Type:

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

[Modify/Show Layer Definition...](#)

Concrete Shell Section Design Parameters: [Modify/Show Shell Design Parameters...](#)

Thickness:

Membrane: 400.

Bending: 400.

Material:

Material Name: + 35MPa

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties: [Set Time Dependent Properties...](#)

Stiffness Modifiers: [Set Modifiers...](#)

Temp Dependent Properties: [Thermal Properties...](#)

OK Cancel

Figura 8: Sección transversal vastago de muro.

Circular Section

Section Name: Caisson 1.2m 1.3% Display Color: ■

Section Notes: [Modify/Show Notes...](#)

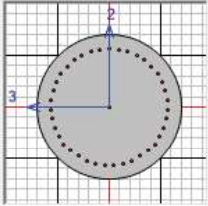
Dimensions:

Diameter (t3): 1200.

Material: + 28Mpa sin peso

Property Modifiers: [Set Modifiers...](#)

Concrete Reinforcement... [Concrete Reinforcement...](#)

Section: 

Properties: [Section Properties...](#)

[Time Dependent Properties...](#)

OK Cancel

Figura 9: Sección transversal pilotes tipo caisson.

Rectangular Section

Section Name: VIGA 1.5x1.2 Display Color: 

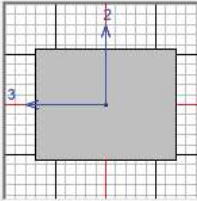
Section Notes:

Dimensions

Depth (t3): 1200.

Width (t2): 1500.

Section



Properties

Material: 35MPa

Figura 10: Sección transversal viga cim 1.50x1.20

Rectangular Section

Section Name: VG 50x120 Display Color: 

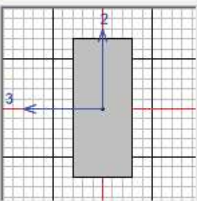
Section Notes:

Dimensions

Depth (t3): 1200.

Width (t2): 500.

Section



Properties

Material: 35MPa

Figura 11: Sección transversal viga cim 0.50x1.20

2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO

MEMORIA CÁLCULO DE ESTABILIDAD LOCAL PARA MUROS CON PILOTES			
1. PARAMETROS DE ENTRADA			
MATERIALES MURO			
γ concreto	24.00	kN/m³	
f _y	420.00	Mpa	
f _c	35.00	Mpa	
MATERIALES DEL SUELO EN CONTACTO CON EL MURO			
γ suelo de relleno	18.00	kN/m³	
σ' suelo de relleno	32.00	°	
C suelo de relleno	0.00	kN/m²	
δ (°)	0.00	Ángulo de fricción entre el suelo y el muro	
K _a	0.307		
K _p	3.25		
PARAMETROS SISMICOS			
PGA	0.30		
K _h	0.21		
K _v	0.00		
Sprio	0.207		
β (°)	90	Ángulo de inclinación de la cara interna del muro (si el muro es recto el ángulo es 90°)	
K _{oe}	0.449	Método Mononobe Okabe	
SUELO CIRCUNDANTE AL PILOTE			
γ ₁ (kN/m³)	18.00		Estrato 1
φ ₁ (°)	23.00		
C ₁ (kN/m²)	9.00		
H ₁ (m)	7.50		
γ ₂ (kN/m³)	18.00		Estrato 2
φ ₂ (°)	32.00		
C ₂ (kN/m²)	23.00		
H ₂ (m)	7.50		
γ ₃ (kN/m³)	22.00		Estrato 3
φ ₃ (°)	29.00		
C ₃ (kN/m²)	56.00		
H ₃ (m)	3.00		
γ ₄ (kN/m³)	18.67		Estrato ponderado
φ ₄ (°)	27.75		
C ₄ (kN/m²)	22.67		
H _{4,av} (m)	18.00		
K _P	2.74		

$$K_a = \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$K_p = \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$P_{se} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_h) K_{se}$$

$$K_{se} = \text{coeficiente de presión activa de la tierra}$$

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

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

MÉTODO RANKINE PARA EMPUJE ACTIVO Y PASIVO, PARA EL COMPONENTE SISMICO MONONOBE - OKABE			
2. ESTABILIDAD LOCAL DEL MURO			
GEOMETRIA			
h	6.00	m	
h'	0.00	m	
a (Vastago)	0.40	m	
d (Talon)	2.50	m	
c (Pie)	0.50	m	
b	0.40	m	
t	0.30	m	
h _p	0.00	m	
a	0.00	°	
Sobrecarga	15.00	kN/m²	
Diámetro pilote	1.20	m	
Longitud pilote	18.00	m	
Separación pilotes	3.60		
Medio perímetro superficial pilote	1.885	m	

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

MOMENTOS GENERADOS POR PESOS DE ELEMENTOS DEL MURO O SUELO, VERTICALES				
SECCIÓN	ÁREA (m ²)	PESO (kN/m)	Xo (m)	M. RESIS. (kN-m/m)
1.00	0.00	0.00	0.25	0.00
2.00	2.40	57.60	0.70	40.32
3.00	15.00	270.00	2.15	580.50
4.00	1.02	24.48	1.70	41.62
5.00	0.00	0.00	2.57	0.00
6.00	20.35	135.72	1.70	230.72
EAV (Componente vertical empuje activo)	-	0.00	3.40	0.00
Sumatoria Fuerzas (Normal)		487.80	Sumatoria Momentos Resistentes	803.15

MOMENTOS ACTUANTES GENERADOS SEGUN CARGAS				
FUERZA	MAGNITUD (kN/m)	Xo - Yo (m)	M. ACTUANTE (kN-m/m)	M. RESIS. (kN-m/m)
Presión activa	109.75	2.10	230.49	0.00
Sobrecarga	20.04	3.15	91.45	0.00
Sismo (ΔP _u)	50.61	4.20	212.55	0.00
Presión pasiva Pilote 1	4342.56	12.00	0.00	52110.68
			0.00	0.00

3. FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

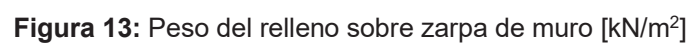
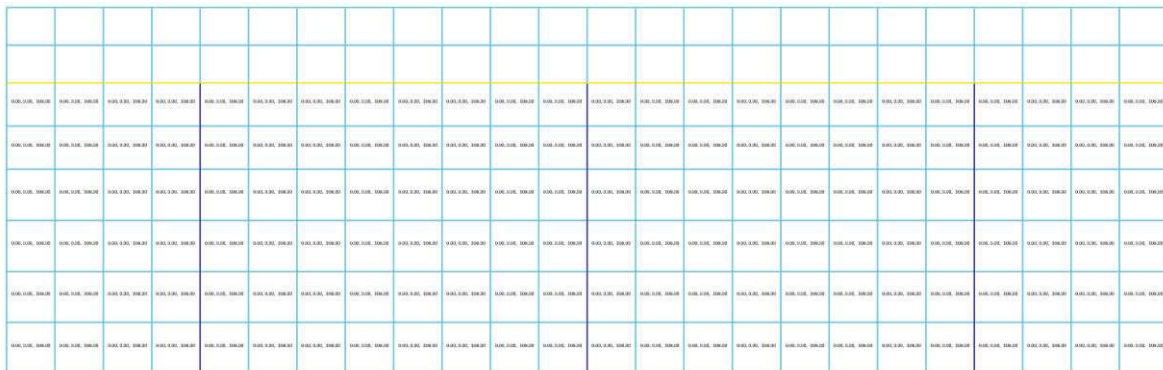
Estático	
M. RESIS. (kN-m/m)	53003.84
M. ACTUA. (kN-m)	321.58
FS V	164.83
	Cumple

Pseudostático	
M. RESIS. (kN-m/m)	53003.84
M. ACTUA. (kN-m)	534.50
FS V	98.17
	Cumple

4. FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Estático	
F. RESIS. (kN/m)	4496.71
F. ACTUA. (kN/m)	136.79
FS D	32.40
	Cumple

Pseudostático	
F. RESIS. (kN/m)	4496.71
F. ACTUA. (kN/m)	186.40
FS D	23.74
	Cumple



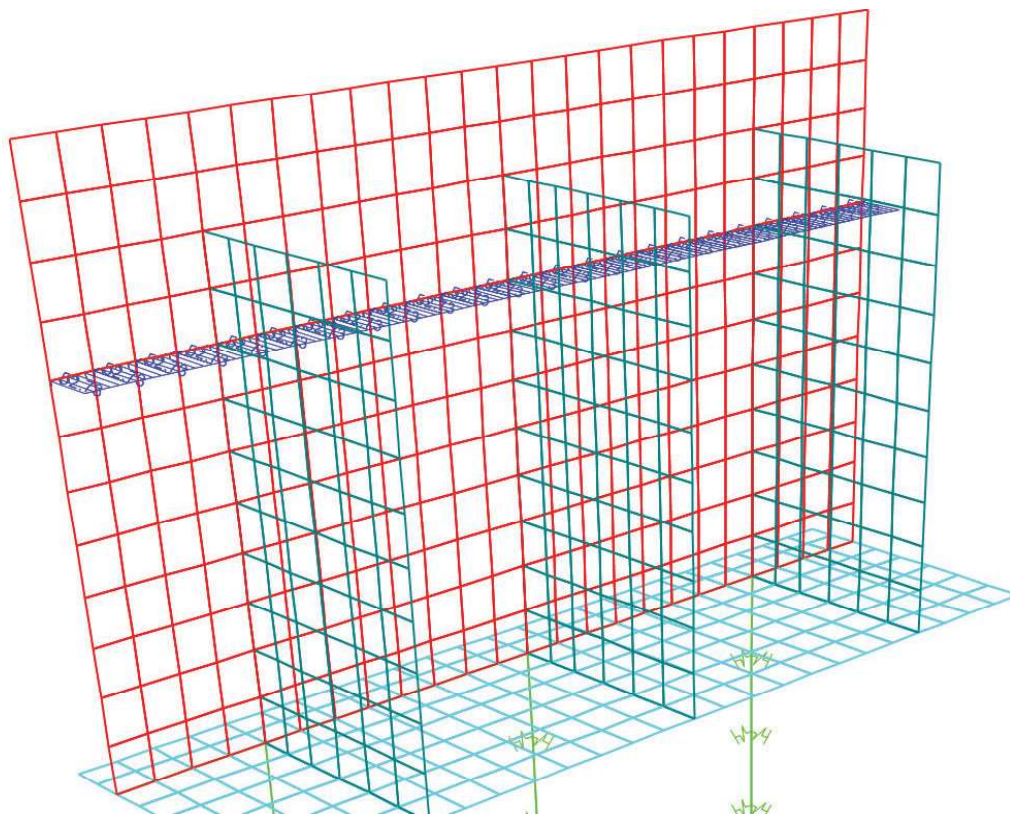


Figura 14: Empuje por componente dinámico. 52.73 kN/m²

phi (°)	32
phi(radianes)	0.56
ka	0.31
Y [kN/m3]	18
h [m]	6

Empuje en la base [kN/m2]	33.18
Empuje en la cabeza [kN/m2]	0.00

Ecuaciones para el SAP		CZ+D	Z1 [m]	15				
			Z2 [m]	21				
Ecuación 1	D=		33.18	-	15	C		
Ecuación 2	D=		0.00	-	21	C		
Ecuación 3		-21	C	=	33.18	-	15	C
	C=		-5.53					
	D=		116.1437					

Empuje de sobrecarga	0	kN/m2
	0.00	kN/m2

Carga sísmica	
Kae	0.47
kv	0
Δead [kN/m]	52.73
Brazo	4

Figura 15: Cargas asignadas en modelo estructural

Una vez asignadas las cargas se proceden a definir las combinaciones de carga por esfuerzos admisibles y cargas ultimas.

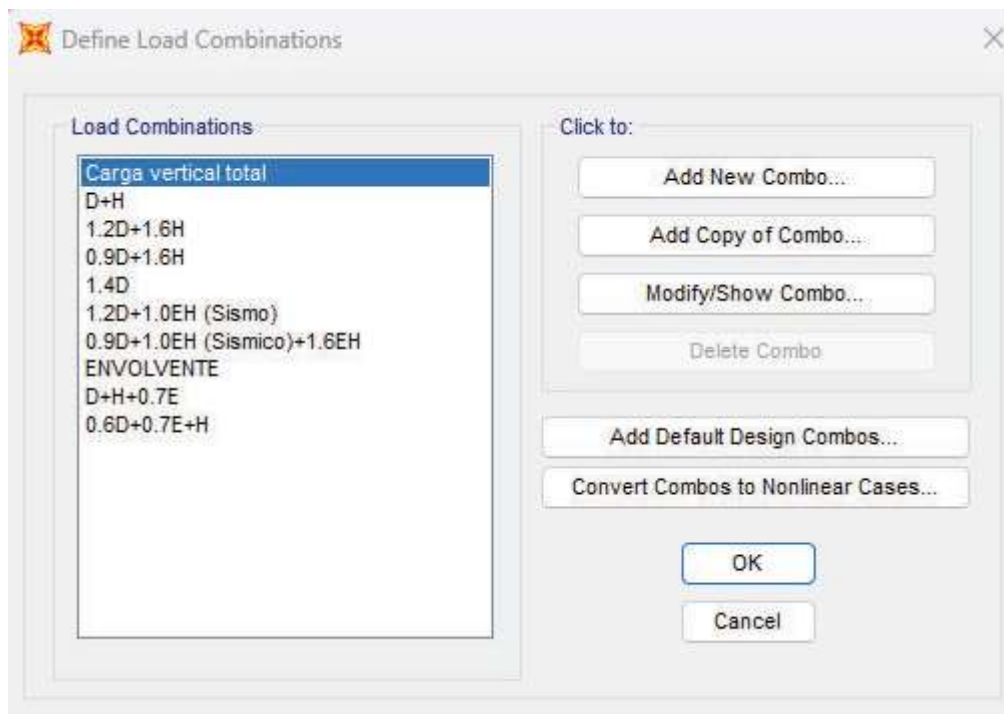


Figura 16: Combinaciones de carga.

2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE

De acuerdo con las características proporcionadas por el ingeniero geotecnista se verifica que los pilotes no superen la deformación máxima en la cabeza del pilote de 40mm.

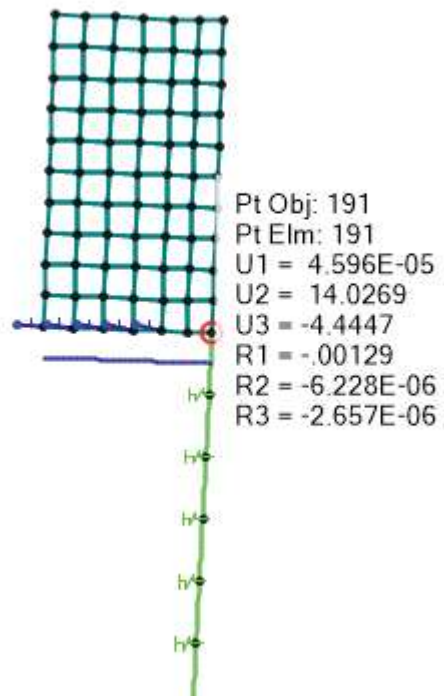


Figura 17: Deformación en pilote por combinación D+H

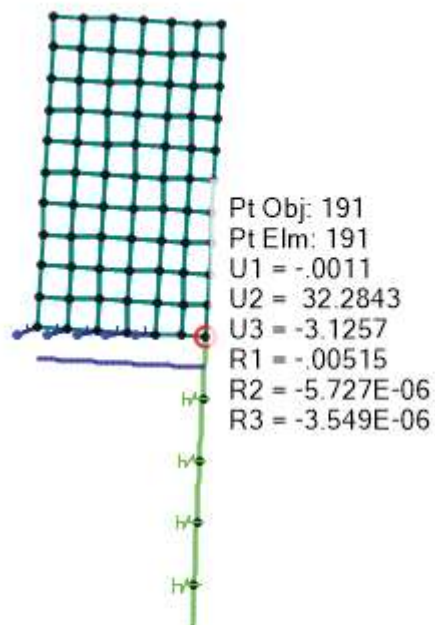


Figura 18: Deformación en pilote por combinación 0.6D+H+0.7E

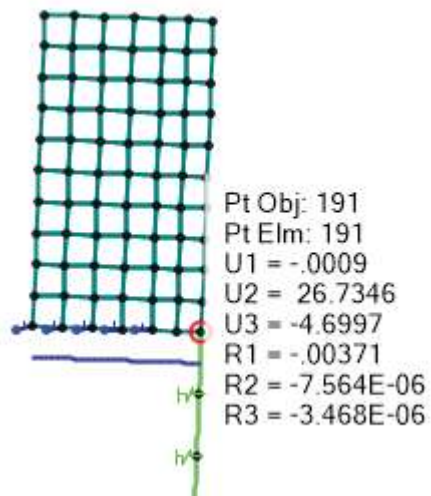


Figura 19: Deformación en pilote por combinación D+H+0.7E.

Las deformaciones de los pilotes se encuentran dentro de los rangos admisibles para las combinaciones de esfuerzo admisible señaladas en la NSR-10.

1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO

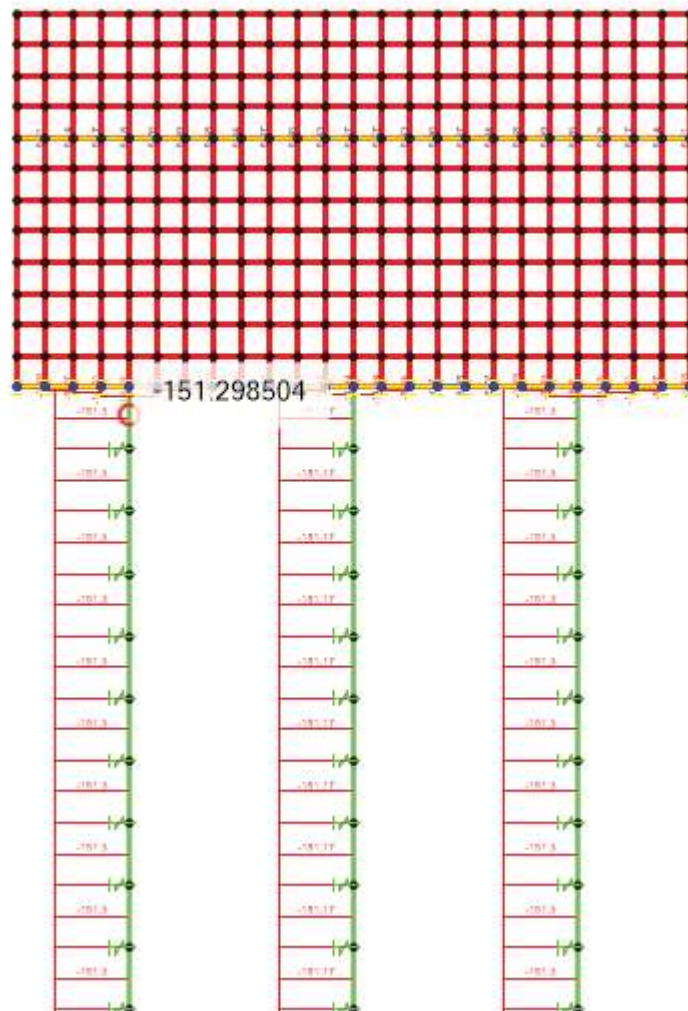


Figura 20: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf]

2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO

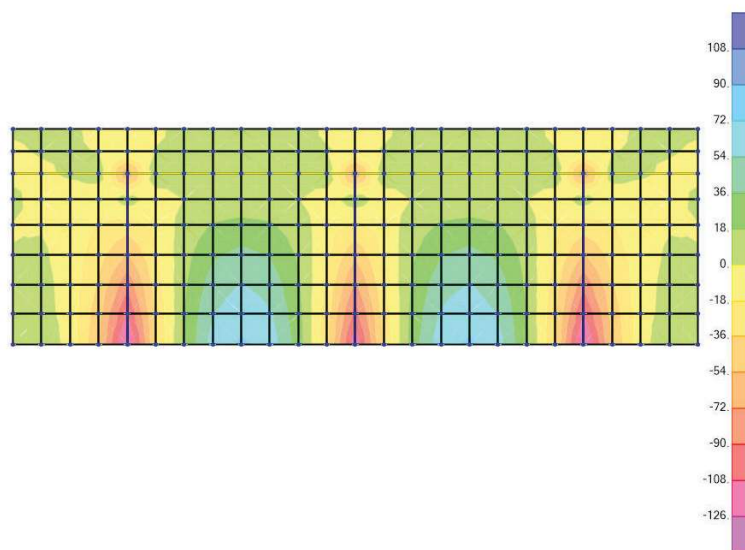


Figura 21: Momento M11 kN*m/m

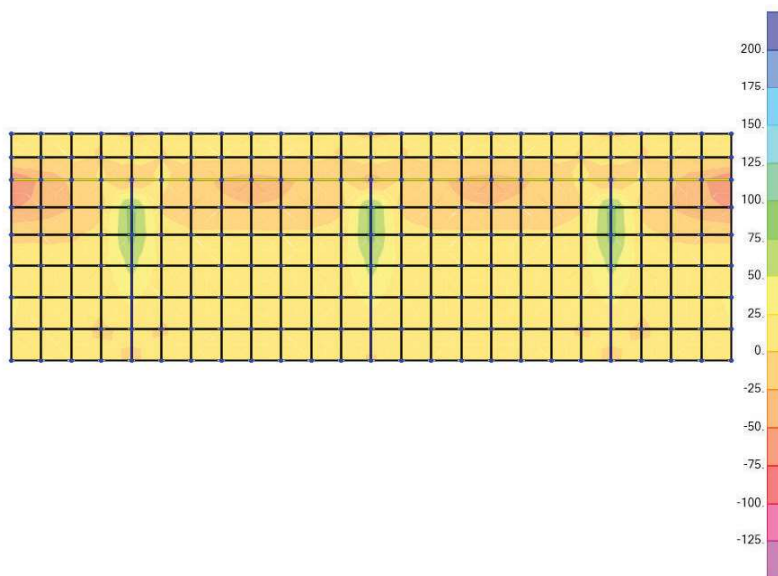


Figura 22: Momento M22 kN*m/m

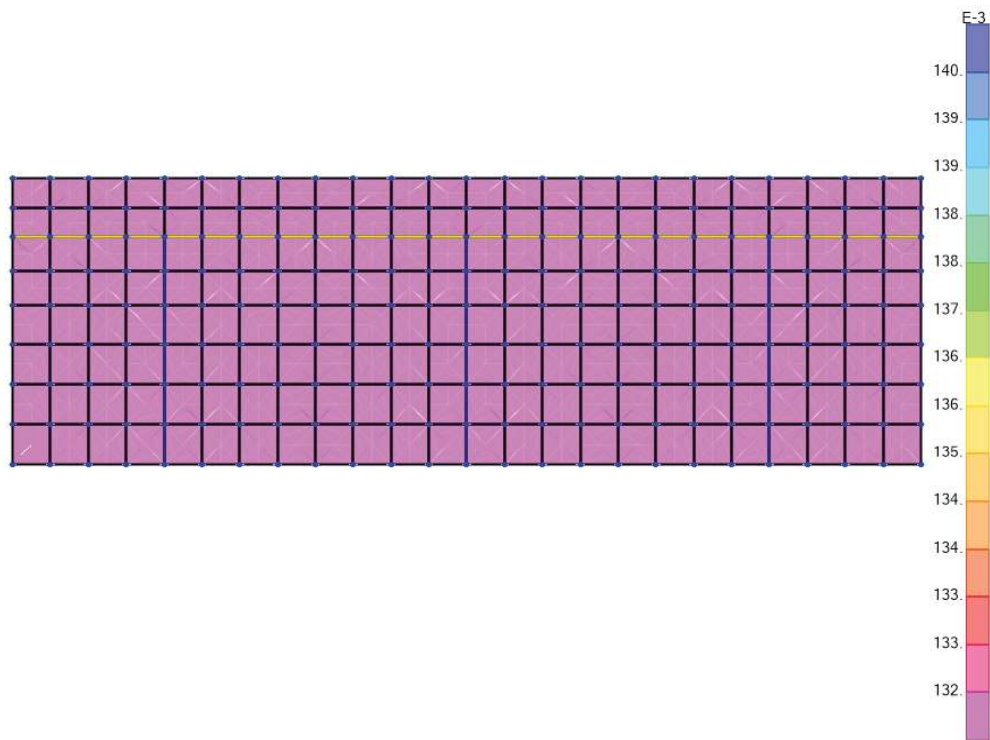


Figura 23: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#5 c/.15m

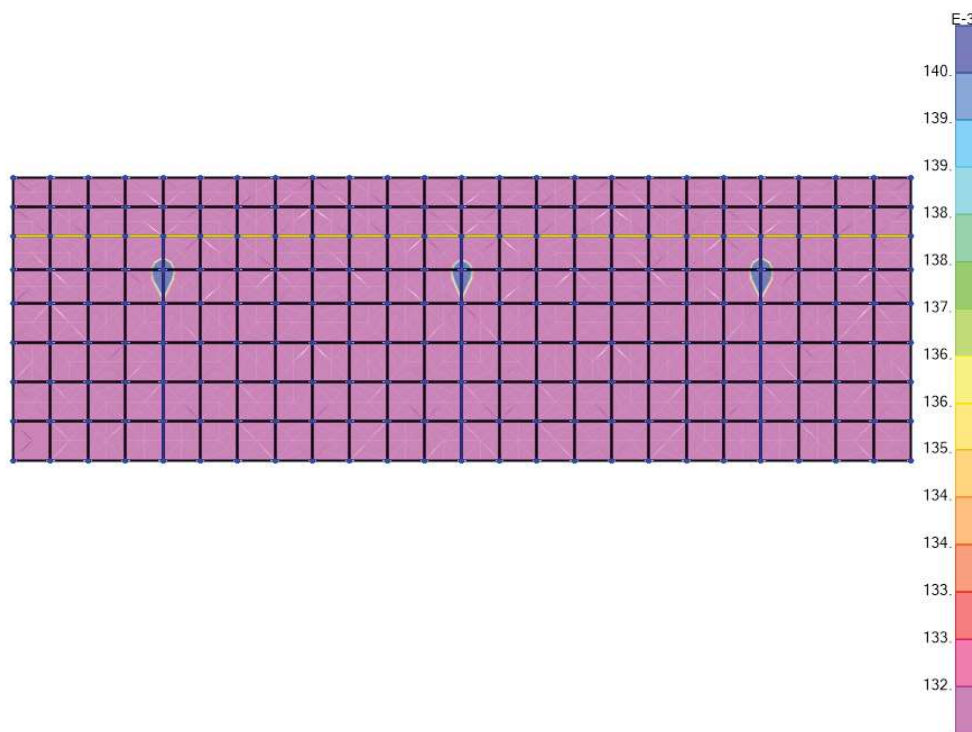


Figura 24: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#5 c/.15m

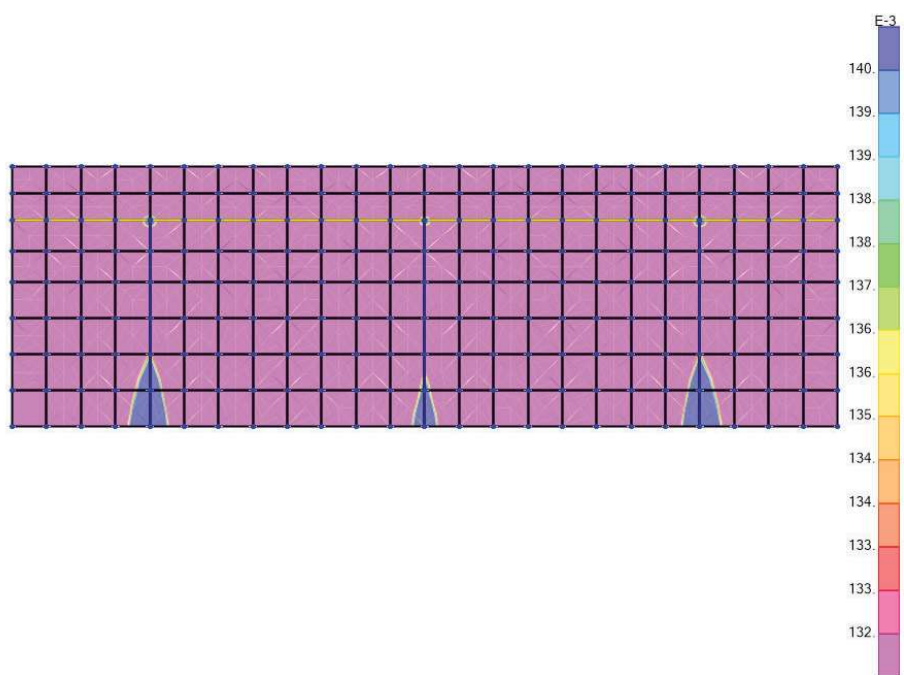


Figura 25: Chequeo de acero Ast1 top. 1#5 c/.15m

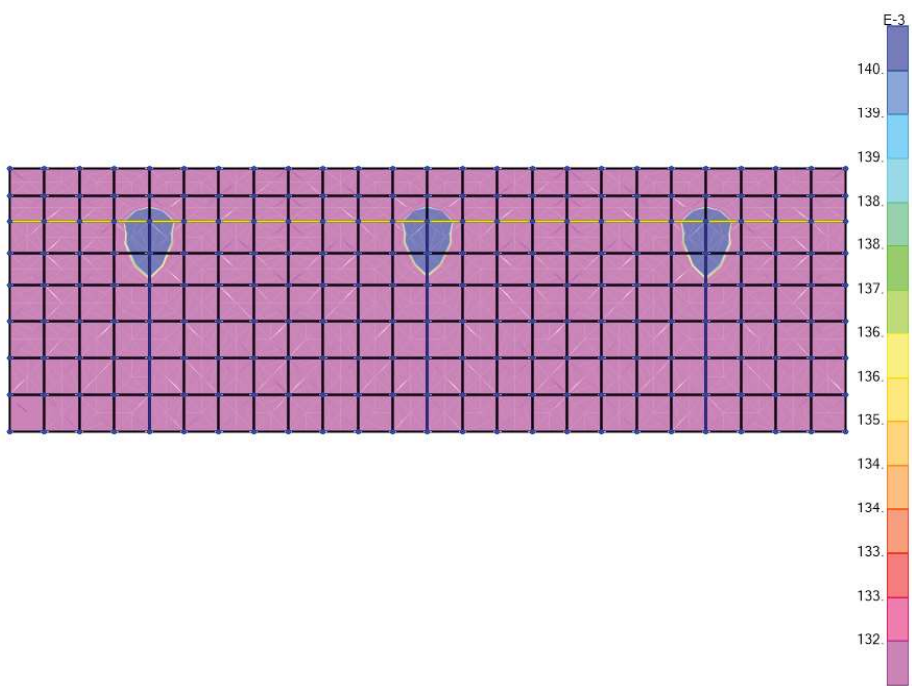


Figura 26: Acero adicional superior en sector del caisson Ast2 top. 1#5 c/.15m

$$\varphi Mn = \varphi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$As = \frac{199 * 1000}{150} = 1326 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\varphi Mn = \varphi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$\varphi Mn = 0.9 * 1326 * 420 * \left(360 - \frac{1326 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 175 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 21 y 22 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del cabezal el cortante resistente es:

$$\varphi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 360 * \frac{1}{1000} = 271.54 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

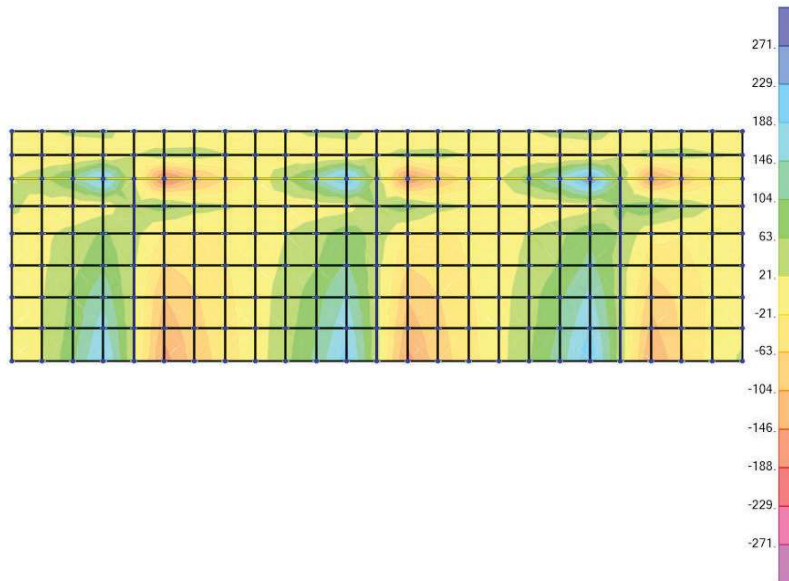


Figura 27: Cortante 1-3

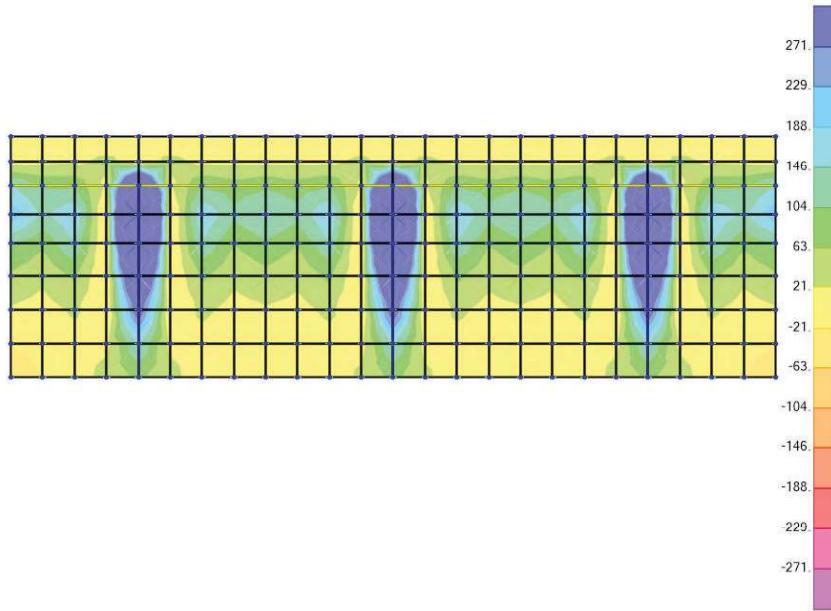


Figura 28: Cortante 2-3

Considerando que en el sector de la viga actúa un espesor mayor y los estribos el cortante último sería:

$$\phi V_c = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 1000 * \frac{1}{1000} = 754.30 \frac{kN}{m}$$

$$\phi V_s = 0.75 * \frac{2 * 129 * 420 * 1000}{150 * 1000} = 541.80 \frac{kN}{m}$$

$$\phi V_n = 754.30 + 541.80 = 1296 \frac{kN}{m}$$

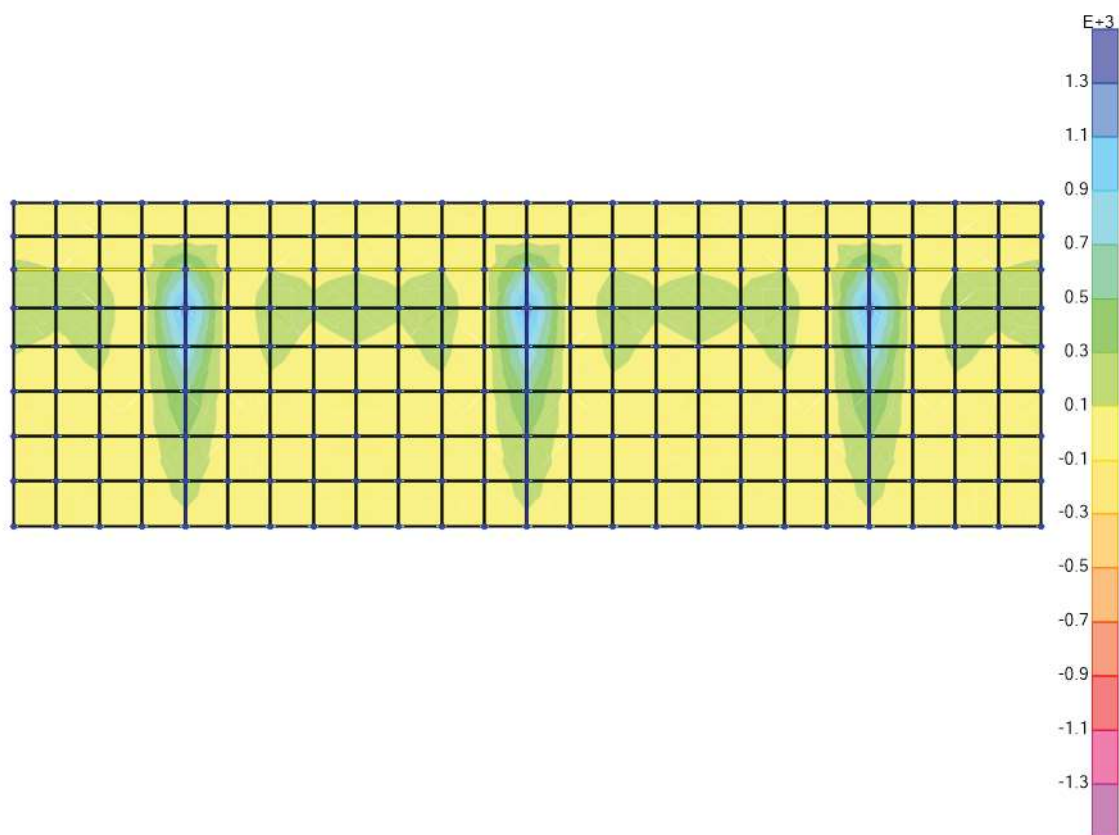


Figura 29: Cortante 2-3 Sector viga.

Considerando que las verificaciones se deben hacer a d de la cara de los apoyos como lo indica el reglamento las verificaciones son correctas.

2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO

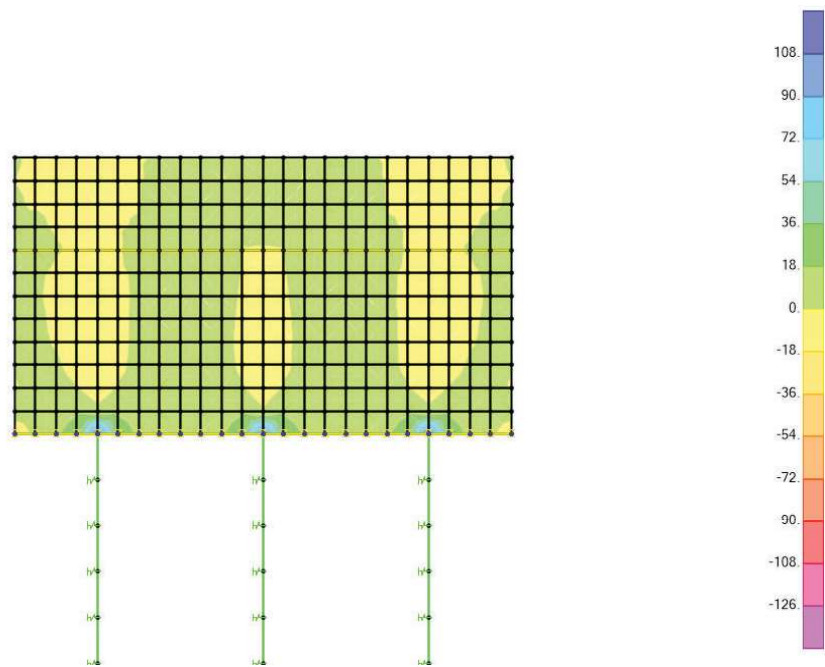


Figura 30: Momento M11 kN*m/m

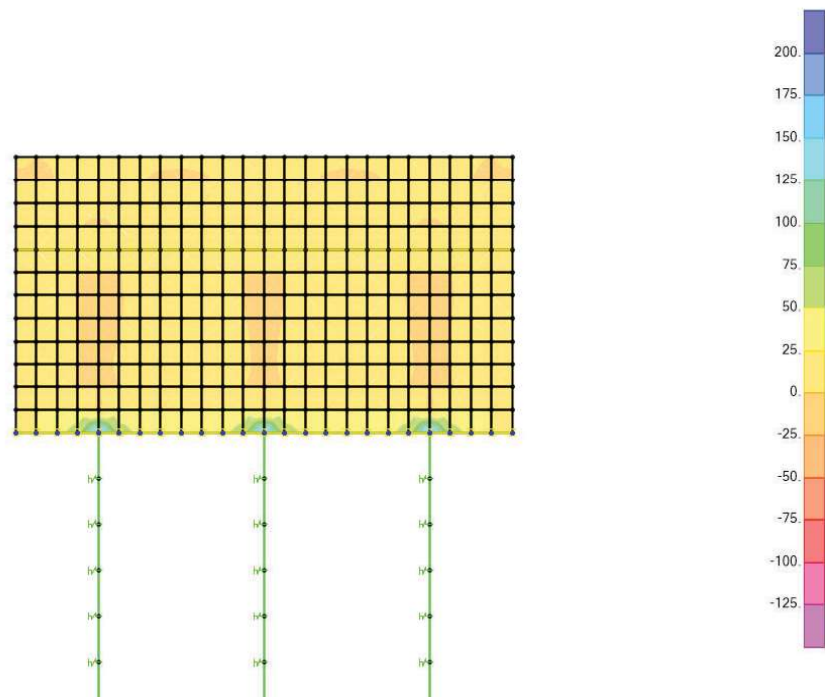


Figura 31: Momento M22 kN*m/m

Considerando las cuantías mínimas establecidas en C.23.C.7.12.2.1 se calcula la cuantía mínima del muro de contención.

$$\delta = 0.005 * 100 * 40 = 20 \text{ cm}^2/m$$

Proporcionados en dos caras de muro se obtienen $10 \text{ cm}^2/m$ por cada cara. En acero de campo 1#5 cada 15cm.

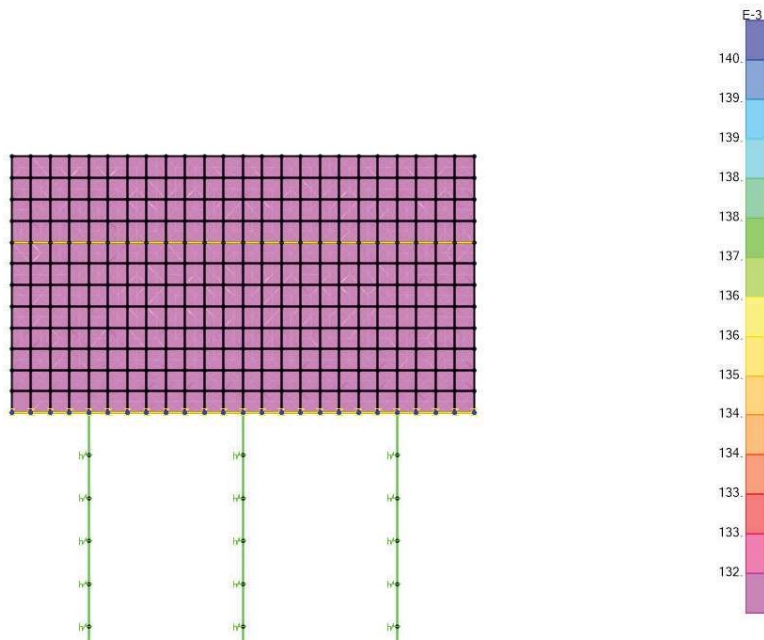


Figura 32: Acero cara top Ast2 1#5 c/.15

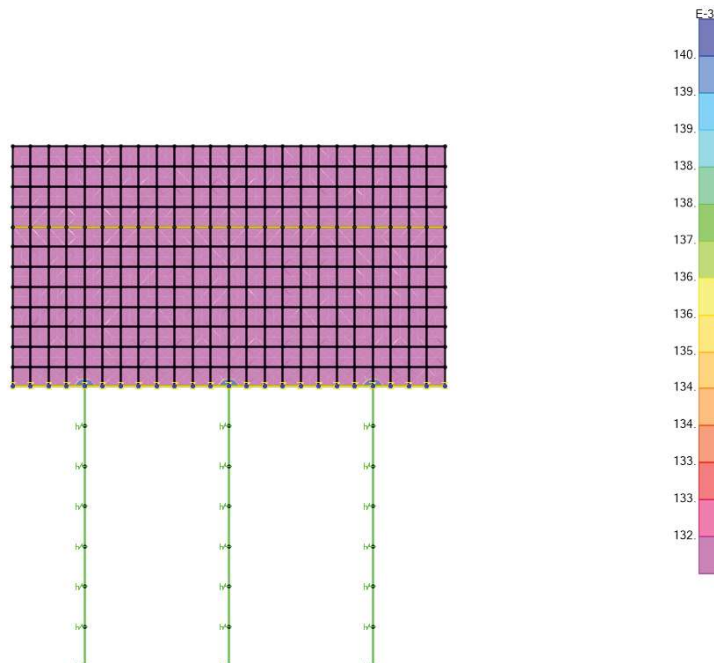


Figura 33: Acero cara bottom Ast2 1#5 c/.15

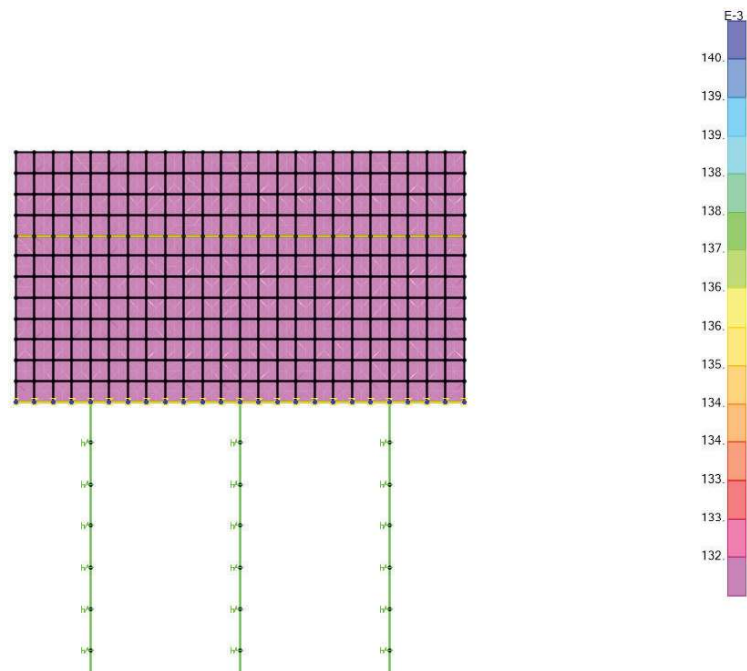


Figura 34: Acero cara top Ast1 1#5 c/.15

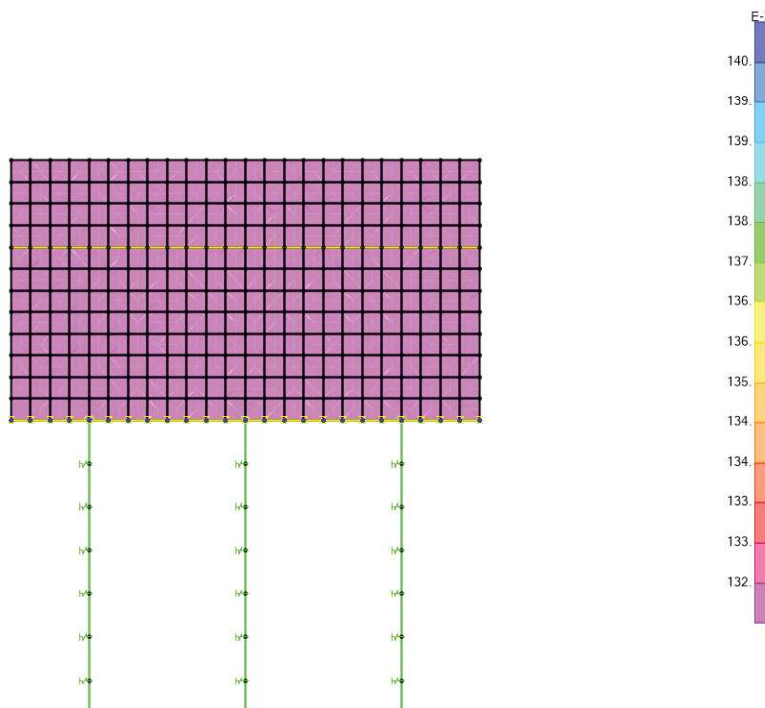


Figura 35: Acero cara bottom Ast1 1#5 c/.15

$$\phi Mn = \phi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$As = \frac{199 * 1000}{150} = 1326 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\phi Mn = \phi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$\phi Mn = 0.9 * 1326 * 420 * \left(310 - \frac{1326 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 150 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 30 y 31 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del muro el cortante resistente es:

$$\phi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 310 * \frac{1}{1000} = 233.83 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

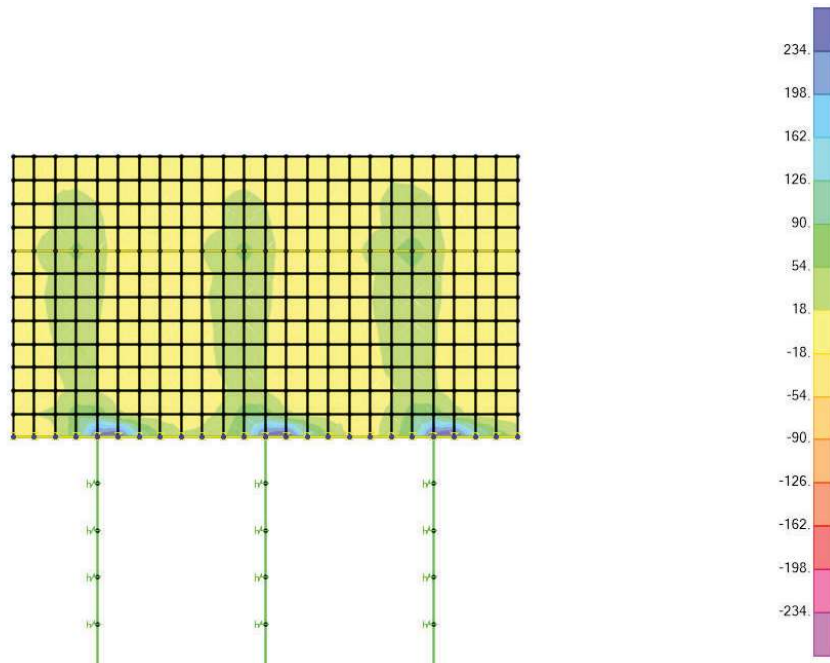


Figura 36: Chequeo de cortante 1-3.

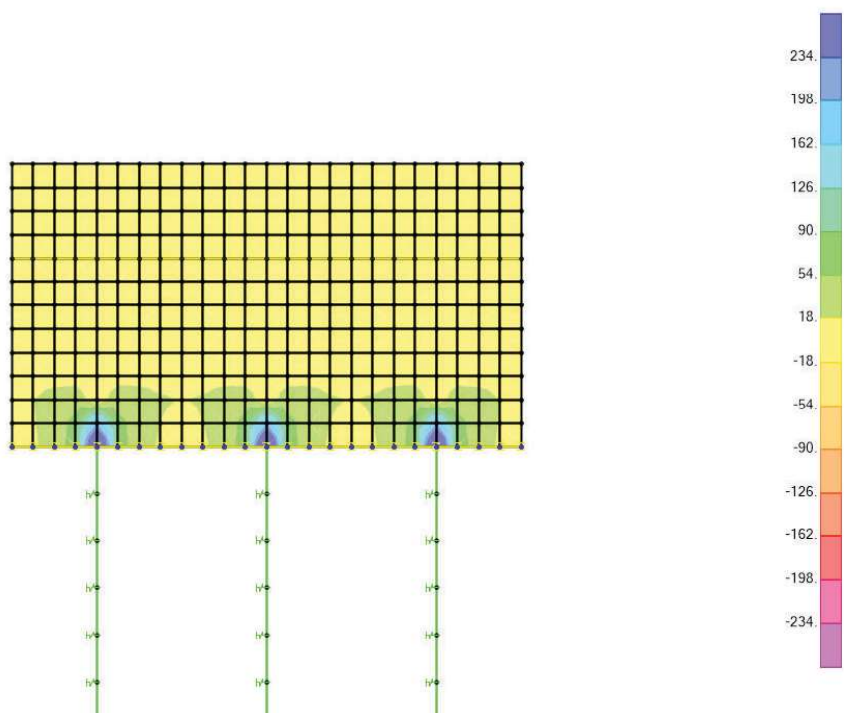


Figura 37: Chequeo de cortante 2-3

Los cortantes cumplen con lo establecido

2.8.3. DISEÑO DE CONTRAFUERTE

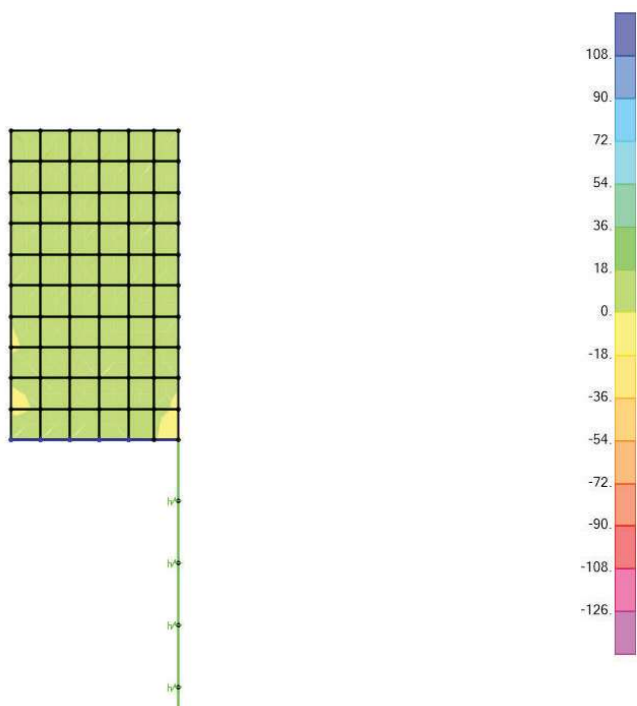


Figura 38: Momento M11 kN*m/m

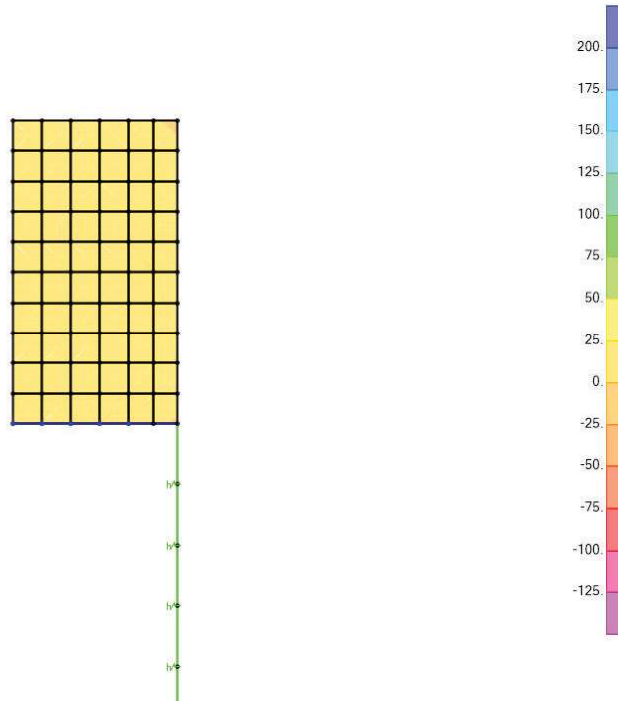


Figura 39: Momento M22 kN*m/m

Considerando las cuantías mínimas establecidas en C.23.C.7.12.2.1 se calcula la cuantía mínima del muro de contención.

$$\delta = 0.003 * 100 * 30 = 9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Proporcionados en dos caras de muro se obtienen 4.5 cm²/m por cada cara. En acero de campo 1#4 cada 15cm.

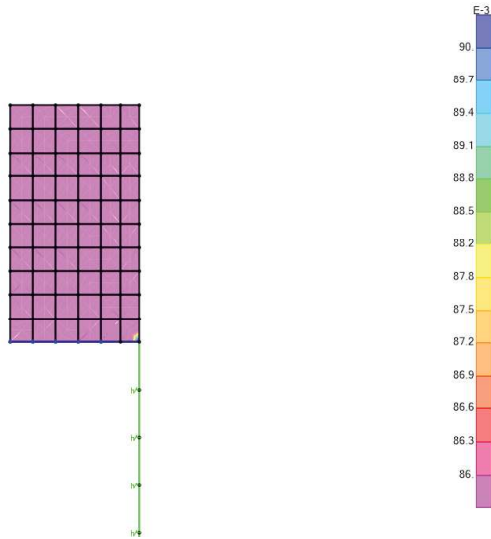


Figura 40: Acero cara top Ast1 1#4 c/.15

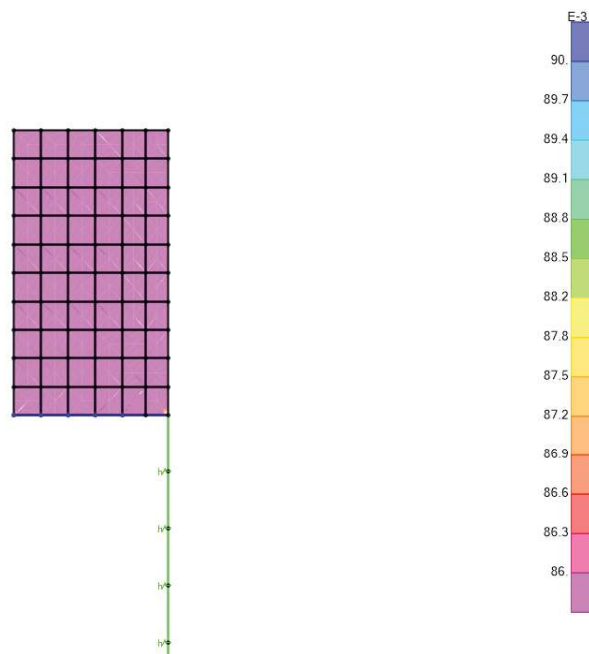


Figura 41: Acero cara bottom Ast1 1#4 c/.15

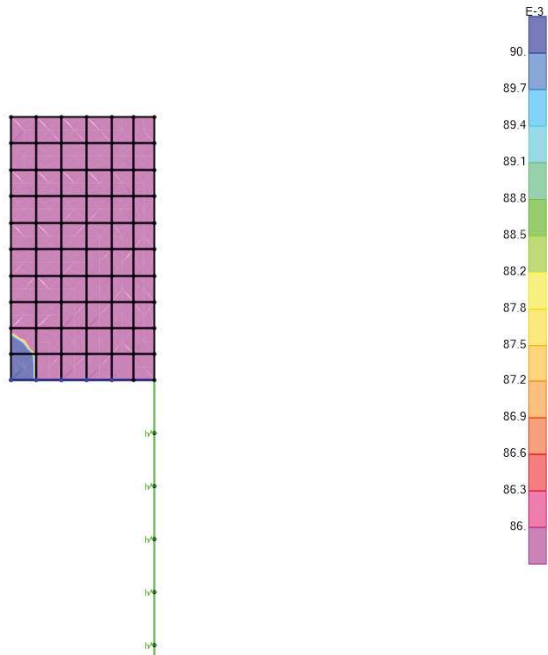


Figura 42: Acero cara top Ast2 1#4 c/.15

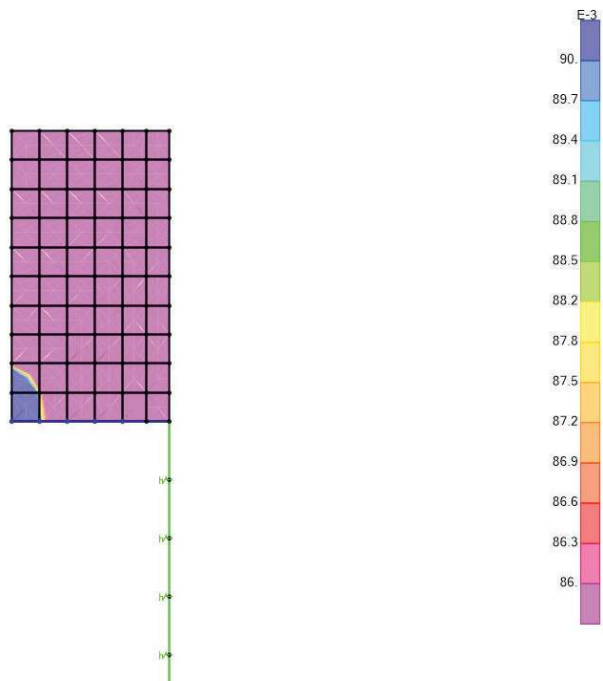


Figura 43: Acero cara bottom Ast2 1#4 c/.15

$$\varphi M_n = \varphi A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b_{ef} * 2} \right)$$

$$A_s = \frac{129 * 1000}{150} = 860 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\varphi M_n = \varphi A_s * 420 * \left(d - \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b_{ef} * 2} \right)$$

$$\varphi M_n = 0.9 * 860 * 420 * \left(210 - \frac{860 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 67.3 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 38 y 39 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del contrafuerte el cortante resistente es:

$$\varphi V_n = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 210 * \frac{1}{1000} = 158.40 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

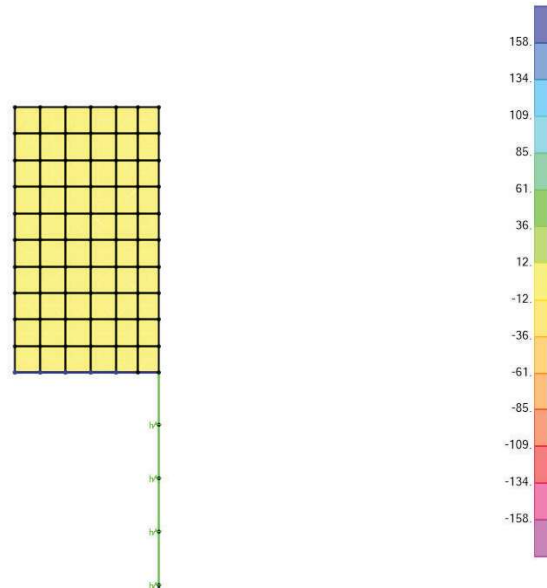


Figura 44: Chequeo de cortante 1-3.

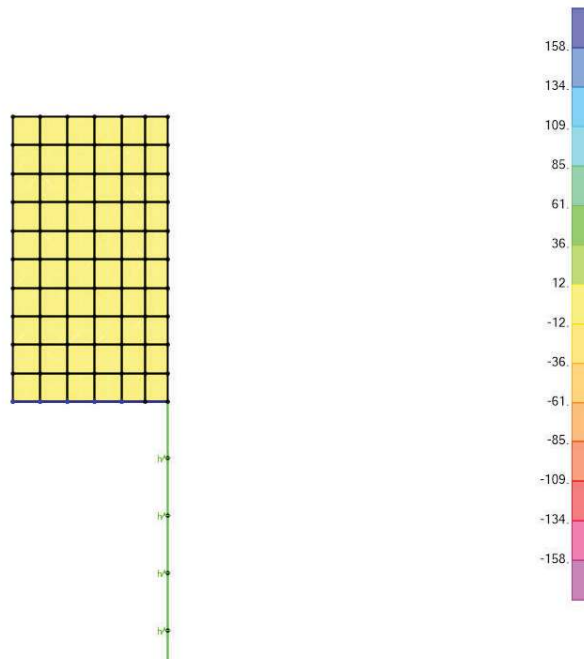
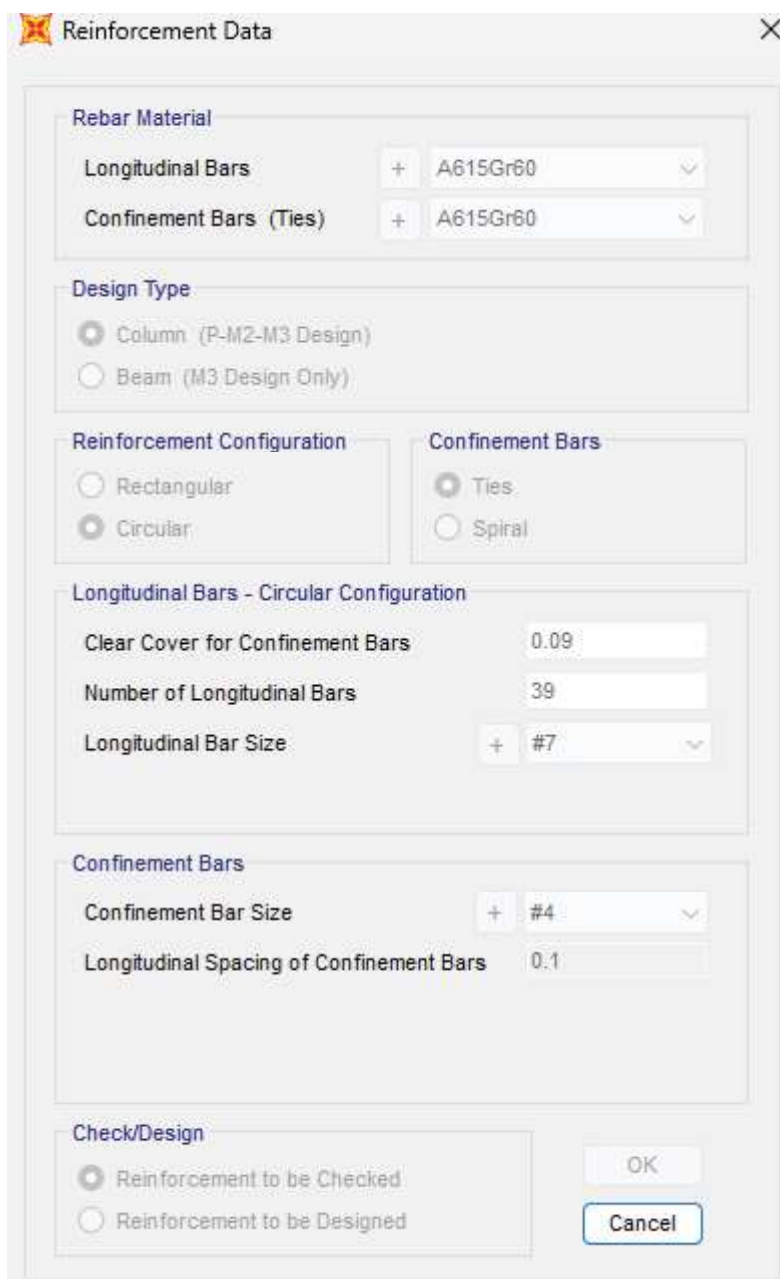


Figura 45: Chequeo de cortante 2-3.

Los cortantes cumplen con lo establecido.

2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS



The image shows a software dialog box titled "Reinforcement Data". It contains several sections for configuring reinforcement parameters. The "Rebar Material" section has dropdowns for "Longitudinal Bars" and "Confinement Bars (Ties)", both set to "A615Gr60". The "Design Type" section has radio buttons for "Column (P-M2-M3 Design)" (selected) and "Beam (M3 Design Only)". The "Reinforcement Configuration" section has radio buttons for "Rectangular" and "Circular" (selected). The "Confinement Bars" section has radio buttons for "Ties" (selected) and "Spiral". The "Longitudinal Bars - Circular Configuration" section has input fields for "Clear Cover for Confinement Bars" (0.09), "Number of Longitudinal Bars" (39), and a dropdown for "Longitudinal Bar Size" (#7). The "Confinement Bars" section has a dropdown for "Confinement Bar Size" (#4) and an input field for "Longitudinal Spacing of Confinement Bars" (0.1). The "Check/Design" section has radio buttons for "Reinforcement to be Checked" (selected) and "Reinforcement to be Designed". At the bottom right are "OK" and "Cancel" buttons.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☐ Rectangular

☒ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0.09

Number of Longitudinal Bars 39

Longitudinal Bar Size + #7

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.1

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

Figura 46: Refuerzo de caissons.

Design Load Combinations Selection

Load Combinations for Design

Select Type of Design Load Combination

Load Combination Type: Strength

Select Load Combinations

List of Load Combinations

- 0.6D+0.7E+H
- Carga vertical total
- D+H
- D+H+0.7E
- ENVOLVENTE

Add ->

<- Remove

Show...

Design Load Combinations

- 0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6E
- 0.9D+1.6H
- 1.2D+1.0EH (Sismo)
- 1.2D+1.6H
- 1.4D

Automatic Design Load Combinations

☐ Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations

Set Automatic Design Load Combination Data...

OK Cancel

Figura 47: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.

ACI 318-14 COLUMN SECTION DESIGN Type: Non Sway Units: KN, m, C (Flexural Details)

Element : 2 D=1.200 dc=0.114

Section ID : Caisson 1.2m 1.3% E=24870060.0 fc=28000.000 Lt.Wt. Fac.=1.000

Combo ID : 1.4D L=1.000 fy=413685.473 fys=413685.473

Station Loc : 0.000 RLLF=1.000

Phi(Compression-Spiral): 0.750

Phi(Compression-Tied): 0.650

Phi(Tension Controlled): 0.900

Phi(Shear): 0.750

Phi(Seismic Shear): 0.600

Phi(Joint Shear): 0.850

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3

	Capacity	Rebar	Design	Design	Design
	Ratio	%	Pu	Mu2	Mu3
	0.509	1.343	1839.061	1782.333	-94.233

Factored & Minimum Biaxial Moments

	Non-Sway	Sway	Factored	Minimum	Minimum
	Mns	Ms	Mu	Mmin	Eccentricity
Major Bending(M3)	-6.198	0.000	-6.198	94.233	0.051
Minor Bending(M2)	1781.479	0.000	1781.479	94.233	0.051

Axial Force & Biaxial Moment Factors

	Cm	Delta_ns	Delta_s	K	L
	Factor	Factor	Factor	Factor	Length
Major Bending(M3)	0.935	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending(M2)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Figura 48: Verificaciones de pilotes para cuantia de 1.3%

ACI 318-14 COLUMN SECTION DESIGN Type: Non Sway Units: KN, m, C (Flexural Details)

Element : 13 D=1.200 dc=0.111
 Section ID : Caisson 1.2m 0.5% E=24870060.0 fc=28000.000 Lt.Wt. Fac.=1.000
 Combo ID : 0.9D+1.0EH (Sismo) L=1.000 fy=413685.473 fys=413685.473
 Station Loc : 0.000 RLLF=1.000

Phi(Compression-Spiral): 0.750
 Phi(Compression-Tied): 0.650
 Phi(Tension Controlled): 0.900
 Phi(Shear): 0.750
 Phi(Seismic Shear): 0.600
 Phi(Joint Shear): 0.850

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3

Capacity Ratio	Rebar %	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3
0.451	0.534	1576.069	-1058.525	80.758

Factored & Minimum Biaxial Moments

	Non-Sway Mns	Sway Ms	Factored Mu	Minimum Mmin	Minimum Eccentricity
Major Bending(M3)	0.909	0.000	0.909	80.758	0.051
Minor Bending(M2)	-1058.525	0.000	-1058.525	80.758	0.051

Axial Force & Biaxial Moment Factors

	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	0.962	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending(M2)	0.864	1.000	1.000	1.000	1.000

Figura 49: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%

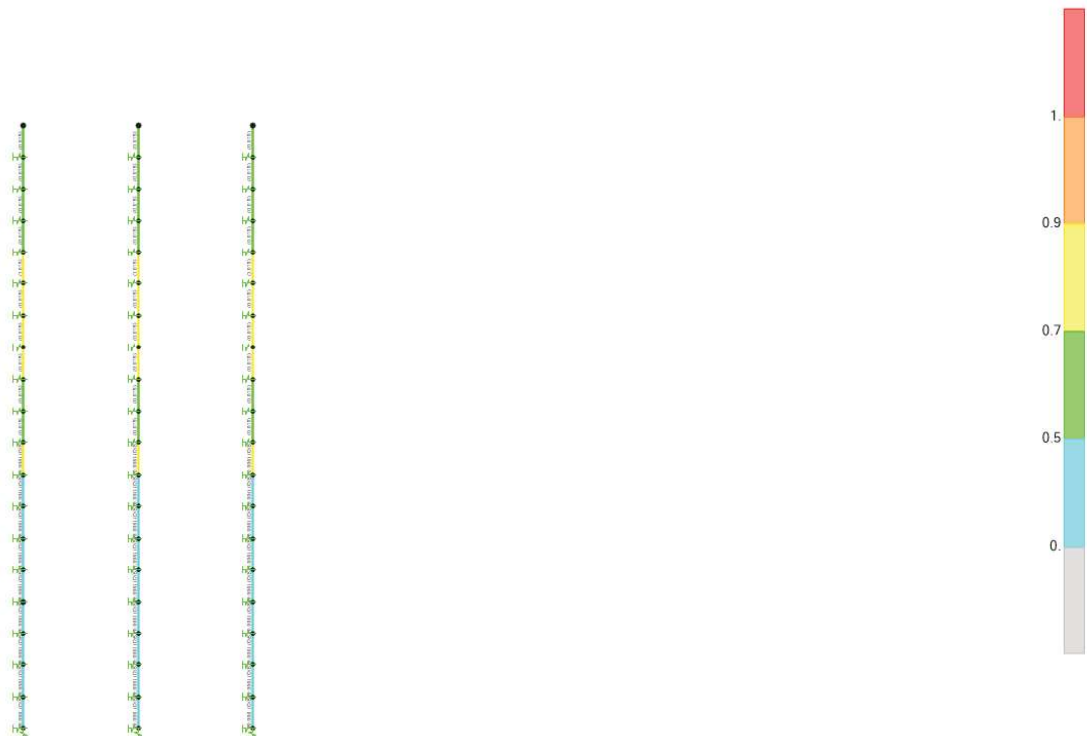


Figura 50: Verificaciones de ratios de caissons

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA
ULTIMA**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
21	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	573.801	403.9529
21	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	573.823	22.4001
21	1	1.4D	Combination	-1837.482	-0.102	1780.5799
21	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	189.97	845.5677
21	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	763.881	-658.2437
22	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	520.489	-116.5364
22	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	513.57	-491.1702
22	1	1.4D	Combination	-1837.482	32.289	1748.2907
22	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	185.265	660.3028
22	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	671.159	-1329.4022
23	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	430.601	-547.1377
23	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	413.508	-904.6782
23	1	1.4D	Combination	-1837.482	79.768	1668.5224
23	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	174.479	485.8238
23	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	519.614	-1849.0166
24	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	321.088	-868.2259
24	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	293.383	-1198.0608
24	1	1.4D	Combination	-1837.482	129.293	1539.2295
24	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	158.012	327.8114
24	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	340.572	-2189.5889
25	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	218.483	-1086.7092
25	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	182.509	-1380.5694
25	1	1.4D	Combination	-1837.482	167.882	1371.3477
25	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	139.462	188.3499
25	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	178.071	-2367.6604
26	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	128.817	-1215.5257
26	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	87.162	-1467.7317
26	1	1.4D	Combination	-1837.482	194.386	1176.9613
26	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	120.364	67.9856
26	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	40.91	-2408.5701
27	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	56.139	-1271.6652
27	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	11.302	-1479.0338
27	1	1.4D	Combination	-1837.482	209.241	967.7204
27	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	102.236	-34.2504
27	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-65.811	-2342.7589
28	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-41.046	-1230.6187
28	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-87.77	-1391.2639

28	1	1.4D	Combination	-1837.482	218.043	749.6773
28	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	73.572	-107.8226
28	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-201.092	-2141.667
29	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-128.77	-1101.8492
29	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-174.113	-1217.151
29	1	1.4D	Combination	-1837.482	211.602	538.0754
29	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	41.948	-149.7709
29	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-313.538	-1828.1294
30	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-188.66	-913.1896
30	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-229.228	-987.923
30	1	1.4D	Combination	-1837.482	189.32	348.7557
30	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	13.209	-162.9795
30	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-378.293	-1449.836
31	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-215.229	-697.9611
31	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-248.575	-739.3477
31	1	1.4D	Combination	-1837.482	155.618	193.1378
31	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-9.062	-153.9173
31	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-391.024	-1058.8117
32	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-212.191	-485.7705
32	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-237.245	-502.1025
32	1	1.4D	Combination	-1837.482	116.922	76.2159
32	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-23.525	-130.3921
32	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-360.989	-697.8226
33	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-188.454	-297.3169
33	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-205.474	-296.6282
33	1	1.4D	Combination	-1837.482	79.43	-3.2142
33	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-30.652	-99.7397
33	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-304.21	-393.6128
34	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-154.561	-142.7558
34	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-164.809	-131.8196
34	1	1.4D	Combination	-1837.482	47.821	-51.0355
34	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-32.065	-67.6746
34	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-237.863	-155.7495
35	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-120.018	-22.738
35	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-125.313	-6.507
35	1	1.4D	Combination	-1837.482	24.709	-75.745
35	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-29.865	-37.8092
35	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-176.358	20.6081
36	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-49.54	26.8022
36	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-47.375	40.8683
36	1	1.4D	Combination	-1837.482	-10.104	-65.6415

36	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-20.444	-17.3653
36	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	-59.159	79.7671
37	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	-5.414	32.2158
37	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	-0.197	41.0649
37	1	1.4D	Combination	-1837.482	-24.346	-41.2958
37	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-11.525	-5.8403
37	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	9.146	70.621
38	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	15.498	16.7177
38	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	20.851	20.2143
38	1	1.4D	Combination	-1837.482	-24.978	-16.3174
38	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-4.853	-0.9871
38	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	37.407	33.2137
39	1	1.2D+1.6H	Combination	-1846.904	16.718	1.293E-13
39	1	0.9D+1.6H	Combination	-1453.158	20.214	1.197E-13
39	1	1.4D	Combination	-1837.482	-16.317	4.476E-14
39	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1696.485	-0.987	9.521E-14
39	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1574.659	33.214	1.766E-13

ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA DE SERVICIO

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	D+H	Combination	-1483.73	358.54	569.63
3	1	D+H	Combination	-1483.73	330.99	238.63
4	1	D+H	Combination	-1483.73	283.28	-44.65
5	1	D+H	Combination	-1483.73	223.67	-268.32
6	1	D+H	Combination	-1483.73	166.43	-434.75
7	1	D+H	Combination	-1483.73	115.12	-549.88
8	1	D+H	Combination	-1483.73	72.36	-622.23
9	1	D+H	Combination	-1483.73	13.20	-635.43
10	1	D+H	Combination	-1483.73	-42.77	-592.66
11	1	D+H	Combination	-1483.73	-84.16	-508.50
12	1	D+H	Combination	-1483.73	-106.77	-401.73
13	1	D+H	Combination	-1483.73	-111.76	-289.97
14	1	D+H	Combination	-1483.73	-103.61	-186.36
15	1	D+H	Combination	-1483.73	-88.06	-98.30
16	1	D+H	Combination	-1483.73	-70.59	-27.70
17	1	D+H	Combination	-1483.73	-32.76	5.05
18	1	D+H	Combination	-1483.73	-7.72	12.77
19	1	D+H	Combination	-1483.73	5.23	7.54
20	1	D+H	Combination	-1483.73	7.54	0.00
21	1	D+H	Combination	-1482.44	358.61	570.43
22	1	D+H	Combination	-1482.44	331.07	239.36
23	1	D+H	Combination	-1482.44	283.37	-44.01
24	1	D+H	Combination	-1482.44	223.77	-267.78
25	1	D+H	Combination	-1482.44	166.53	-434.31
26	1	D+H	Combination	-1482.44	115.22	-549.53
27	1	D+H	Combination	-1482.44	72.45	-621.98
28	1	D+H	Combination	-1482.44	13.28	-635.27
29	1	D+H	Combination	-1482.44	-42.70	-592.57
30	1	D+H	Combination	-1482.44	-84.11	-508.47
31	1	D+H	Combination	-1482.44	-106.73	-401.74
32	1	D+H	Combination	-1482.44	-111.74	-290.00
33	1	D+H	Combination	-1482.44	-103.60	-186.40
34	1	D+H	Combination	-1482.44	-88.06	-98.34
35	1	D+H	Combination	-1482.44	-70.60	-27.74
36	1	D+H	Combination	-1482.44	-32.77	5.03
37	1	D+H	Combination	-1482.44	-7.73	12.76

38	1	D+H	Combination	-1482.44	5.23	7.53
39	1	D+H	Combination	-1482.44	7.54	0.00
40	1	D+H	Combination	-1483.73	358.54	569.63
41	1	D+H	Combination	-1483.73	330.99	238.63
42	1	D+H	Combination	-1483.73	283.28	-44.65
43	1	D+H	Combination	-1483.73	223.67	-268.32
44	1	D+H	Combination	-1483.73	166.43	-434.75
45	1	D+H	Combination	-1483.73	115.12	-549.88
46	1	D+H	Combination	-1483.73	72.36	-622.23
47	1	D+H	Combination	-1483.73	13.20	-635.43
48	1	D+H	Combination	-1483.73	-42.77	-592.66
49	1	D+H	Combination	-1483.73	-84.16	-508.50
50	1	D+H	Combination	-1483.73	-106.77	-401.73
51	1	D+H	Combination	-1483.73	-111.76	-289.97
52	1	D+H	Combination	-1483.73	-103.61	-186.36
53	1	D+H	Combination	-1483.73	-88.06	-98.30
54	1	D+H	Combination	-1483.73	-70.59	-27.70
55	1	D+H	Combination	-1483.73	-32.76	5.05
56	1	D+H	Combination	-1483.73	-7.72	12.77
57	1	D+H	Combination	-1483.73	5.23	7.54
58	1	D+H	Combination	-1483.73	7.54	0.00

MEMORIAS DE CÁLCULO MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO SECTOR PLAZOLETA TRAMO 2

PROYECTO CENTRO NÁUTICO TOPOCORO

BETULIA/SANTANDER

**NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO
RESISTENTE**

NSR-10



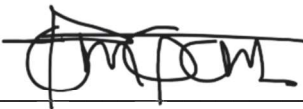
DISEÑÓ:

**TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ
INGENIERO CALCULISTA
MP 68202-091503 STD**



BUCARAMANGA, FEBRERO DE 2026

DECLARACIÓN: El diseño estructural del proyecto en referencia cumple con las exigencias de (Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

FIRMA: _____

Ingeniero calculista: TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ

Tarjeta Profesional Ingeniero Civil # 68202-091503 STD.

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 17 de Febrero de 2026.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	4
1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL.....	6
2. MURO PLAZOLETA TRAMO 2B	8
2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO	8
2.2 MATERIALES UTILIZADOS	10
2.3. SECCIONES TRANSVERSALES.....	12
2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO	15
2.5. ASIGNACIÓN DE CARGAS	17
2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE	21
1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO.....	23
2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	24
2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO	24
2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO	29
2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS	34

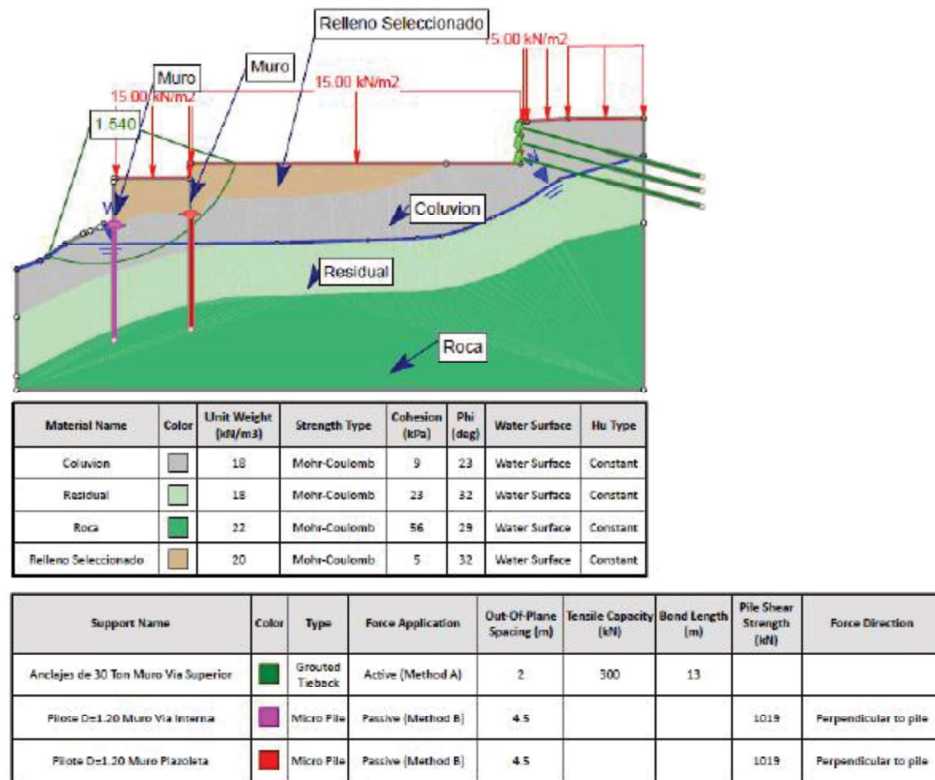
LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Análisis de estabilidad global estático. Fuente: Estudio Geotecnico.....	6
Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotecnico.....	7
Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.....	8
Figura 4: Vista en planta de muro de contención.	9
Figura 5: Material utilizado para los caissons.....	10
Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.	12
Figura 7: Sección transversal vastago de muro.	13
Figura 8: Sección transversal pilotes tipo caisson.....	13
Figura 9: Sección transversal viga cim 1.50x1.20	14
Figura 10: Sección transversal viga cim 0.50x1.20	14
Figura 11: Empuje activo del relleno kN/m^2	17
Figura 12: Peso del relleno sobre zarpa de muro [kN/m^2].....	18
Figura 13: Empuje por componente dinamico. 36.62 kN/m^2	19
Figura 14: Cargas asignadas en modelo estructural	19
Figura 15: Combinaciones de carga.....	20
Figura 16: Deformación en pilote por combinación D+H	21
Figura 17: Deformación en pilote por combinación $0.6D+H+0.7E$	21
Figura 18: Deformación en pilote por combinación $D+H+0.7E$	22
Figura 19: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf].....	23
Figura 20: Momento $M_{11} \text{ kN}^*\text{m/m}$	24
Figura 21: Momento $M_{22} \text{ kN}^*\text{m/m}$	24
Figura 22: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#5 c/.15m	25
Figura 23: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#5 c/.15m	25
Figura 24: Chequeo de acero Ast1 top. 1#5 c/.15m	26
Figura 25: Acero adicional superior en sector del caisson Ast2 top. 1#5 c/.15m	26
Figura 26: Cortante 1-3.....	27
Figura 27: Cortante 2-3.....	28
Figura 28: Cortante 2-3 Sector viga.....	28
Figura 29: Momento $M_{11} \text{ kN}^*\text{m/m}$	29
Figura 30: Momento $M_{22} \text{ kN}^*\text{m/m}$	29

Figura 31: Acero cara top Ast2 1#5 c/.15	30
Figura 32: Acero cara bottom Ast2 1#5 c/.15	30
Figura 33: Acero adicional cara top. 1#6 c/.15	30
Figura 34: Acero cara top Ast1 1#5 c/.15	31
Figura 35: Acero cara bottom Ast1 1#5 c/.15	31
Figura 36: Chequeo de cortante 1-3.....	32
Figura 37: Chequeo de cortante 2-3.....	33
Figura 46: Refuerzo de caissons.....	34
Figura 47: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.	35
Figura 48: Verificaciones de pilotes para cuantia de 1.3%	35
Figura 49: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%	36
Figura 50: Verificaciones de ratios de caissons	36

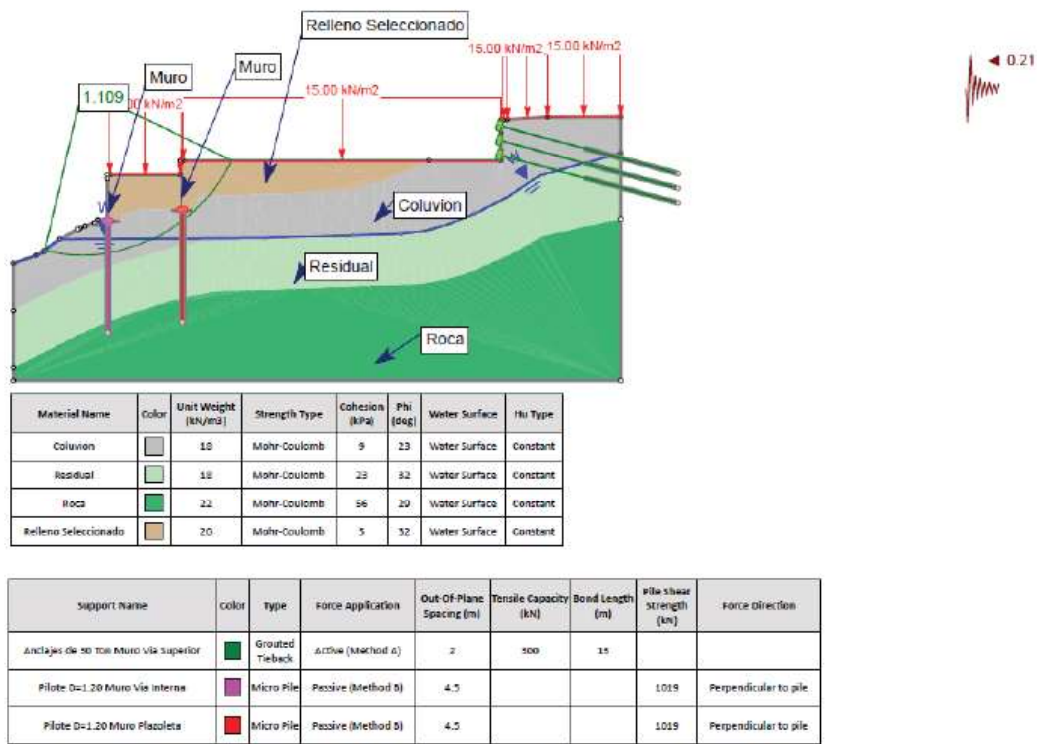
1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL

De acuerdo con los análisis de estabilidad proporcionados por el ingeniero geotecnistas la estabilidad global del talud se garantiza con las siguientes obras.



Fuente: Propia.

Figura 1: Análisis de estabilidad global estático. Fuente: Estudio Geotecnico



Fuente: Propia.

Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotécnico

2. MURO PLAZOLETA TRAMO 2

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para valorar el nivel de esfuerzos internos en el modelo se procede a modelar el muro mediante el uso de elementos Shell para representar el vastago (espesor de 0.45m y altura máxima 5.00m), zarpa (espesor de 0.40m y 2.95m de ancho) y elementos tipo frame para identificar los caissons de 1.2m separados 3.60m y las vigas de cimentación de 1.50x1.20 y 0.50x1.20.

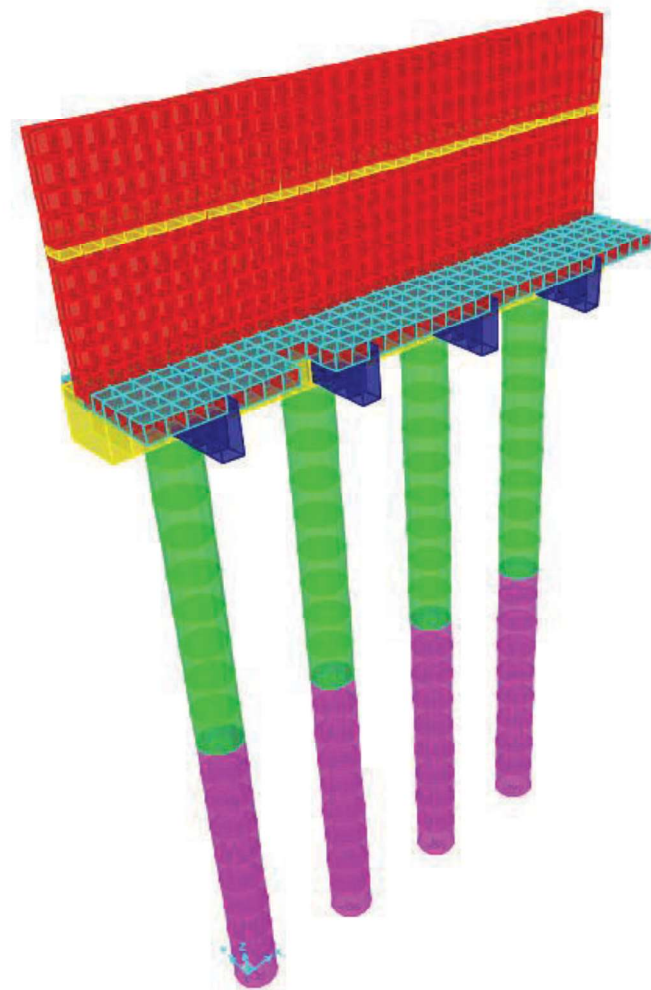


Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.

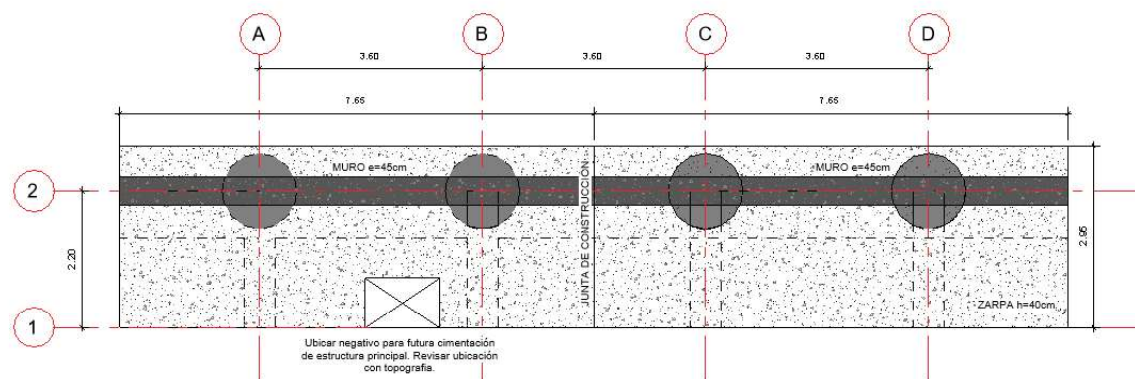
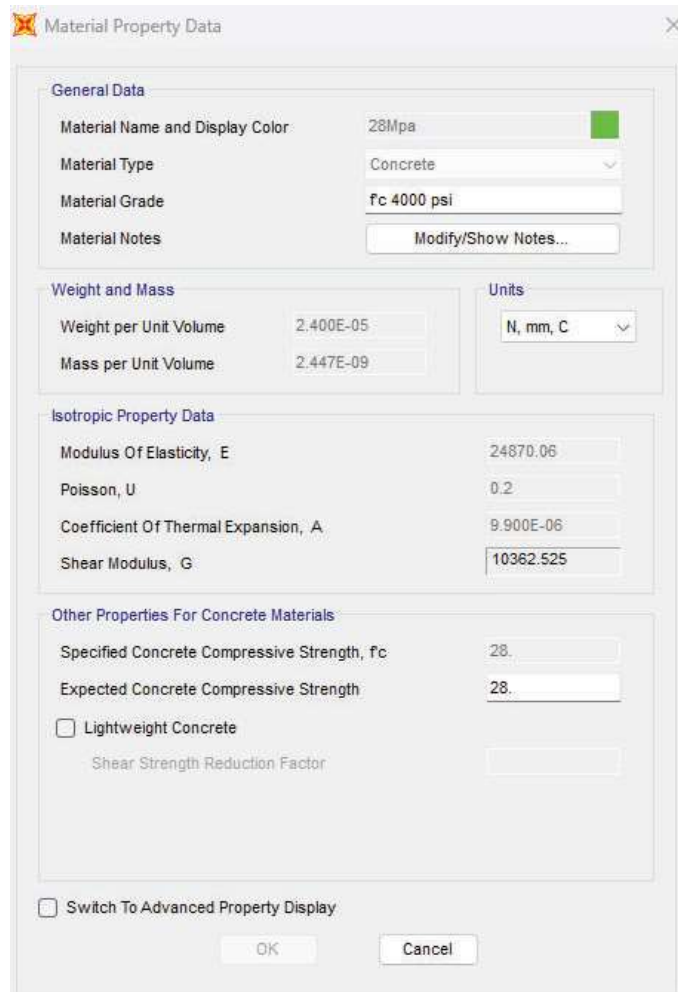


Figura 4: Vista en planta de muro de contención.

2.2 MATERIALES UTILIZADOS

El concreto propuesto para los pilotes tipo caisson es de 28MPa.

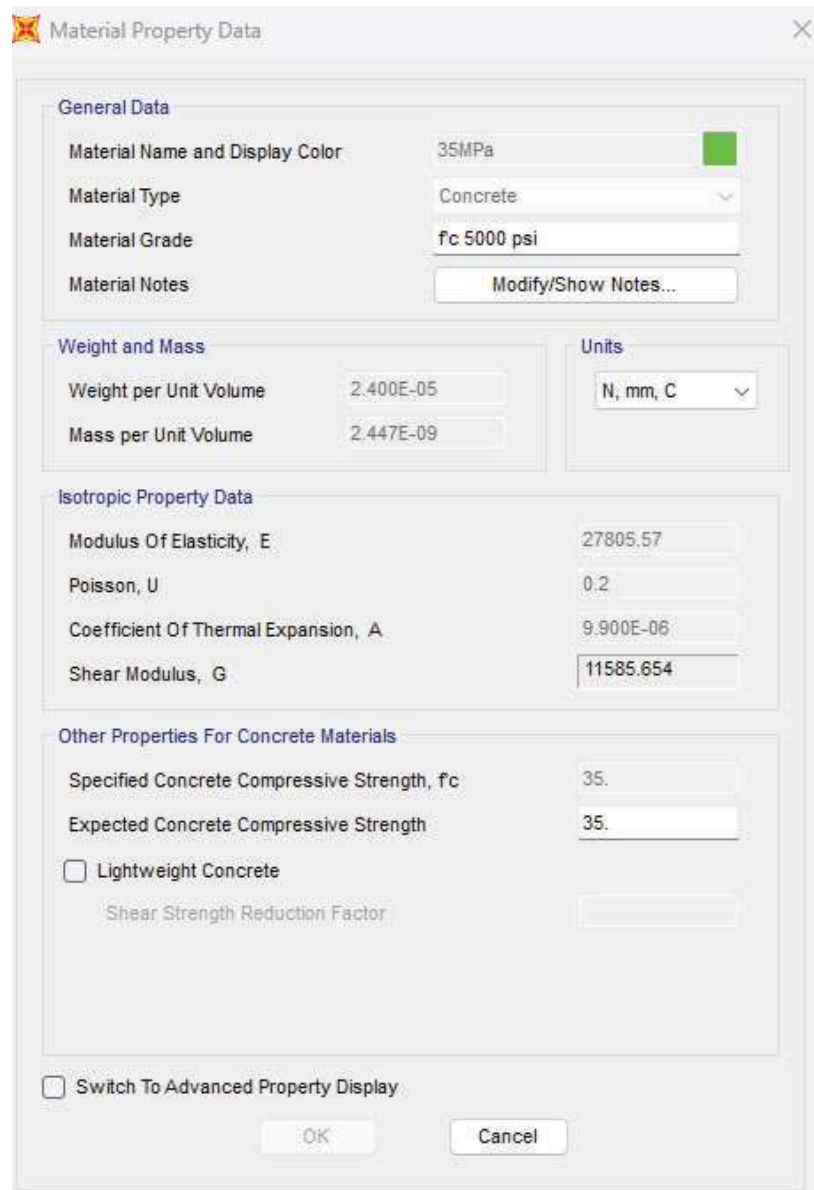


The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections with expandable headers. The "General Data" section is expanded, showing fields for "Material Name and Display Color" (set to "28Mpa" with a green color swatch), "Material Type" (set to "Concrete"), "Material Grade" (set to "f'c 4000 psi"), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button). The "Weight and Mass" section is also expanded, showing "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09). To the right of these is a "Units" dropdown menu set to "N, mm, C". The "Isotropic Property Data" section is expanded, showing "Modulus Of Elasticity, E" (24870.06), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (10362.525). The "Other Properties For Concrete Materials" section is expanded, showing "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (28.), "Expected Concrete Compressive Strength" (28.), a checkbox for "Lightweight Concrete" (which is unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field. At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	28Mpa
	Material Type	Concrete
	Material Grade	f'c 4000 psi
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.400E-05
	Mass per Unit Volume	2.447E-09
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	24870.06
	Poisson, U	0.2
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
	Shear Modulus, G	10362.525
Other Properties For Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	28.
	Expected Concrete Compressive Strength	28.
	Lightweight Concrete	☐
	Shear Strength Reduction Factor	

Figura 5: Material utilizado para los caissons.

Los demás componentes del sistema se fabricaran en concreto de 35MPa.



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections: "General Data", "Weight and Mass", "Isotropic Property Data", and "Other Properties For Concrete Materials".

- General Data:** Includes fields for "Material Name and Display Color" (set to 35MPa with a green color swatch), "Material Type" (set to Concrete), "Material Grade" (set to f'c 5000 psi), and a "Material Notes" section with a "Modify/Show Notes..." button.
- Weight and Mass:** Contains input fields for "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09). To the right is a "Units" dropdown menu set to "N, mm, C".
- Isotropic Property Data:** Contains input fields for "Modulus Of Elasticity, E" (27805.57), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (11585.654).
- Other Properties For Concrete Materials:** Includes "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (35), "Expected Concrete Compressive Strength" (35), a checkbox for "Lightweight Concrete" (unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field.

At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and two buttons: "OK" and "Cancel".

2.3. SECCIONES TRANSVERSALES

A continuación, se presentan las secciones transversales correspondientes a los elementos usados en la modelación.

Shell Section Data

Section Name: Zarpa h=0.40m

Section Notes: Modify/Show...

Type:

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 400

Bending: 400

Material:

Material Name: + 35MPa

Material Angle: 0

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers:

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties:

Thermal Properties...

OK Cancel

Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.

Shell Section Data

Section Name: Muro e=45cm Display Color: ■

Section Notes: Modify/Show...

Type

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness

Membrane: 450.

Bending: 450.

Material

Material Name: + 35MPa

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers Temp Dependent Properties

Set Modifiers... Thermal Properties...

OK Cancel

Figura 7: Sección transversal vastago de muro.

Circular Section

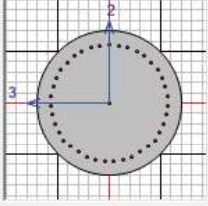
Section Name: Caisson 1.2m 1.3% Display Color: ■

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions

Diameter (t3): 1200.

Section



Material

+ 28Mpa sin peso

Property Modifiers

Set Modifiers...

Properties

Section Properties...

Time Dependent Properties...

Concrete Reinforcement...

OK Cancel

Figura 8: Sección transversal pilotes tipo caisson.

Rectangular Section

Section Name VIGA 1.5x1.2 **Display Color**

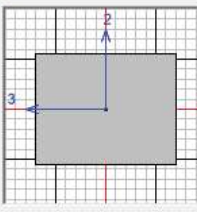
Section Notes

Dimensions

Depth (t3) 1200.

Width (t2) 1500.

Section



Material + 35MPa **Property Modifiers**

Properties

Figura 9: Sección transversal viga cim 1.50x1.20

Rectangular Section

Section Name VG 50x120 **Display Color**

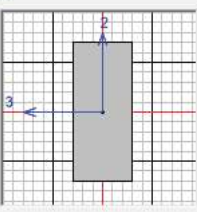
Section Notes

Dimensions

Depth (t3) 1200.

Width (t2) 500.

Section



Material + 35MPa **Property Modifiers**

Properties

Figura 10: Sección transversal viga cim 0.50x1.20

2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO

MEMORIA CÁLCULO DE ESTABILIDAD LOCAL PARA MUROS CON PILOTES

1. PARÁMETROS DE ENTRADA

MATERIALES MURO	
γ concreto	24.00 kN/m ³
f_y	420.00 Mpa
f_c	35.00 Mpa

MATERIALES DEL SUELO EN CONTACTO CON EL MURO	
γ suelo de relleno	18.00 kN/m ³
ϕ' suelo de relleno	32.00 °
C suelo de relleno	0.00 kN/m ²
δ (°)	0.00 Ángulo de fricción entre el suelo y el muro
K_a	0.307
K_p	3.25

PARÁMETROS SÍSMICOS	
PGA	0.20
K_h	0.21
K_v	0.00
β (m/s)	0.207

θ (°)	90
K_{oe}	0.449 Método Mononobe Okabe

$$P_{se} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_v) K_{se}$$

$$K_{se} = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$K_{pe} = \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$K_{se} = \text{coeficiente de presión activa de la tierra}$$

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

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

SUELO CIRCUNDANTE AL PILOTE	
γ_1 (kN/m ³)	18.00
ϕ_1 (°)	23.00
C_1 (kN/m ²)	9.00
H_1 (m)	7.50
γ_2 (kN/m ³)	18.00
ϕ_2 (°)	32.00
C_2 (kN/m ²)	23.00
H_2 (m)	7.50
γ_3 (kN/m ³)	22.00
ϕ_3 (°)	29.00
C_3 (kN/m ²)	56.00
H_3 (m)	3.00
γ (kN/m ³)	18.67
ϕ (°)	27.75
C (kN/m ²)	22.67
H_{total} (m)	18.00
KP	2.74

Estrato 1

Estrato 2

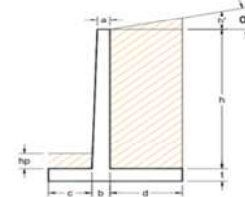
Estrato 3

Estrato ponderado

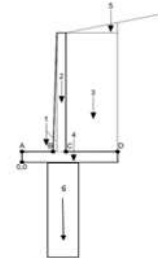
MÉTODO RANKINE PARA EMPUJE ACTIVO Y PASIVO, PARA EL COMPONENTE SÍSMICO MONONOBE - OKABE

2. ESTABILIDAD LOCAL DEL MURO

GEOMETRÍA	
h	5.00 m
h'	0.00 m
α (Vástago)	0.45 m
d (Talon)	2.03 m
c (Pie)	0.48 m
b	0.45 m
t	0.50 m
r_p	0.00 m
a	0.00 m
Subsuelo	15.00 kN/m ²
Diámetro pilote	1.20 m
Longitud pilote	18.00 m
Separación pilotes	3.60 m
Medio perímetro superficial pilote	1.885 m



$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$



MOMENTOS GENERADOS POR PESOS DE ELEMENTOS DEL MURO O SUELO, VERTICALES				
SECCIÓN	ÁREA (m ²)	PESO (kN/m)	Xo (m)	M. RESIS. (kN-m/m)
1.00	0.00	0.00	0.24	0.00
2.00	2.25	54.00	0.70	37.80
3.00	10.13	192.25	1.94	383.11
4.00	1.48	35.40	1.48	52.22
5.00	0.00	0.00	2.28	0.00
6.00	20.36	135.72	1.48	200.18
EAV (Componente vertical empuje activo)	-	0.00	2.95	0.00
Sumatoria Fuerzas (Normal)		407.37	Sumatoria Momentos Resistentes	643.31

MOMENTOS ACTUANTES GENERADOS SEGÚN CARGAS				
FUERZA	MAGNITUD (kN/m)	Xo - Yo (m)	M. ACTUANTE (kN-m/m)	M. RESIS. (kN-m/m)
Presión activa	83.85	1.83	153.36	0.00
Sobrecarga	25.35	2.75	69.71	0.00
Sismo (dP _u)	38.57	3.67	141.42	0.00
Presión pasiva Pilote 1	4342.56	12.00	0.00	52110.68
			0.00	0.00

3. FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

Estático	
M. RESIS. (kN-m/m)	52753.99
M. ACTUA. (kN-m)	223.07
FS V	236.49
	Cumple

Pseudoestático	
M. RESIS. (kN-m/m)	52753.99
M. ACTUA. (kN-m)	364.49
FS V	144.73
	Cumple

4. FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Estático	
F. RESIS. (kN/m)	4471.95
F. ACTUA. (Knm)	109.00
FS D	41.03
	Cumple

Pseudoestático	
F. RESIS. (kN/m)	4471.95
F. ACTUA. (kN/m)	147.57
FS D	30.30
	Cumple

2.5. ASIGNACIÓN DE CARGAS

Se procede a asignar los empujes y pesos del suelo como lo indica el reglamento.

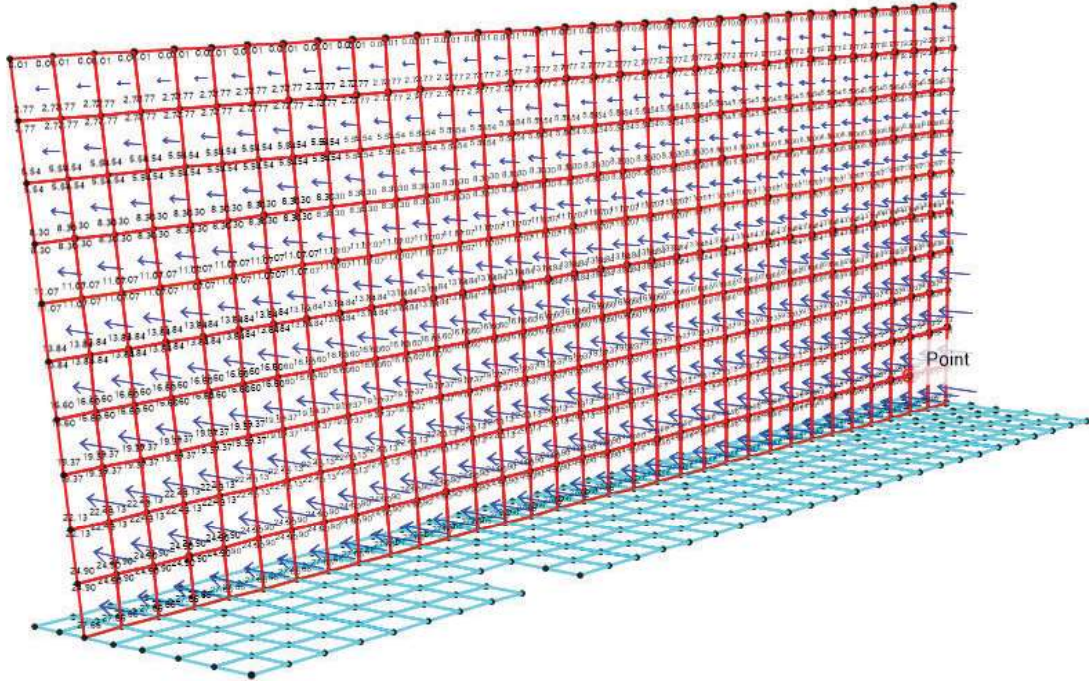


Figura 11: Empuje activo del relleno kN/m²

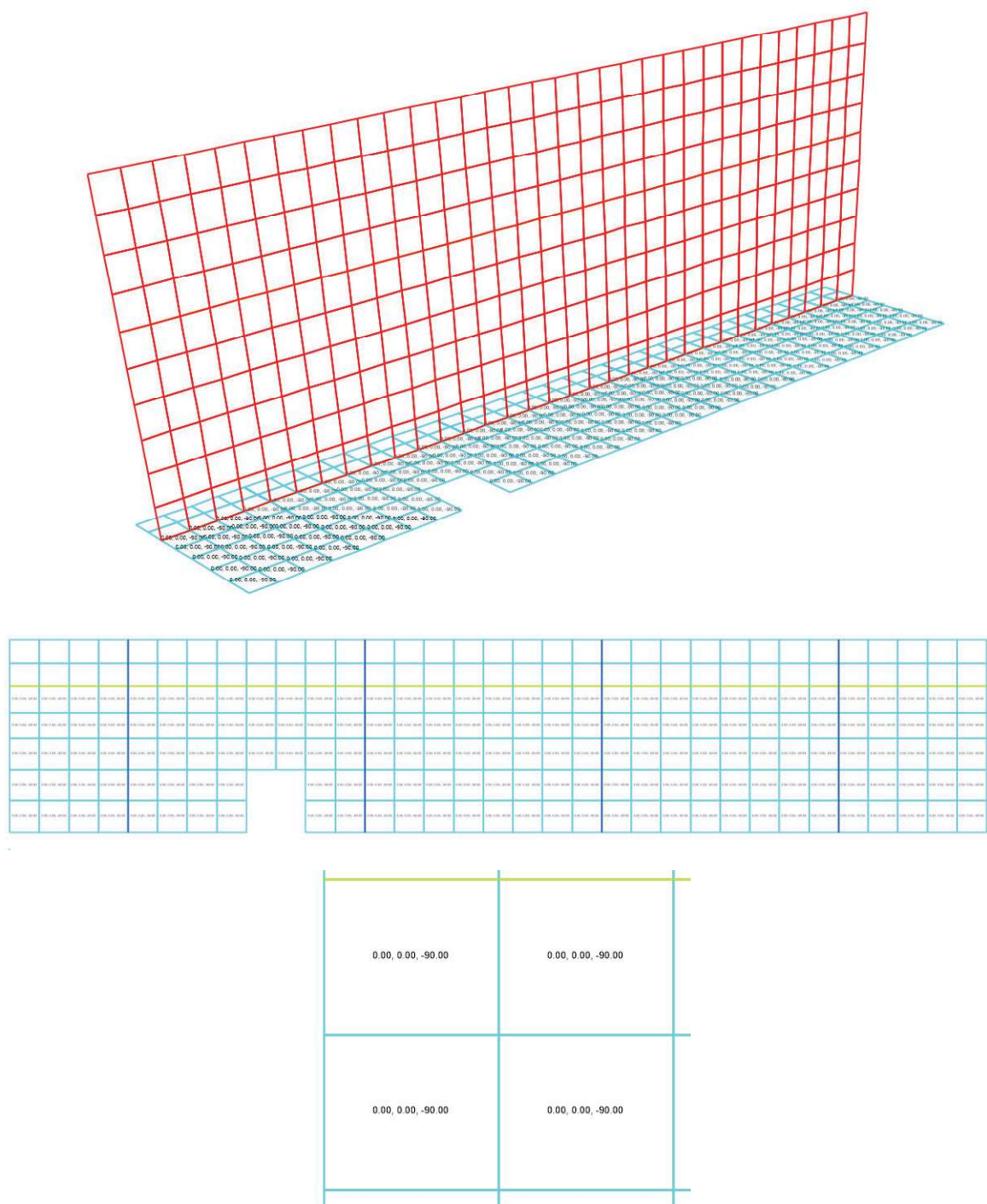


Figura 12: Peso del relleno sobre zarpa de muro [kN/m²]

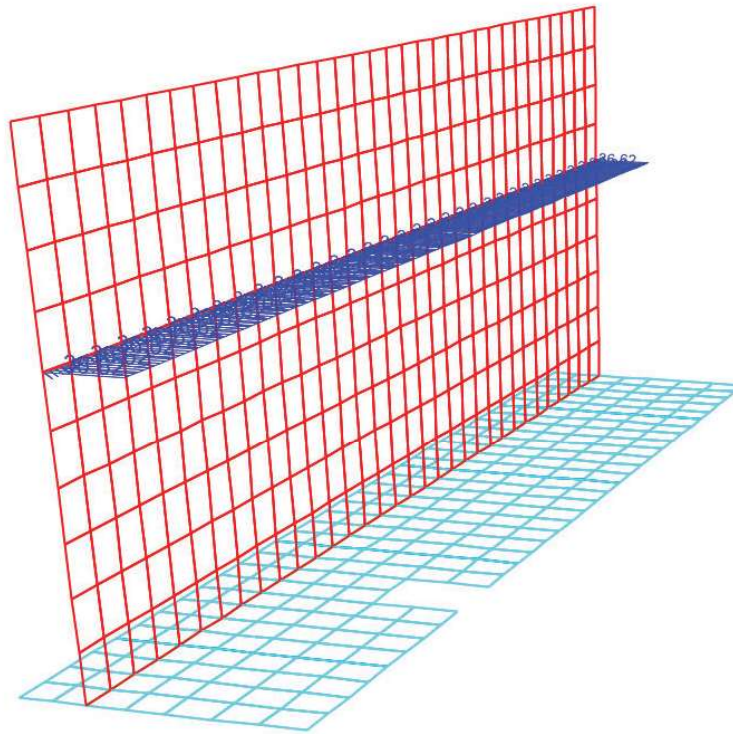


Figura 13: Empuje por componente dinamico. 36.62 kN/m²

phi (°)	32
phi(radianes)	0.56
ka	0.31
Y [kN/m3]	18
h [m]	5

Empuje en la base [kN/m2]	27.65
Empuje en la cabeza [kN/m2]	0.00

Ecuaciones para el SAP	CZ+D	Z1 [m]	15				
		Z2 [m]	20				
Ecuación 1	D=	27.65	-	15	C		
Ecuación 2	D=	0.00	-	20	C		
Ecuación 3		-20	C	=	27.65	-	15 C
	C=	-5.53					
	D=	110.6131					

Empuje de sobrecarga	0	kN/m2
	0.00	kN/m2

Carga sismica	
Kae	0.47
kv	0
Δead [kN/m]	36.62
Brazo	3.33

Figura 14: Cargas asignadas en modelo estructural

Una vez asignadas las cargas se proceden a definir las combinaciones de carga por esfuerzos admisibles y cargas ultimas.

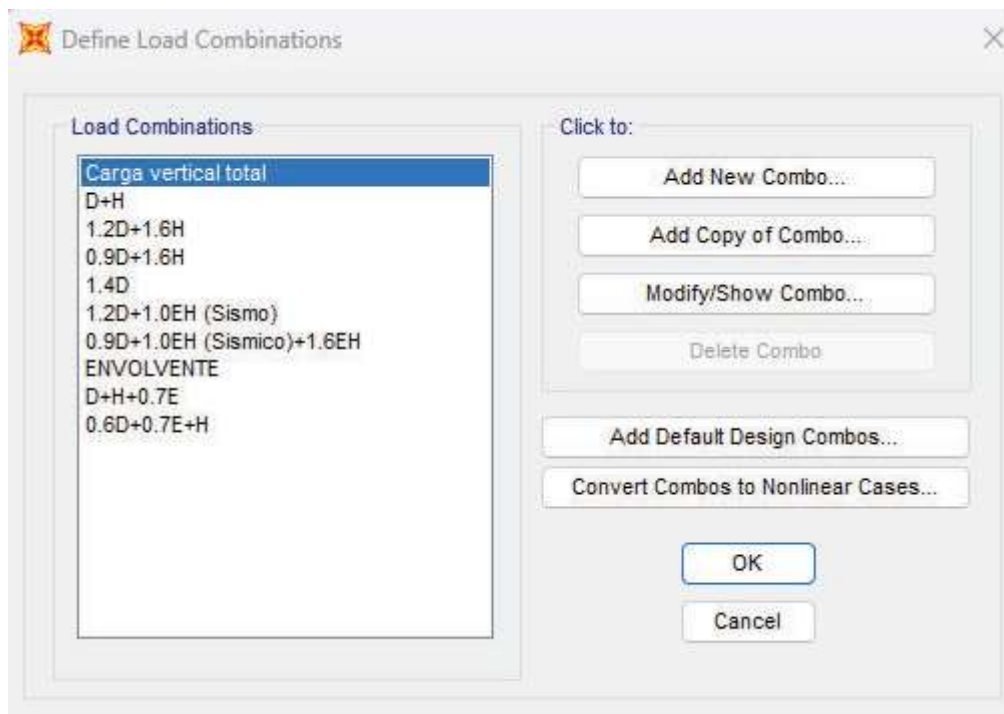


Figura 15: Combinaciones de carga.

2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE

De acuerdo con las características proporcionadas por el ingeniero geotecnista se verifica que los pilotes no superen la deformación máxima en la cabeza del pilote de 40mm.

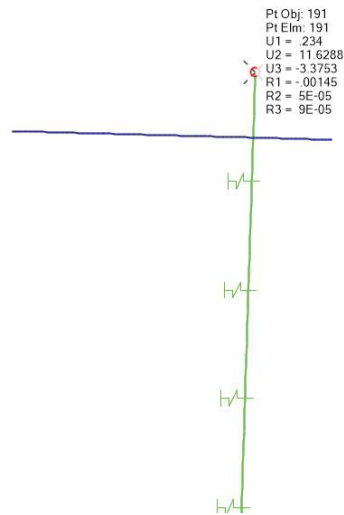


Figura 16: Deformación en pilote por combinación D+H

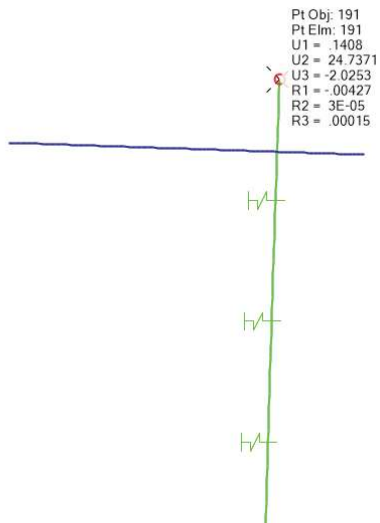


Figura 17: Deformación en pilote por combinación 0.6D+H+0.7E

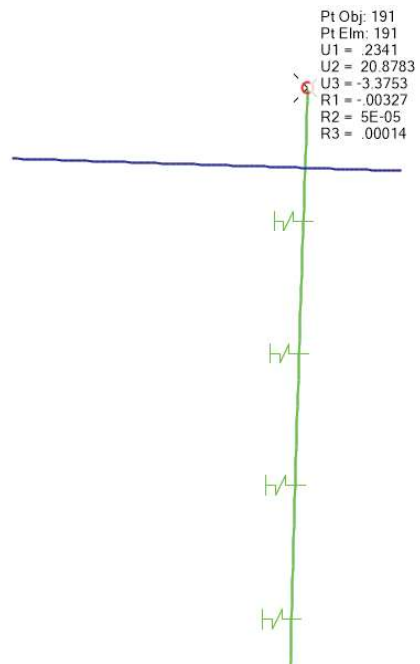


Figura 18: Deformación en pilote por combinación D+H+0.7E.

Las deformaciones de los pilotes se encuentran dentro de los rangos admisibles para las combinaciones de esfuerzo admisible señaladas en la NSR-10.

1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO

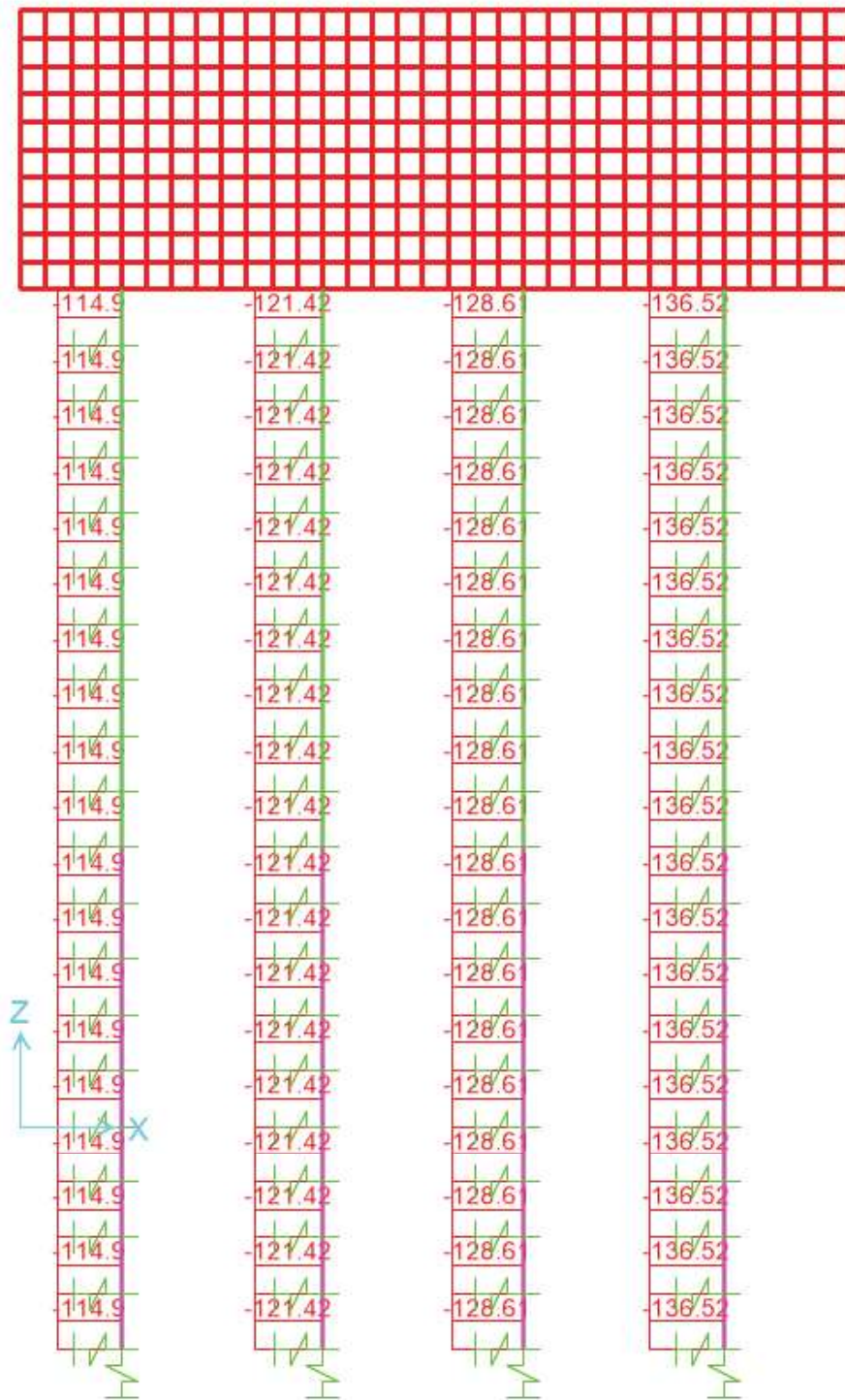


Figura 19: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf]

2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO

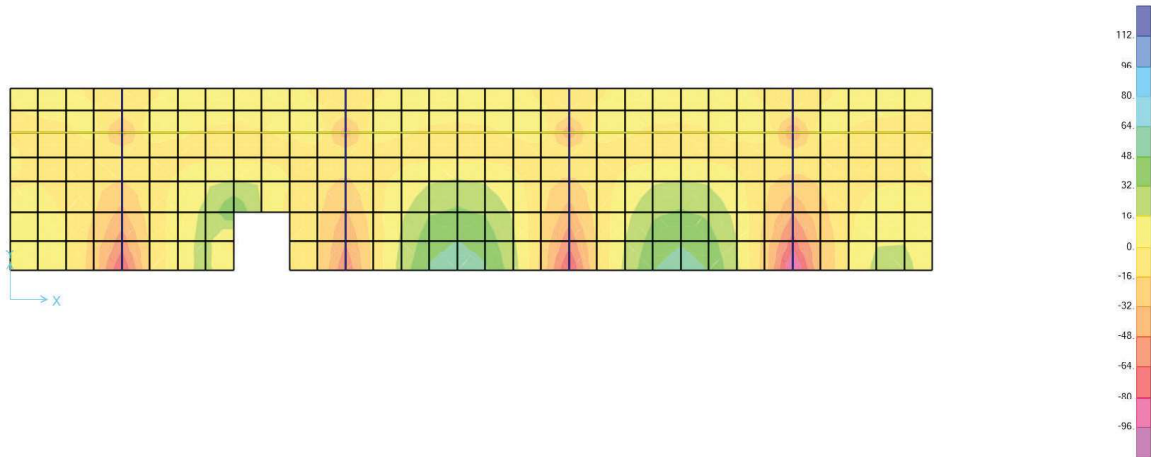


Figura 20: Momento M_{11} $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$

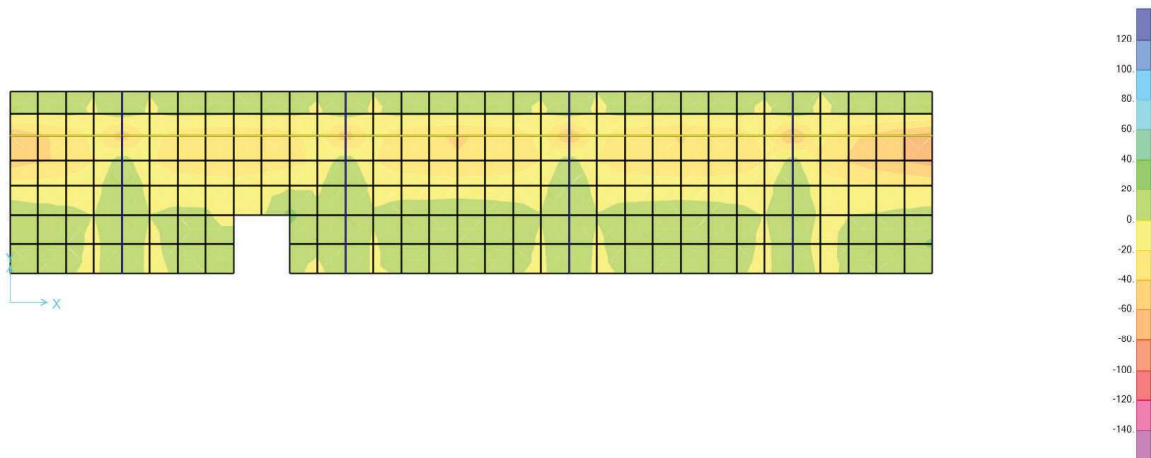


Figura 21: Momento M_{22} $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$

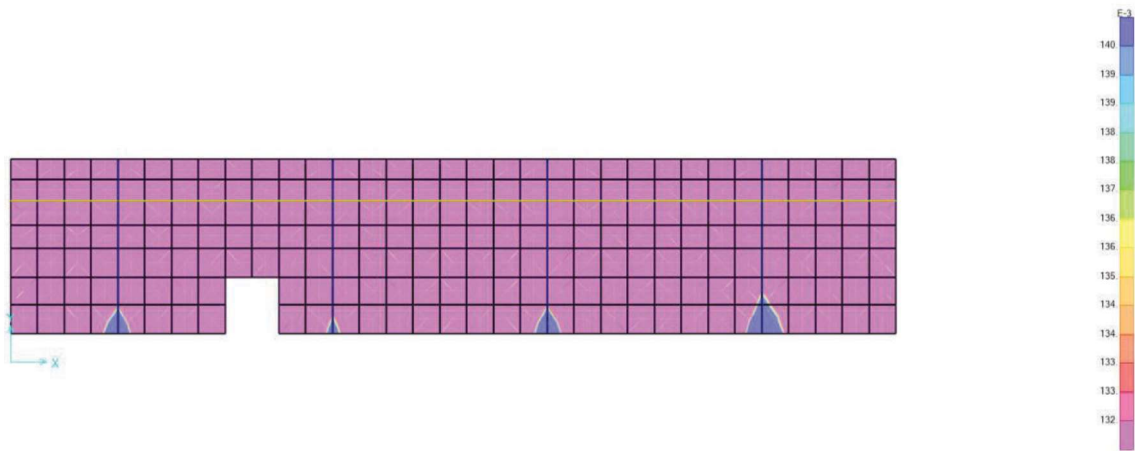


Figura 22: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#5 c/.15m

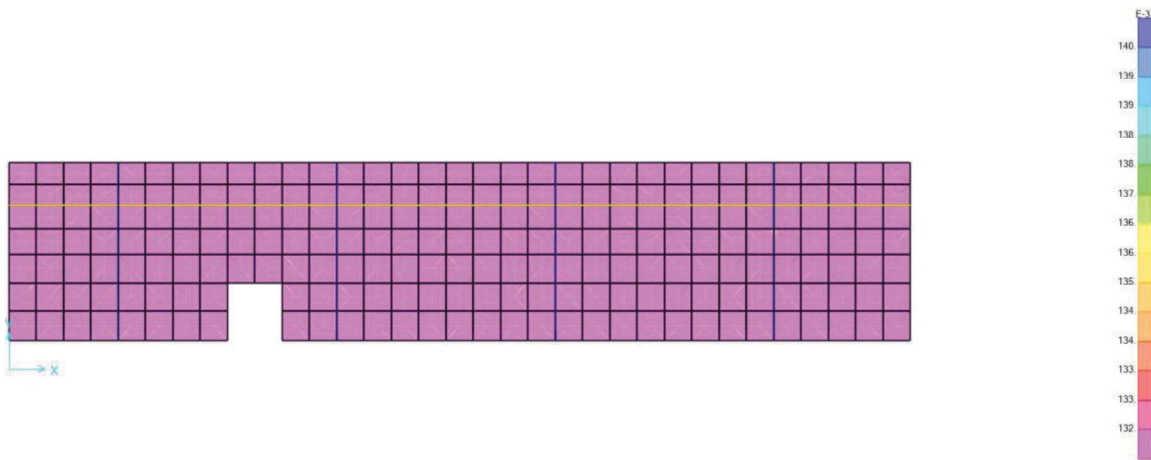


Figura 23: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#5 c/.15m

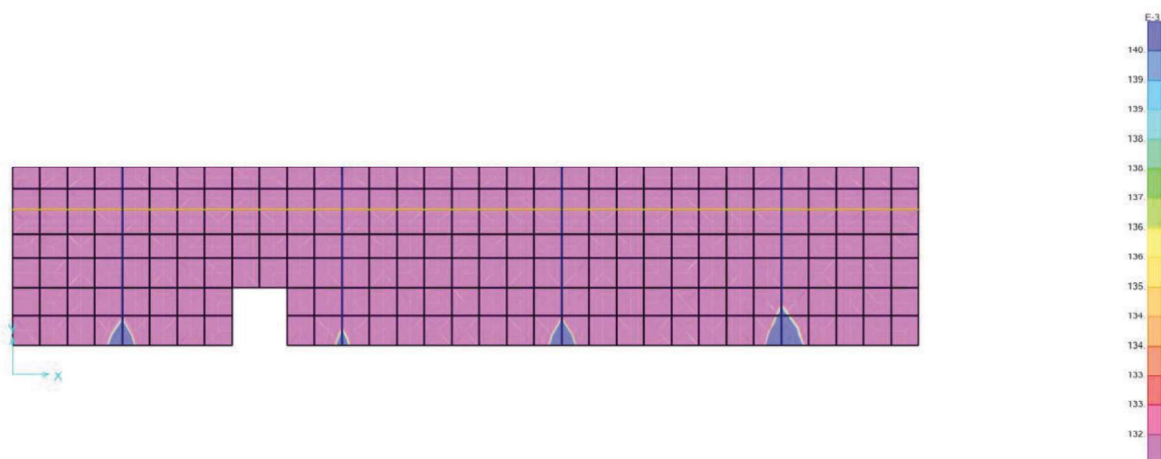


Figura 24: Chequeo de acero Ast1 top. 1#5 c/.15m

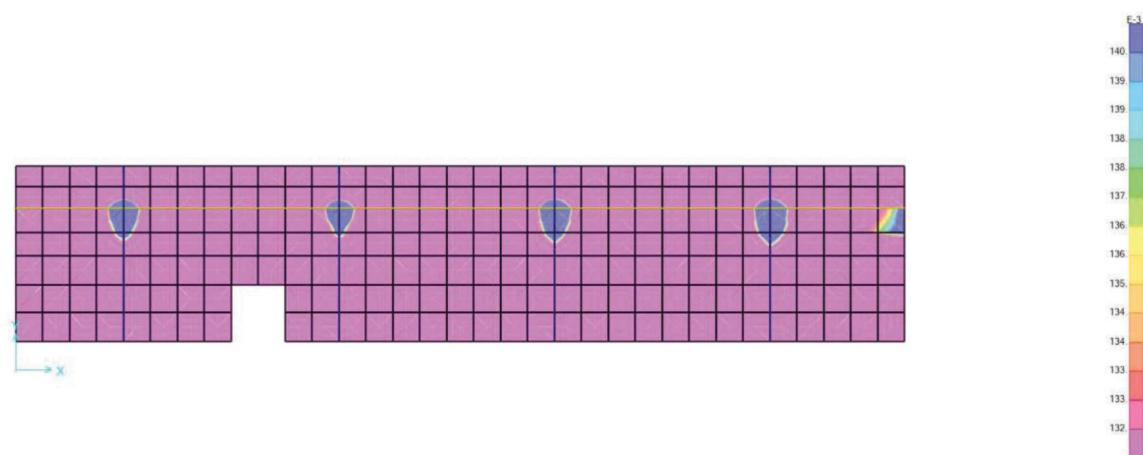


Figura 25: Acero adicional superior en sector del caisson Ast2 top. 1#5 c/.15m

$$\varphi Mn = \varphi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$As = \frac{199 * 1000}{150} = 1326 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\varphi Mn = \varphi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$\varphi Mn = 0.9 * 1326 * 420 * \left(310 - \frac{1326 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 150.7 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 21 y 22 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del cabezal el cortante resistente es:

$$\varphi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 310 * \frac{1}{1000} = 233.83 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

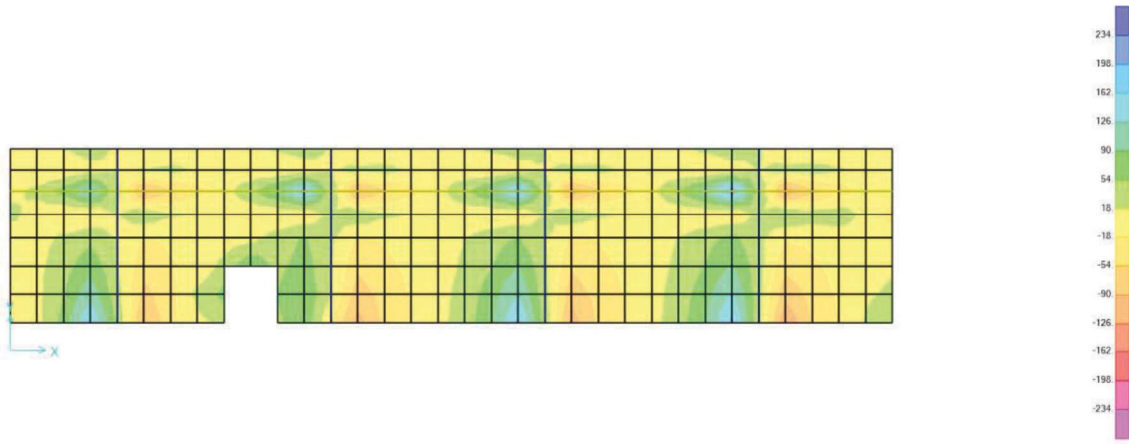


Figura 26: Cortante 1-3

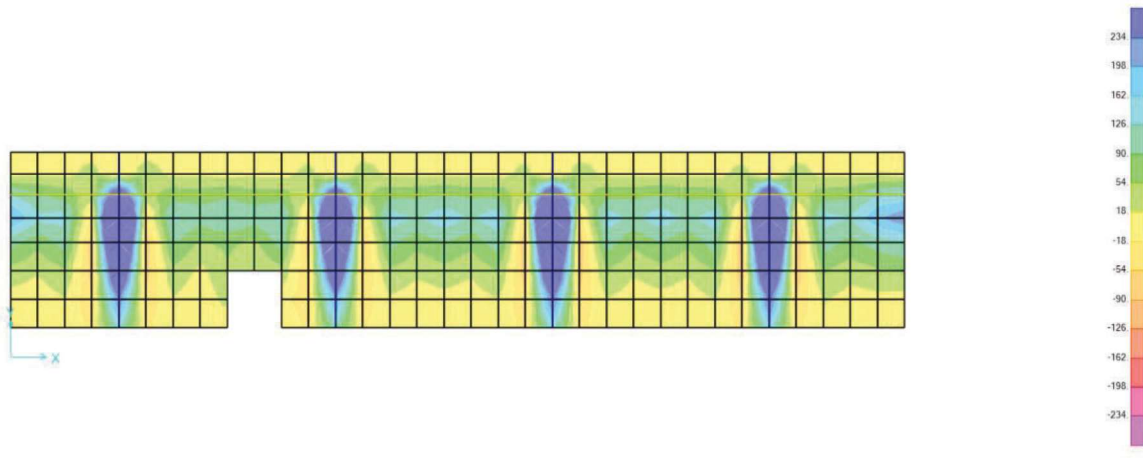


Figura 27: Cortante 2-3

Considerando que en el sector de la viga actúa un espesor mayor y los estribos el cortante último sería:

$$\phi V_c = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 500 * 1000 * \frac{1}{1000} = 377.15 \frac{kN}{m}$$

$$\phi V_s = 0.75 * \frac{2 * 129 * 420 * 1000}{150 * 1000} = 541.80 \frac{kN}{m}$$

$$\phi V_n = 377.15 + 541.80 = 918.95 \frac{kN}{m}$$

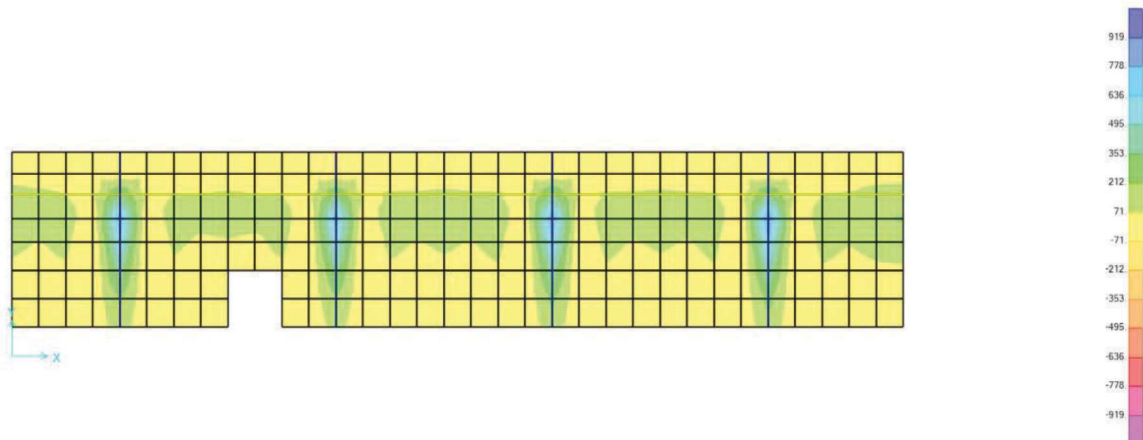


Figura 28: Cortante 2-3 Sector viga.

Las verificaciones de cortante son correctas.

2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO

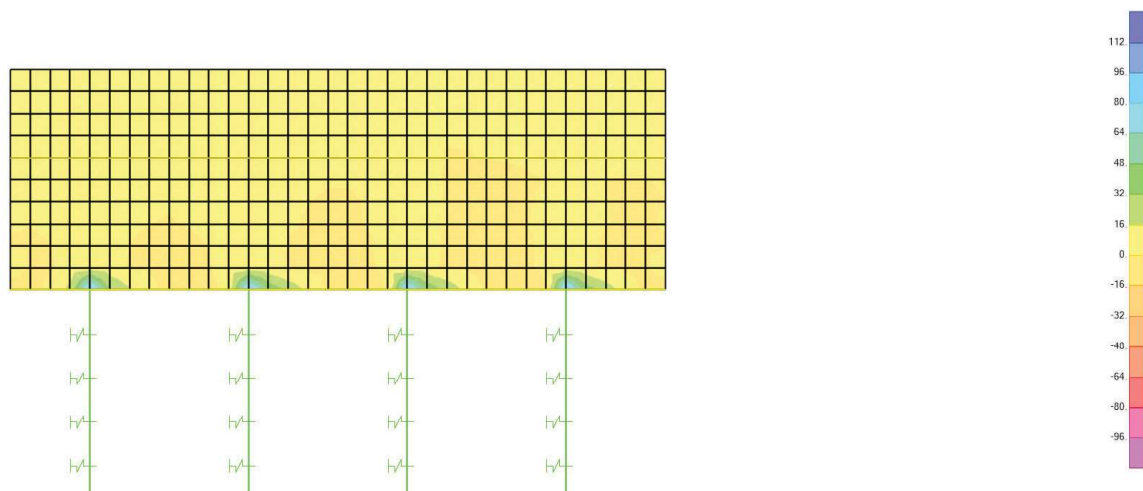


Figura 29: Momento M11 kN*m/m

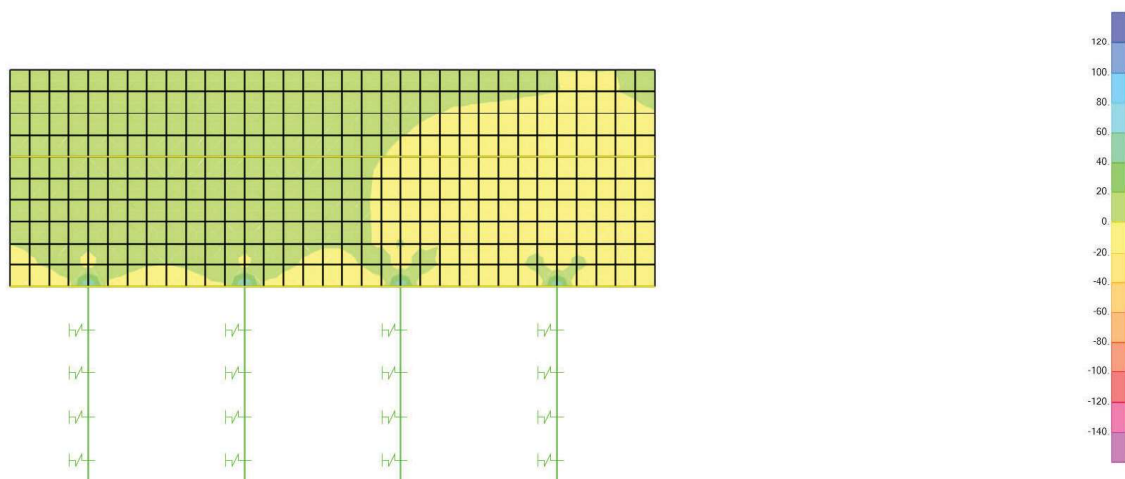


Figura 30: Momento M22 kN*m/m

Considerando las cuantías mínimas establecidas en C.23.C.7.12.2.1 se calcula la cuantía mínima del muro de contención.

$$\delta = 0.005 * 100 * 40 = 20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Proporcionados en dos caras de muro se obtienen 10 cm²/m por cada cara. En acero de campo 1#5 cada 15cm.

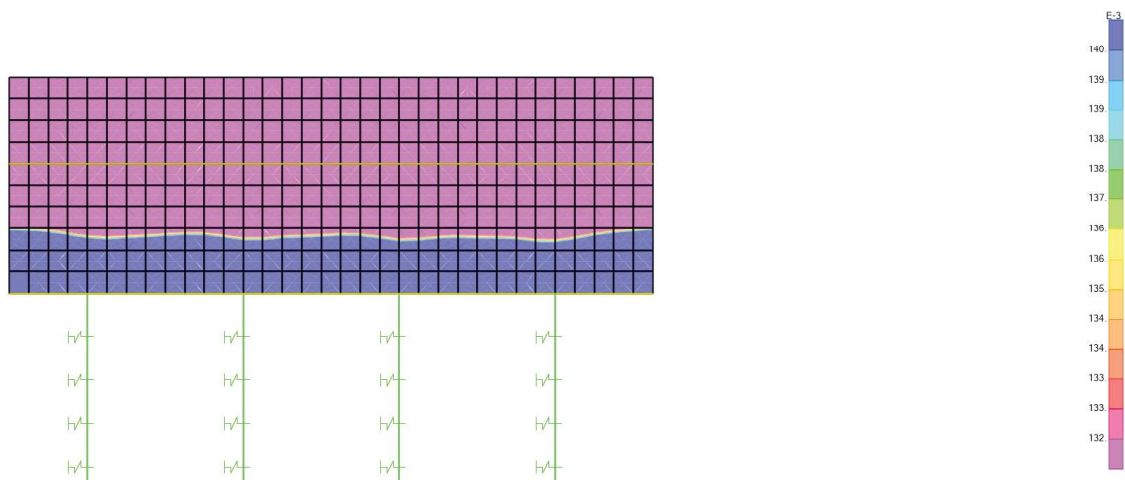


Figura 31: Acero cara top Ast2 1#5 c/.15

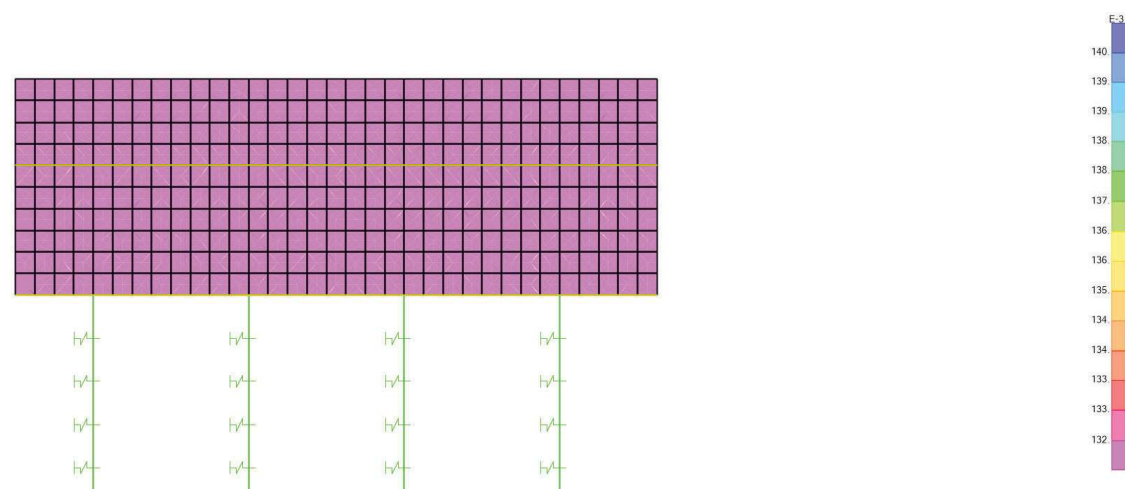


Figura 32: Acero cara bottom Ast2 1#5 c/.15

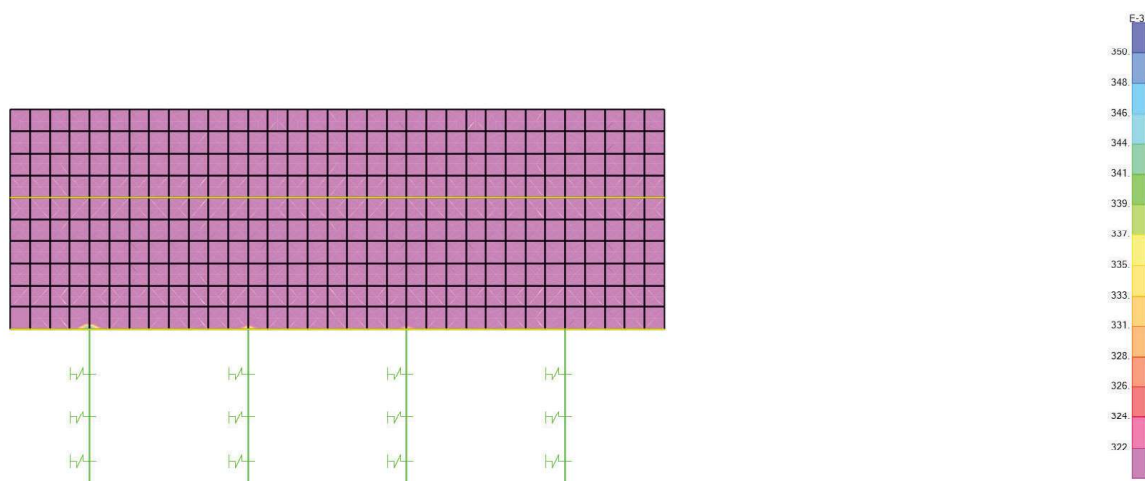


Figura 33: Acero adicional cara top. 1#6 c/.15

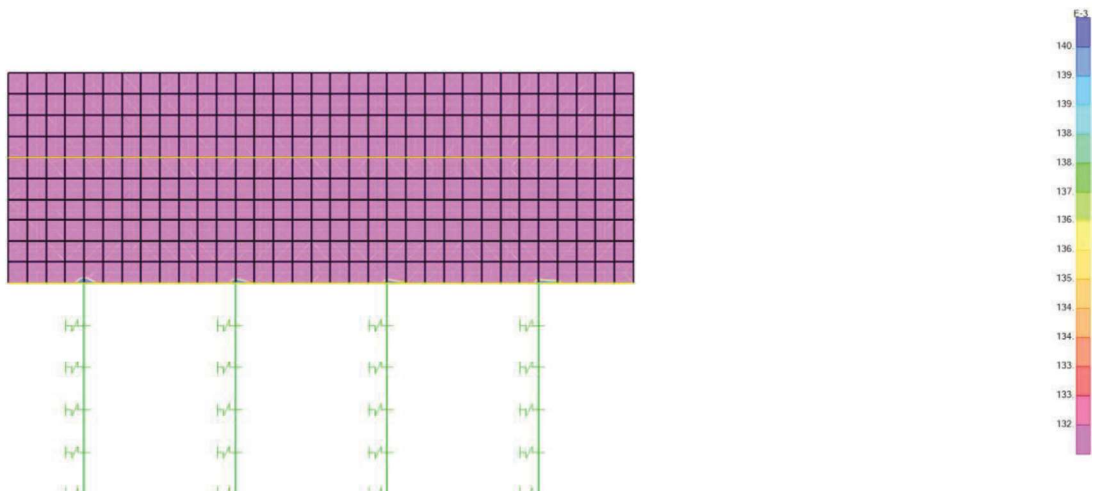


Figura 34: Acero cara top Ast1 1#5 c/.15

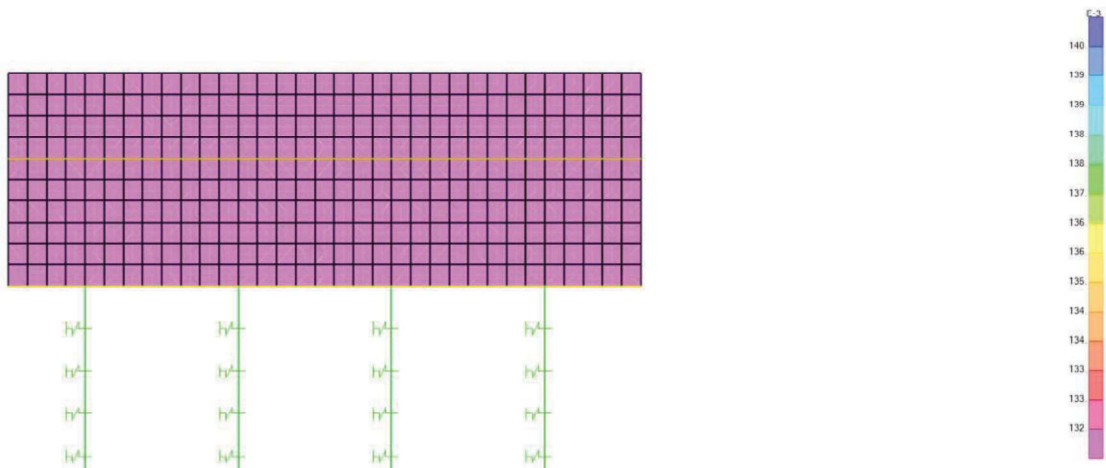


Figura 35: Acero cara bottom Ast1 1#5 c/.15

$$\phi Mn = \phi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$As = \frac{199 * 1000}{150} = 1326 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\phi Mn = \phi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$\phi Mn = 0.9 * 1326 * 420 * \left(360 - \frac{1326 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 175.75 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 30 y 31 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del muro el cortante resistente es:

$$\phi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 360 * \frac{1}{1000} = 271.54 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

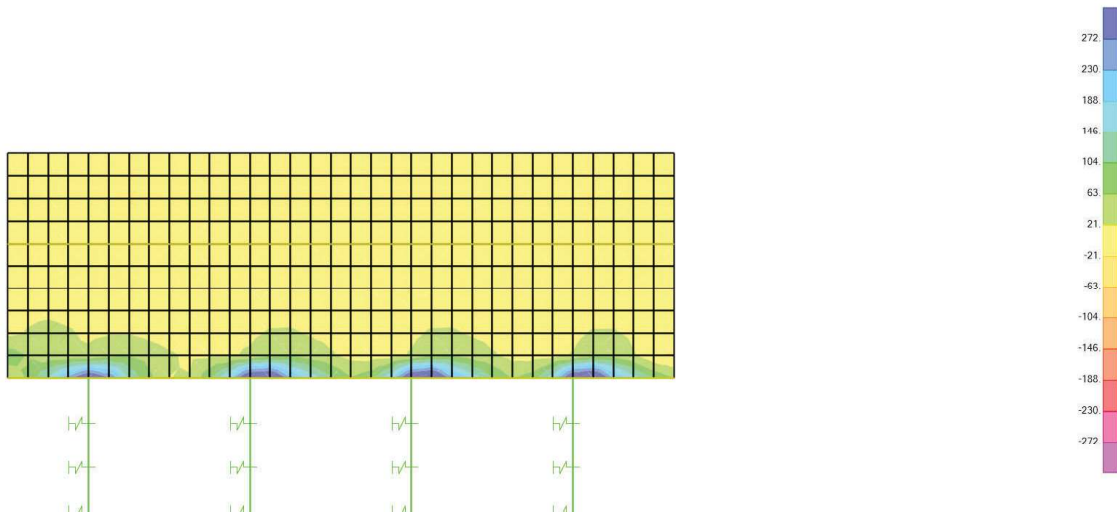


Figura 36: Chequeo de cortante 1-3.

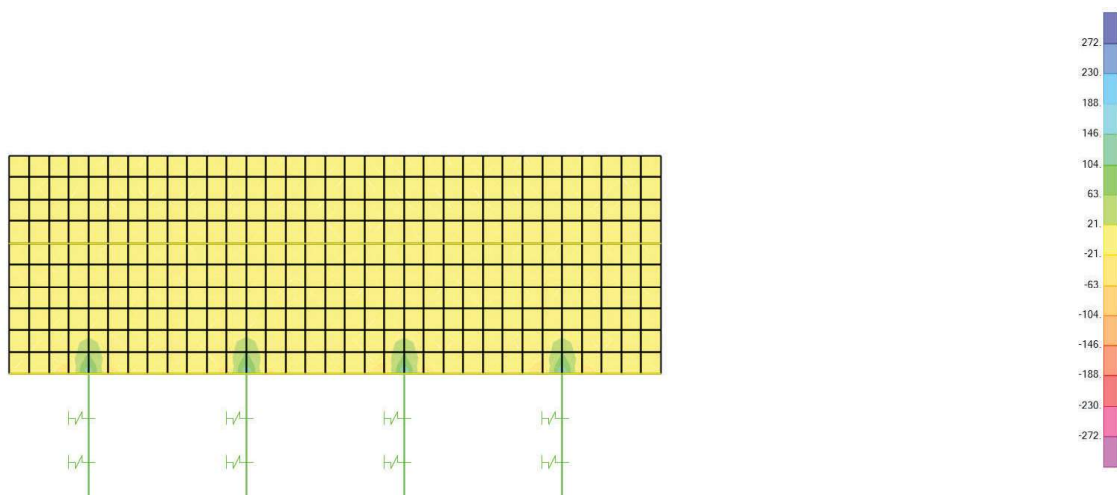
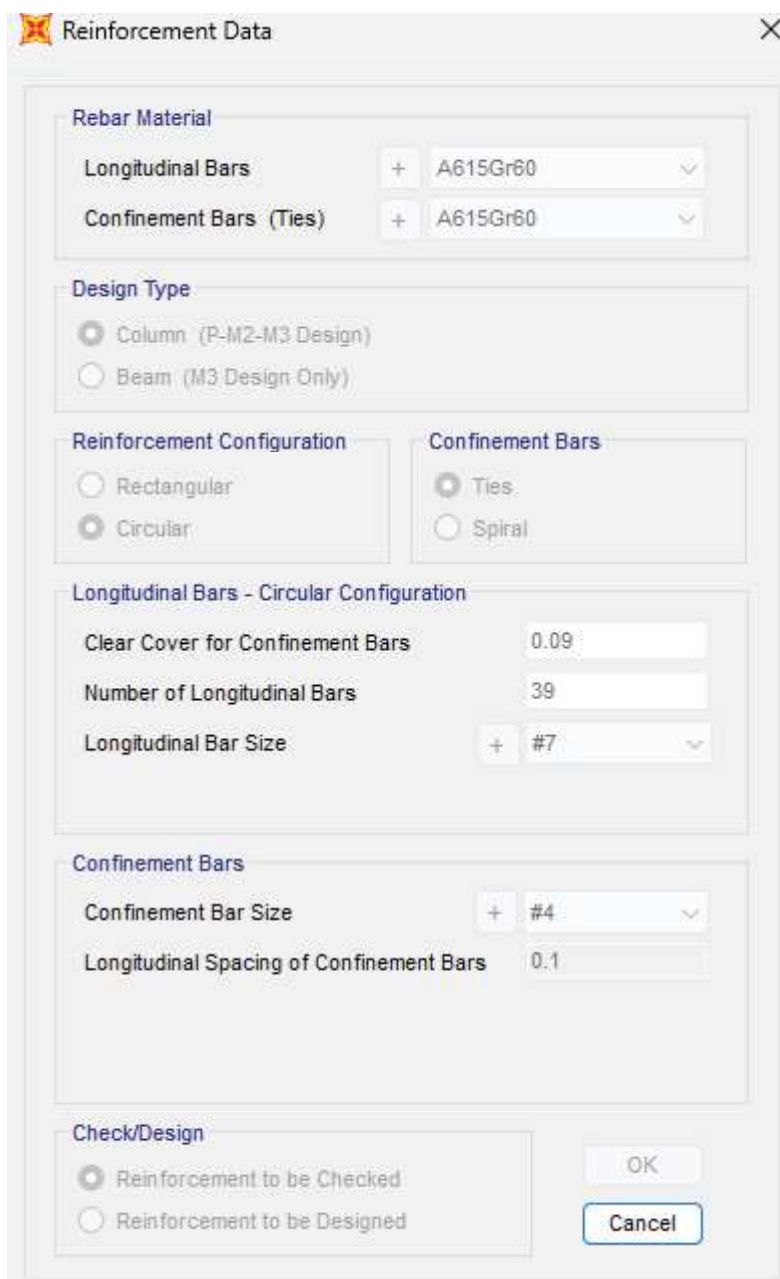


Figura 37: Chequeo de cortante 2-3

Los cortantes cumplen con lo establecido

2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS



The image shows a software dialog box titled "Reinforcement Data". It contains several sections for configuring reinforcement parameters. The "Rebar Material" section has dropdowns for "Longitudinal Bars" and "Confinement Bars (Ties)", both set to "A615Gr60". The "Design Type" section has radio buttons for "Column (P-M2-M3 Design)" (selected) and "Beam (M3 Design Only)". The "Reinforcement Configuration" section has radio buttons for "Rectangular" and "Circular" (selected). The "Confinement Bars" section has radio buttons for "Ties" (selected) and "Spiral". The "Longitudinal Bars - Circular Configuration" section has input fields for "Clear Cover for Confinement Bars" (0.09), "Number of Longitudinal Bars" (39), and a dropdown for "Longitudinal Bar Size" (#7). The "Confinement Bars" section has a dropdown for "Confinement Bar Size" (#4) and an input field for "Longitudinal Spacing of Confinement Bars" (0.1). The "Check/Design" section has radio buttons for "Reinforcement to be Checked" (selected) and "Reinforcement to be Designed". At the bottom right are "OK" and "Cancel" buttons.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☐ Rectangular

☒ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0.09

Number of Longitudinal Bars 39

Longitudinal Bar Size + #7

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.1

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

Figura 38: Refuerzo de caissons.

Design Load Combinations Selection

Load Combinations for Design

Select Type of Design Load Combination

Load Combination Type: Strength

Select Load Combinations

List of Load Combinations

- 0.6D+0.7E+H
- Carga vertical total
- D+H
- D+H+0.7E
- ENVOLVENTE

Design Load Combinations

- 0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6E
- 0.9D+1.6H
- 1.2D+1.0EH (Sismo)
- 1.2D+1.6H
- 1.4D

Automatic Design Load Combinations

☐ Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations

Set Automatic Design Load Combination Data...

OK Cancel

Figura 39: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.

ACI 318-14 COLUMN SECTION DESIGN Type: Non Sway Units: KN, m, C (Flexural Details)

Element : 2 D=1.200 dc=0.114

Section ID : Caisson 1.2m 1.3% E=24870060.0 fc=28000.000 Lt.Wt. Fac.=1.000

Combo ID : 1.4D L=1.000 fy=413685.473 fys=413685.473

Station Loc : 0.000 RLLF=1.000

Phi(Compression-Spiral): 0.750

Phi(Compression-Tied): 0.650

Phi(Tension Controlled): 0.900

Phi(Shear): 0.750

Phi(Seismic Shear): 0.600

Phi(Joint Shear): 0.850

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3

Capacity Ratio	Rebar %	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3
0.357	1.343	1577.291	1250.091	80.820

Factored & Minimum Biaxial Moments

	Non-Sway Mns	Sway Ms	Factored Mu	Minimum Mmin	Minimum Eccentrcty
Major Bending(M3)	15.723	0.000	15.723	80.820	0.051
Minor Bending(M2)	1250.091	0.000	1250.091	80.820	0.051

Axial Force & Biaxial Moment Factors

	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	0.949	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending(M2)	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000

Figura 40: Verificaciones de pilotes para cuantia de 1.3%

ACI 318-14 COLUMN SECTION DESIGN Type: Non Sway Units: KN, m, C (Flexural Details)

Element : 12 D=1.200 dc=0.111
 Section ID : Caisson 1.2m 0.5% E=24870060.0 fc=28000.000 Lt.Wt. Fac.=1.000
 Combo ID : 0.9D+1.0EH (Sismico) L=1.000 fy=413685.473 fys=413685.473
 Station Loc : 0.000 RLLF=1.000

Phi(Compression-Spiral): 0.750
 Phi(Compression-Tied): 0.650
 Phi(Tension Controlled): 0.900
 Phi(Shear): 0.750
 Phi(Seismic Shear): 0.600
 Phi(Joint Shear): 0.850

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3

Capacity Ratio	Rebar %	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3
0.585	0.534	1014.168	-1055.253	51.966

Factored & Minimum Biaxial Moments

	Non-Sway Mns	Sway Ms	Factored Mu	Minimum Mmin	Minimum Eccentricity
Major Bending(M3)	4.943	0.000	4.943	51.966	0.051
Minor Bending(M2)	-1055.253	0.000	-1055.253	51.966	0.051

Axial Force & Biaxial Moment Factors

	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	0.865	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending(M2)	0.886	1.000	1.000	1.000	1.000

Figura 41: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%

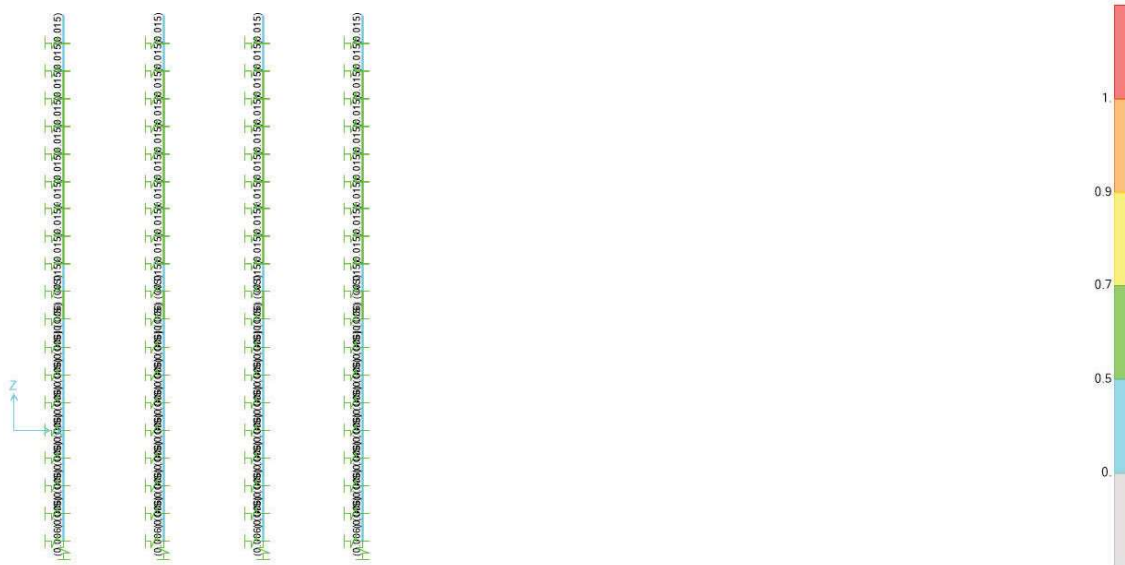


Figura 42: Verificaciones de ratios de caissons

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA
ULTIMA TRAMO 2**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	381.661	-84.4207
2	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	381.257	-351.8934
2	1	1.4D	Combination	-1577.291	1.885	1248.2061
2	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	127.121	507.8763
2	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	506.762	-913.9081
3	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	339.779	-424.2001
3	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	334.554	-686.4475
3	1	1.4D	Combination	-1577.291	24.385	1223.8213
3	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	122.918	384.9581
3	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	436.571	-1350.4791
4	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	270.579	-694.7788
4	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	258.295	-944.7424
4	1	1.4D	Combination	-1577.291	57.325	1166.4964
4	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	114.156	270.8018
4	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	323.316	-1673.7947
5	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	187.92	-882.6985
5	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	168.285	-1113.0269
5	1	1.4D	Combination	-1577.291	91.631	1074.8659
5	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	101.526	169.2753
5	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	191.271	-1865.0652
6	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	112.024	-994.7224
6	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	86.673	-1199.7004
6	1	1.4D	Combination	-1577.291	118.302	956.5638
6	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	87.858	81.4175
6	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	73.13	-1938.1948
7	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	47.13	-1041.8522
7	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	17.868	-1217.5682
7	1	1.4D	Combination	-1577.291	136.556	820.008
7	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	74.217	7.2007
7	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	-24.963	-1913.2316
8	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	-4.154	-1037.6981
8	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	-35.592	-1181.9763
8	1	1.4D	Combination	-1577.291	146.71	673.2983
8	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	61.603	-54.4024
8	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	-99.74	-1813.4915
9	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	-70.539	-967.1592
9	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	-	-1078.7498
9	1	1.4D	Combination	-1577.291	152.542	520.7563
9	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	42.137	-96.5389
9	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	-191.84	-1621.6512
10	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	-	-839.5522

10	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	-	-919.4858
10	1	1.4D	Combination	-1577.291	147.733	373.0238
10	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	21.185	-117.724
10	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	264.707	-1356.9444
11	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	163.022	-676.5303
11	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	191.292	-728.1942
11	1	1.4D	Combination	-1577.291	131.925	241.0983
11	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	2.679	-120.4031
11	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	301.691	-1055.253
12	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	-174.01	-502.5203
12	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	197.203	-530.9909
12	1	1.4D	Combination	-1577.291	108.236	132.8626
12	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-11.127	-109.2763
12	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	301.104	-754.1494
13	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	164.316	-338.2044
13	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	181.705	-349.2858
13	1	1.4D	Combination	-1577.291	81.15	51.713
13	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-19.546	-89.7306
13	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	270.808	-483.3418
14	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	141.093	-197.1109
14	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	152.874	-196.4114
14	1	1.4D	Combination	-1577.291	54.977	-3.2645
14	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-23.095	-66.6356
14	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	223.093	-260.2489
15	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	112.283	-84.8278
15	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	119.346	-77.0655
15	1	1.4D	Combination	-1577.291	32.959	-36.2237
15	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-23.012	-43.6236
15	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	170.609	-89.6402
16	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	-84.725	-0.1028
16	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	-88.345	11.2794
16	1	1.4D	Combination	-1577.291	16.893	-53.117
16	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-20.788	-22.8355
16	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	123.613	33.9727
17	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	-30.946	30.8433

17	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	-29.394	40.6733
17	1	1.4D	Combination	-1577.291	-7.244	-45.8732
17	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-13.351	-9.4843
17	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	-36.536	70.5089
18	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	1.227	29.6161
18	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	4.884	35.789
18	1	1.4D	Combination	-1577.291	-17.066	-28.807
18	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-6.92	-2.5645
18	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	12.593	57.9163
19	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	15.261	14.3549
19	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	18.998	16.7911
19	1	1.4D	Combination	-1577.291	-17.438	-11.3691
19	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-2.435	-0.1296
19	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	31.51	26.4065
20	1	1.2D+1.6H	Combination	-1352.127	14.355	1.08E-13
20	1	0.9D+1.6H	Combination	-1014.136	16.791	1.037E-13
20	1	1.4D	Combination	-1577.291	-11.369	1.99E-14
20	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1351.995	-0.13	1.705E-14
20	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1014.168	26.406	1.037E-13
21	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	398.8	-48.7137
21	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	399.347	-314.4053
21	1	1.4D	Combination	-1667.192	-2.555	1239.8941
21	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	130.718	515.3611
21	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	532.255	-861.8105
22	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	355.756	-404.4696
22	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	351.414	-665.8192
22	1	1.4D	Combination	-1667.192	20.263	1219.6311
22	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	126.271	389.0897
22	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	460.317	-1322.1276
23	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	284.501	-688.9702
23	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	272.98	-938.7996
23	1	1.4D	Combination	-1667.192	53.76	1165.8707
23	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	117.078	272.0117
23	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	343.978	-1666.1057
24	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	199.228	-888.1978
24	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	180.206	-1119.0053
24	1	1.4D	Combination	-1667.192	88.769	1077.1015
24	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	103.899	168.1125
24	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	208.017	-1874.1227
25	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	120.779	-1008.9771
25	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	95.896	-1214.9012
25	1	1.4D	Combination	-1667.192	116.122	960.9791
25	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	89.695	78.4178
25	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	86.057	-1960.1797
26	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	53.559	-1062.5356
26	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	24.632	-1239.5327
26	1	1.4D	Combination	-1667.192	134.993	825.9863
26	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	75.565	2.8528
26	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-15.512	-1944.6682

27	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	0.301	-1062.8365
27	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-30.913	-1208.6194
27	1	1.4D	Combination	-1667.192	145.666	680.3204
27	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	62.537	-59.6842
27	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-93.233	-1851.4355
28	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-68.87	-993.9664
28	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-101.49	-1107.1298
28	1	1.4D	Combination	-1667.192	152.225	528.0958
28	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	42.486	-102.1698
28	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	-1661.9531
29	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-	-
29	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-	-
29	1	1.4D	Combination	-1667.192	148.113	379.9832
29	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	20.966	-123.136
29	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-266.37	-1395.583
30	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-	-
30	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-	-
30	1	1.4D	Combination	-1667.192	132.834	247.1492
30	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	2.023	-125.1587
30	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	-
31	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-	-
31	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-	-
31	1	1.4D	Combination	-1667.192	109.448	137.7012
31	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-12.043	-113.1153
31	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	-
32	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-	-
32	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-	-
32	1	1.4D	Combination	-1667.192	82.451	55.2501
32	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-20.551	-92.5644
32	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	-
33	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-	-
33	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-	-
33	1	1.4D	Combination	-1667.192	56.204	-0.9543
33	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-24.056	-68.5086
33	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	-
34	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-	-

34	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-	-82.276
34	1	1.4D	Combination	-1667.192	34.016	-34.9704
34	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-23.848	-44.6606
34	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	-96.962
35	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-87.982	-1.7877
35	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-91.786	9.5095
35	1	1.4D	Combination	-1667.192	17.75	-52.7205
35	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-21.472	-23.1887
35	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-	31.5098
36	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	-32.56	30.7724
36	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	-31.096	40.6059
36	1	1.4D	Combination	-1667.192	-6.831	-45.8895
36	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-13.69	-9.4988
36	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	-38.931	70.4409
37	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	0.742	30.0302
37	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	4.375	36.2307
37	1	1.4D	Combination	-1667.192	-16.953	-28.9361
37	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-7.021	-2.4773
37	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	11.885	58.5558
38	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	15.392	14.6377
38	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	19.139	17.0914
38	1	1.4D	Combination	-1667.192	-17.485	-11.4509
38	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-2.407	-0.0702
38	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	31.719	26.8363
39	1	1.2D+1.6H	Combination	-1428.82	14.638	1.705E-13
39	1	0.9D+1.6H	Combination	-1071.564	17.091	1.62E-13
39	1	1.4D	Combination	-1667.192	-11.451	3.979E-14
39	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1428.975	-0.07	6.253E-14
39	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1071.518	26.836	1.904E-13
40	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	420.09	7.3409
40	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	420.207	-264.1391
40	1	1.4D	Combination	-1765.842	-0.545	1266.9065
40	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	138.925	548.2115
40	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	559.599	-801.8475
41	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	375.814	-368.4736
41	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	370.982	-635.1211
41	1	1.4D	Combination	-1765.842	22.552	1244.355
41	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	134.208	414.0032
41	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	485.86	-1287.7078
42	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	302.319	-670.7922
42	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	290.229	-925.3505
42	1	1.4D	Combination	-1765.842	56.416	1187.9386
42	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	124.451	289.5525
42	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	366.323	-1654.0311
43	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	214.124	-884.9164
43	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	194.463	-1119.8132

43	1	1.4D	Combination	-1765.842	91.753	1096.1852
43	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	110.458	179.0941
43	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	226.275	-1880.3064
44	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	132.758	-1017.6748
44	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	107.194	-1227.007
44	1	1.4D	Combination	-1765.842	119.302	976.8837
44	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	95.373	83.7216
44	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	100.308	-1980.6143
45	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	62.822	-1080.4964
45	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	33.199	-1260.2061
45	1	1.4D	Combination	-1765.842	138.239	838.645
45	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	80.363	3.3583
45	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	-4.928	-1975.6863
46	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	7.21	-1087.7062
46	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	-24.691	-1235.515
46	1	1.4D	Combination	-1765.842	148.871	689.7744
46	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	66.521	-63.1631
46	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	-85.773	-1889.9132
47	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	-65.365	-1022.3416
47	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	-98.625	-1136.89
47	1	1.4D	Combination	-1765.842	155.215	534.5592
47	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	45.213	-108.3765
47	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	186.453	-1703.4601
48	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	128.542	-893.7992
48	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	160.836	-976.0541
48	1	1.4D	Combination	-1765.842	150.703	383.856
48	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	22.341	-130.7178
48	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	267.669	-1435.7913
49	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	168.778	-725.021
49	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	197.684	-778.37
49	1	1.4D	Combination	-1765.842	134.894	248.9618
49	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	2.202	-132.92
49	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	311.106	-1124.6858
50	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	182.771	-542.2503
50	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	206.542	-571.8284
50	1	1.4D	Combination	-1765.842	110.931	138.0312
50	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-12.756	-120.1636
50	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	314.381	-810.3044
51	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	174.279	-367.9711

51	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	-	-379.6803
51	1	1.4D	Combination	-1765.842	83.388	54.643
51	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-21.809	-98.3548
51	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	285.432	-524.872
52	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	150.829	-217.1417
52	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	162.976	-216.7039
52	1	1.4D	Combination	-1765.842	56.686	-2.0427
52	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-25.544	-72.8108
52	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	237.108	-287.7639
53	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	120.898	-96.244
53	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	128.218	-88.4859
53	1	1.4D	Combination	-1765.842	34.162	-36.2044
53	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-25.332	-47.4788
53	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	182.832	-104.9323
54	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	-91.866	-4.3783
54	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	-95.655	7.1693
54	1	1.4D	Combination	-1765.842	17.685	-53.889
54	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-22.813	-24.6656
54	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	133.627	28.6943
55	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	-34.631	30.2531
55	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	-33.099	40.2686
55	1	1.4D	Combination	-1765.842	-7.15	-46.7391
55	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-14.552	-10.1134
55	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	-41.523	70.2174
56	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	-0.02	30.2732
56	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	3.692	36.5768
56	1	1.4D	Combination	-1765.842	-17.322	-29.4168
56	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-7.469	-2.6443
56	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	11.07	59.1469
57	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	15.392	14.8817
57	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	19.204	17.3732
57	1	1.4D	Combination	-1765.842	-17.79	-11.6269
57	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-2.565	-0.0791
57	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	31.887	27.26
58	1	1.2D+1.6H	Combination	-1513.41	14.882	4.263E-15
58	1	0.9D+1.6H	Combination	-1135.015	17.373	3.197E-15
58	1	1.4D	Combination	-1765.842	-11.627	4.974E-15
58	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1513.544	-0.079	4.263E-15
58	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1134.98	27.26	3.197E-15
147	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	443.048	68.6532
147	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	442.787	-208.397
147	1	1.4D	Combination	-1874.094	1.215	1292.9006

147	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	147.044	580.1007
147	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	588.789	-736.4967
148	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	397.46	-328.8072
148	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	392.189	-600.5863
148	1	1.4D	Combination	-1874.094	24.598	1268.3021
148	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	142.048	438.0522
148	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	513.153	-1249.6502
149	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	321.572	-650.3788
149	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	308.961	-909.5477
149	1	1.4D	Combination	-1874.094	58.847	1209.4547
149	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	131.717	306.3354
149	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	390.238	-1639.8878
150	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	230.251	-880.6296
150	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	209.993	-1119.5406
150	1	1.4D	Combination	-1874.094	94.537	1114.9181
150	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	116.903	189.4327
150	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	245.864	-1885.752
151	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	145.758	-1026.3873
151	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	119.549	-1239.0898
151	1	1.4D	Combination	-1874.094	122.306	992.6119
151	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	100.932	88.5006
151	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	115.647	-2001.3994
152	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	72.905	-1099.2923
152	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	42.619	-1281.7085
152	1	1.4D	Combination	-1874.094	141.337	851.2753
152	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	85.043	3.4571
152	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	6.516	-2007.9159
153	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	14.762	-1114.054
153	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-17.799	-1263.909
153	1	1.4D	Combination	-1874.094	151.952	699.3234
153	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	70.391	-66.9343
153	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-77.652	-1930.2634
154	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-61.478	-1052.5756
154	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-95.361	-1168.5477
154	1	1.4D	Combination	-1874.094	158.12	541.203
154	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	47.838	-114.7719
154	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-	-1747.2079
155	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-128.33	-924.2459
155	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-	-1007.3788
155	1	1.4D	Combination	-1874.094	153.25	387.9535
155	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	23.629	-138.4013
155	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-	-1478.3116
156	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-	-752.7189
156	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-	-806.5061
156	1	1.4D	Combination	-1874.094	136.947	251.0065

156	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	2.315	-140.7165
156	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-315.94	-1162.371
157	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-187.43	-565.2818
157	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-211.53	-594.9761
157	1	1.4D	Combination	-1874.094	112.433	138.5733
157	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-13.515	-127.2017
157	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-321.41	-840.9549
158	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-179.80	-385.4765
158	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-197.88	-397.0932
158	1	1.4D	Combination	-1874.094	84.362	54.2112
158	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-23.093	-104.1088
158	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-293.28	-547.6687
159	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-	-229.1202
159	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-168.61	-228.4773
159	1	1.4D	Combination	-1874.094	57.211	-3.0002
159	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-27.043	-77.0655
159	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-244.69	-302.9712
160	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-125.87	-103.2504
160	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-133.23	-95.2463
160	1	1.4D	Combination	-1874.094	34.352	-37.3522
160	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-26.816	-50.2491
160	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-189.49	-113.4792
161	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-96.042	-7.2088
161	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-99.826	4.5795
161	1	1.4D	Combination	-1874.094	17.66	-55.0118
161	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-24.148	-26.1008
161	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-139.11	25.6317
162	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-36.87	29.6612
162	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	-35.275	39.8546
162	1	1.4D	Combination	-1874.094	-7.442	-47.5694
162	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-15.402	-10.699
162	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	-44.298	69.9294
163	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	-0.854	30.5152
163	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	2.934	36.9206
163	1	1.4D	Combination	-1874.094	-17.677	-29.892
163	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-7.904	-2.7954
163	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	10.183	59.7469
164	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	15.378	15.1369
164	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	19.255	17.666
164	1	1.4D	Combination	-1874.094	-18.09	-11.8024
164	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-2.713	-0.0824
164	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	32.047	27.7
165	1	1.2D+1.6H	Combination	-1606.574	15.137	7.816E-14
165	1	0.9D+1.6H	Combination	-1204.983	17.666	8.136E-14
165	1	1.4D	Combination	-1874.094	-11.802	-1.492E-14
165	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1606.416	-0.082	-1.279E-14
165	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-1205.032	27.7	8.136E-14

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA DE
SERVICIO TRAMO 2**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	D+H	Combination	-1126.738	238.875	170.131
3	1	D+H	Combination	-1126.738	216.717	-46.5855
4	1	D+H	Combination	-1126.738	179.348	-225.9338
5	1	D+H	Combination	-1126.738	133.812	-359.7462
6	1	D+H	Combination	-1126.738	91.14	-450.8866
7	1	D+H	Combination	-1126.738	53.841	-504.7276
8	1	D+H	Combination	-1126.738	23.602	-528.3295
9	1	D+H	Combination	-1126.738	-16.847	-511.4823
10	1	D+H	Combination	-1126.738	-53.374	-458.1087
11	1	D+H	Combination	-1126.738	-78.331	-379.7782
12	1	D+H	Combination	-1126.738	-89.428	-290.3497
13	1	D+H	Combination	-1126.738	-88.206	-202.1433
14	1	D+H	Combination	-1126.738	-78.366	-123.7773
15	1	D+H	Combination	-1126.738	-64.291	-59.4859
16	1	D+H	Combination	-1126.738	-49.936	-9.5495
17	1	D+H	Combination	-1126.738	-20.635	11.0854
18	1	D+H	Combination	-1126.738	-2.281	13.3659
19	1	D+H	Combination	-1126.738	6.424	6.9416
20	1	D+H	Combination	-1126.738	6.942	7.105E-14
21	1	D+H	Combination	-1190.725	248.794	190.9636
22	1	D+H	Combination	-1190.725	225.966	-35.0022
23	1	D+H	Combination	-1190.725	187.413	-222.4151
24	1	D+H	Combination	-1190.725	140.369	-362.7841
25	1	D+H	Combination	-1190.725	96.223	-459.0073
26	1	D+H	Combination	-1190.725	57.58	-516.5872
27	1	D+H	Combination	-1190.725	26.2	-542.787
28	1	D+H	Combination	-1190.725	-15.861	-526.9262
29	1	D+H	Combination	-1190.725	-53.954	-472.9722
30	1	D+H	Combination	-1190.725	-80.12	-392.8527
31	1	D+H	Combination	-1190.725	-91.939	-300.9138
32	1	D+H	Combination	-1190.725	-90.965	-209.9484
33	1	D+H	Combination	-1190.725	-81.006	-128.9422
34	1	D+H	Combination	-1190.725	-66.591	-62.3508
35	1	D+H	Combination	-1190.725	-51.819	-10.5317
36	1	D+H	Combination	-1190.725	-21.57	11.0382
37	1	D+H	Combination	-1190.725	-2.563	13.6017
38	1	D+H	Combination	-1190.725	6.498	7.1037
39	1	D+H	Combination	-1190.725	7.104	1.137E-13
40	1	D+H	Combination	-1261.21	262.459	230.8214
41	1	D+H	Combination	-1261.21	238.911	-8.0897
42	1	D+H	Combination	-1261.21	199.024	-207.1132
43	1	D+H	Combination	-1261.21	150.212	-357.3254

44	1	D+H	Combination	-1261.21	104.278	-461.6032
45	1	D+H	Combination	-1261.21	63.949	-525.5522
46	1	D+H	Combination	-1261.21	31.09	-556.6424
47	1	D+H	Combination	-1261.21	-13.136	-543.5065
48	1	D+H	Combination	-1261.21	-53.428	-490.0788
49	1	D+H	Combination	-1261.21	-81.398	-408.6807
50	1	D+H	Combination	-1261.21	-94.423	-314.258
51	1	D+H	Combination	-1261.21	-94.034	-220.2242
52	1	D+H	Combination	-1261.21	-84.146	-136.0783
53	1	D+H	Combination	-1261.21	-69.461	-66.6176
54	1	D+H	Combination	-1261.21	-54.258	-12.3595
55	1	D+H	Combination	-1261.21	-22.921	10.5619
56	1	D+H	Combination	-1261.21	-3.106	13.6678
57	1	D+H	Combination	-1261.21	6.443	7.2248
58	1	D+H	Combination	-1261.21	7.225	3.553E-15
147	1	D+H	Combination	-1338.769	277.122	273.7833
148	1	D+H	Combination	-1338.769	252.805	20.978
149	1	D+H	Combination	-1338.769	211.491	-190.5127
150	1	D+H	Combination	-1338.769	160.788	-351.301
151	1	D+H	Combination	-1338.769	112.939	-464.2399
152	1	D+H	Combination	-1338.769	70.804	-535.0443
153	1	D+H	Combination	-1338.769	36.36	-571.4045
154	1	D+H	Combination	-1338.769	-10.188	-561.2164
155	1	D+H	Combination	-1338.769	-52.84	-508.3763
156	1	D+H	Combination	-1338.769	-82.75	-425.6267
157	1	D+H	Combination	-1338.769	-97.071	-328.5559
158	1	D+H	Combination	-1338.769	-97.314	-231.2422
159	1	D+H	Combination	-1338.769	-87.506	-143.7359
160	1	D+H	Combination	-1338.769	-72.534	-71.2015
161	1	D+H	Combination	-1338.769	-56.872	-14.329
162	1	D+H	Combination	-1338.769	-24.373	10.0437
163	1	D+H	Combination	-1338.769	-3.69	13.7342
164	1	D+H	Combination	-1338.769	6.381	7.353
165	1	D+H	Combination	-1338.769	7.353	4.619E-14

MEMORIAS DE CÁLCULO MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO SECTOR PLAZOLETA TRAMO 3

PROYECTO CENTRO NÁUTICO TOPOCORO

BETULIA/SANTANDER

**NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO
RESISTENTE**

NSR-10



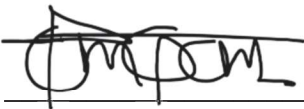
DISEÑÓ:

**TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ
INGENIERO CALCULISTA
MP 68202-091503 STD**



BUCARAMANGA, FEBRERO DE 2026

DECLARACIÓN: El diseño estructural del proyecto en referencia cumple con las exigencias de (Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

FIRMA: _____

Ingeniero calculista: TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ

Tarjeta Profesional Ingeniero Civil # 68202-091503 STD.

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 17 de Febrero de 2026.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	4
1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL.....	6
2. MURO PLAZOLETA TRAMO 2.....	8
2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....	8
2.2 MATERIALES UTILIZADOS	10
2.3. SECCIONES TRANSVERSALES.....	12
2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO	15
2.5. ASIGNACIÓN DE CARGAS	17
2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE	23
1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO.....	24
2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	25
2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO.....	25
2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO	29
2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS	34

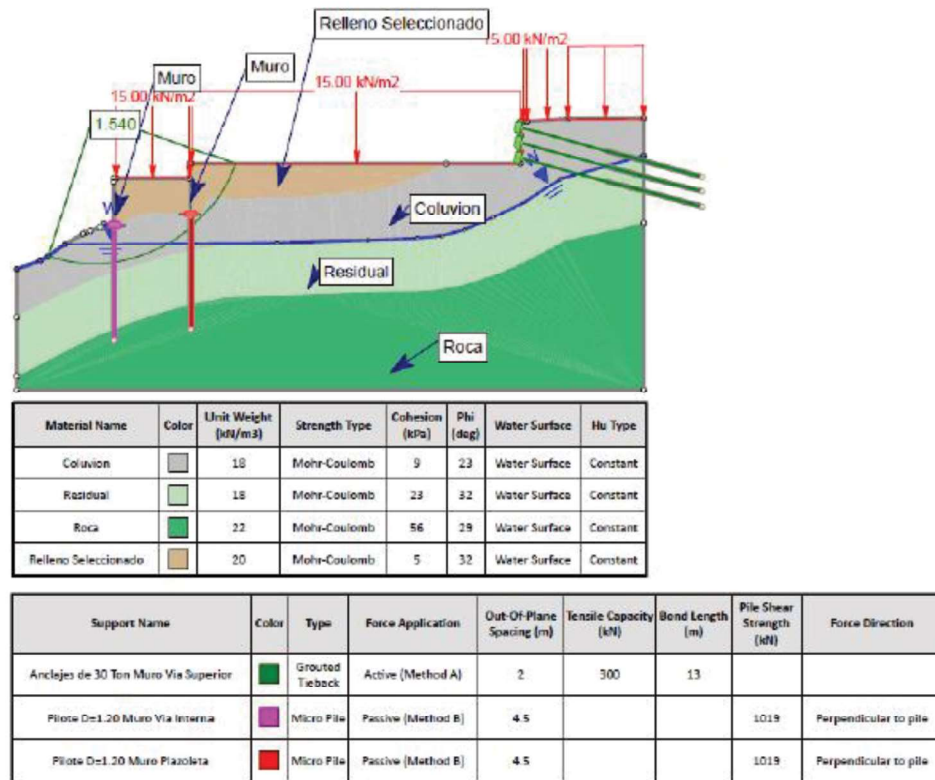
LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Análisis de estabilidad global estático. Fuente: Estudio Geotecnico.....	6
Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotecnico.....	7
Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.....	8
Figura 4: Vista en planta de muro de contención.	9
Figura 5: Material utilizado para los caissons.....	10
Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.	12
Figura 7: Sección transversal vastago de muro.	13
Figura 8: Sección transversal pilotes tipo caisson.....	13
Figura 9: Sección transversal viga cim 1.50x1.20	14
Figura 10: Empuje activo del relleno kN/m^2	18
Figura 11: Peso del relleno sobre zarpa de muro [kN/m^2].....	20
Figura 12: Empuje por componente dinamico. 13.18 kN/m^2	21
Figura 13: Cargas asignadas en modelo estructural	22
Figura 14: Combinaciones de carga.....	22
Figura 15: Deformación en pilote por combinación D+H.....	23
Figura 16: Deformación en pilote por combinación 0.6D+H+0.7E	23
Figura 17: Deformación en pilote por combinación D+H+0.7E.	23
Figura 18: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf].....	24
Figura 19: Momento M11 $\text{kN}^*\text{m/m}$	25
Figura 20: Momento M22 $\text{kN}^*\text{m/m}$	25
Figura 21: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#4 c/.15m	26
Figura 22: Chequeo de acero Ast1 top. 1#4 c/.15m	26
Figura 23: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#4 c/.15m	26
Figura 24: Chequeo de acero Ast2 top. 1#4 c/.15m	27
Figura 25: Acero adicional superior en sector del caisson Ast2 top. 1#4 c/0.075 m	27
Figura 26: Cortante 1-3.....	28
Figura 27: Cortante 2-3.....	29
Figura 28: Momento M11 $\text{kN}^*\text{m/m}$	29
Figura 29: Momento M22 $\text{kN}^*\text{m/m}$	30
Figura 30: Acero cara top Ast2 1#4 c/.15	30

Figura 31: Acero cara bottom Ast2 1#4 c/.15	31
Figura 32: Acero adicional cara top. 1#4 c/.075	31
Figura 33: Acero cara top Ast1 1#4 c/.15	31
Figura 34: Acero cara bottom Ast1 1#4 c/.15	32
Figura 35: Chequeo de cortante 1-3.....	33
Figura 36: Chequeo de cortante 2-3.....	33
Figura 37: Refuerzo de caissons.....	34
Figura 38: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.	35
Figura 39: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%	35
Figura 40: Verificaciones de ratios de caissons	36

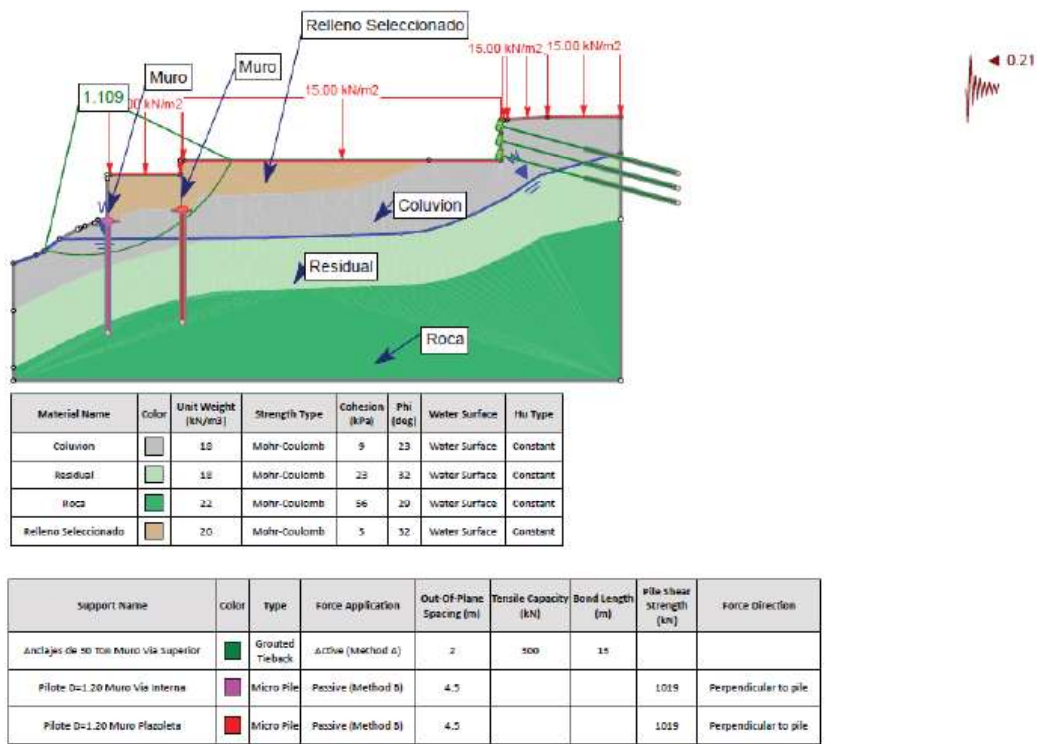
1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL

De acuerdo con los análisis de estabilidad proporcionados por el ingeniero geotecnistas la estabilidad global del talud se garantiza con las siguientes obras.



Fuente: Propia.

Figura 1: Análisis de estabilidad global estático. Fuente: Estudio Geotecnico



Fuente: Propia.

Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotécnico

2. MURO PLAZOLETA TRAMO 2

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para valorar el nivel de esfuerzos internos en el modelo se procede a modelar el muro mediante el uso de elementos Shell para representar el vastago (espesor de 0.30m y altura máxima 3.00m), zarpa (espesor de 0.35m y 2.50m de ancho) y elementos tipo frame para identificar los caissons de 1.2m separados 3.60m y la viga de cimentación de 1.50x1.20.



Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.

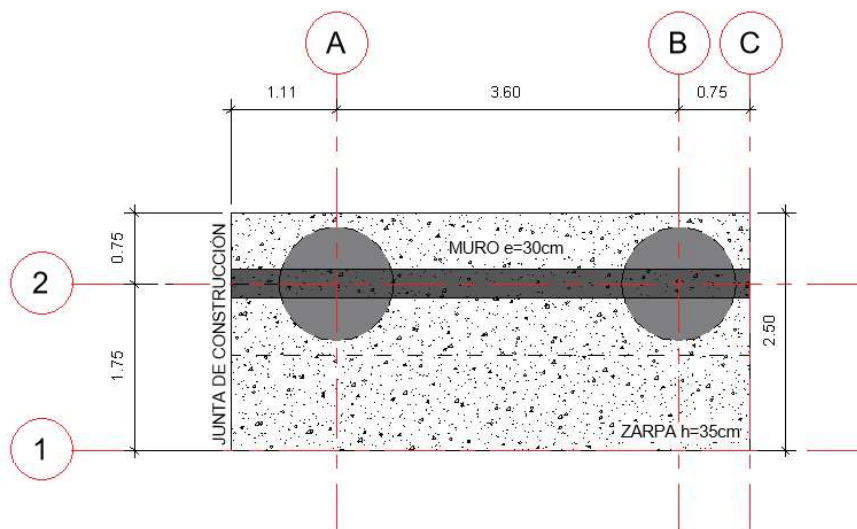
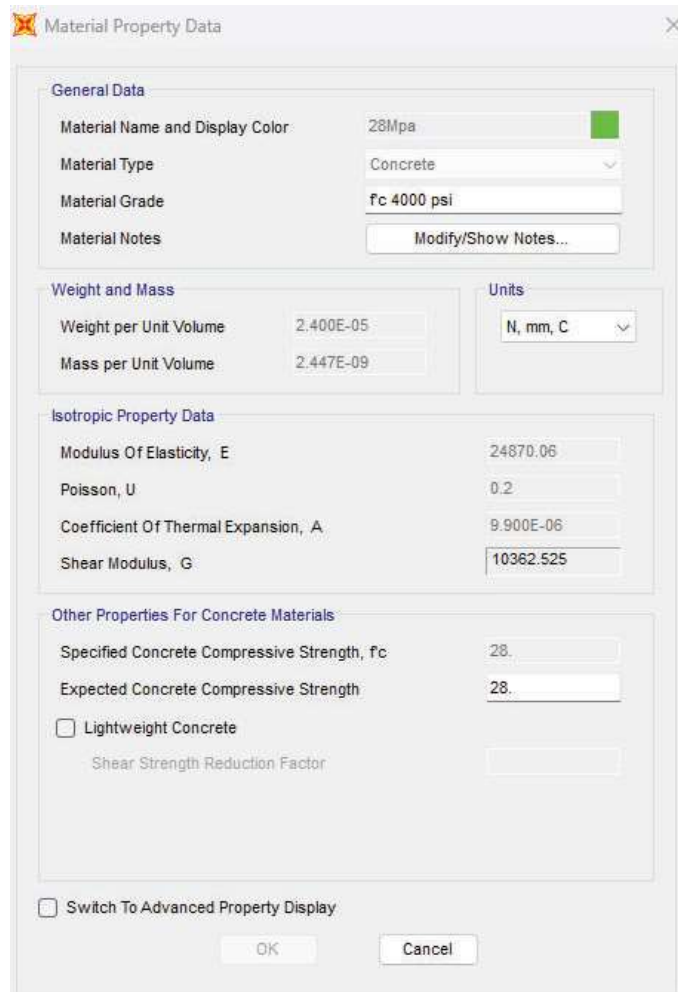


Figura 4: Vista en planta de muro de contención.

2.2 MATERIALES UTILIZADOS

El concreto propuesto para los pilotes tipo caisson es de 28MPa.

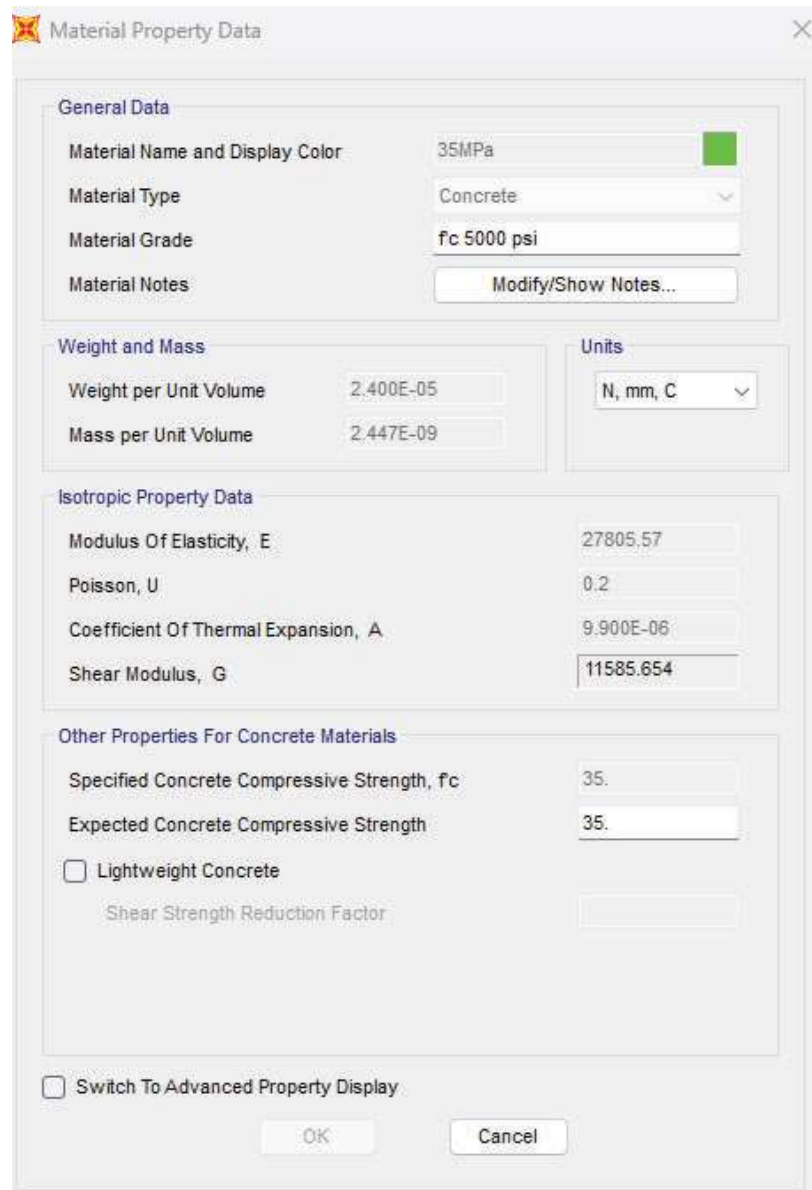


The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections with collapsible headers. The "General Data" section is expanded, showing fields for "Material Name and Display Color" (set to "28Mpa" with a green color swatch), "Material Type" (set to "Concrete"), "Material Grade" (set to "f'c 4000 psi"), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button). The "Weight and Mass" section shows "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09). A "Units" dropdown is set to "N, mm, C". The "Isotropic Property Data" section is expanded, showing "Modulus Of Elasticity, E" (24870.06), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (10362.525). The "Other Properties For Concrete Materials" section is expanded, showing "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (28.), "Expected Concrete Compressive Strength" (28.), a checkbox for "Lightweight Concrete" (unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field. At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	28Mpa
	Material Type	Concrete
	Material Grade	f'c 4000 psi
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.400E-05
	Mass per Unit Volume	2.447E-09
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	24870.06
	Poisson, U	0.2
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
	Shear Modulus, G	10362.525
Other Properties For Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	28.
	Expected Concrete Compressive Strength	28.
	Lightweight Concrete	☐
	Shear Strength Reduction Factor	

Figura 5: Material utilizado para los caissons.

Los demás componentes del sistema se fabricaran en concreto de 35MPa.



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections for defining material properties.

- General Data:** Includes fields for "Material Name and Display Color" (set to 35MPa with a green color swatch), "Material Type" (set to Concrete), "Material Grade" (set to f'c 5000 psi), and a "Material Notes" section with a "Modify/Show Notes..." button.
- Weight and Mass:** Contains input fields for "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09).
- Units:** A dropdown menu is set to "N, mm, C".
- Isotropic Property Data:** Includes fields for "Modulus Of Elasticity, E" (27805.57), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (11585.654).
- Other Properties For Concrete Materials:** Includes "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (35), "Expected Concrete Compressive Strength" (35), a checkbox for "Lightweight Concrete" (unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field.
- Switch To Advanced Property Display:** An unchecked checkbox at the bottom of the main section.

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

2.3. SECCIONES TRANSVERSALES

A continuación, se presentan las secciones transversales correspondientes a los elementos usados en la modelación.

S Shell Section Data

Section Name Zarpa h=0.35m **Display Color** [Color Picker]

Section Notes [Text Field] **Modify/Show...**

Type

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness

Membrane 0.35

Bending 0.35

Material

Material Name 35MPa

Material Angle 0.

Time Dependent Properties

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties

Thermal Properties...

OK **Cancel**

Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.

S Shell Section Data

Section Name: Muro e=30cm Display Color: ■

Section Notes:

Type

☒ Shell - Thin
☐ Shell - Thick
☐ Plate - Thin
☐ Plate Thick
☐ Membrane
☐ Shell - Layered/Nonlinear

Thickness

Membrane: 0.3
Bending: 0.3

Material

Material Name: + 35MPa
Material Angle: 0.

Time Dependent Properties

Concrete Shell Section Design Parameters

Stiffness Modifiers

Temp Dependent Properties

Figura 7: Sección transversal vastago de muro.

S Circle Section

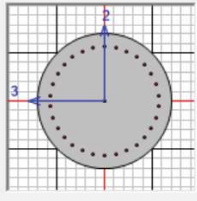
Section Name: Caisson 1.2m 0.5% Display Color: ■

Section Notes:

Dimensions

Diameter (t3): 1.2

Section



Material

+ 28Mpa sin peso

Property Modifiers

Properties

Figura 8: Sección transversal pilotes tipo caisson.

Rectangular Section

Section Name: VIGA 1.5x1.2 Display Color: 

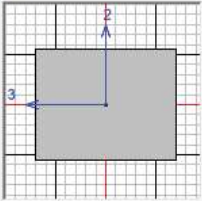
Section Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Dimensions

Depth (t3): 1200.

Width (t2): 1500.

Section



Properties

[Section Properties...](#)

[Time Dependent Properties...](#)

Material: + 35MPa

Property Modifiers: [Set Modifiers...](#)

[Concrete Reinforcement...](#)

[OK](#) [Cancel](#)

Figura 9: Sección transversal viga cim 1.50x1.20

2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO

MEMORIA CÁLCULO DE ESTABILIDAD LOCAL PARA MUROS CON PILOTES

1. PARÁMETROS DE ENTRADA

MATERIALES MURO		
y concreto	24.00	kN/m³
f _y	420.00	Mpa
f _c	35.00	Mpa
MATERIALES DEL SUELO EN CONTACTO CON EL MURO		
y suelo de relleno	18.00	kN/m³
φ' suelo de relleno	32.00	°
C suelo de relleno	0.00	kN/m²
δ (°)	0.00	Angulo de fricción entre el suelo y el muro
K _a	0.307	
K _p	3.25	
PARÁMETROS SÍSMICOS		
PGA	0.20	
K _h	0.21	
K _v	0.00	
Esprima	0.207	
B (°)	90	Angulo de inclinación de la cara interna del muro (si el muro es recto el angulo es 90°)
K _{ae}	0.449	Metodo Mononobe Okabe
SUELO CIRCUNDANTE AL PILOTE		
γ ₁ (kN/m³)	18.00	Estrato 1
φ ₁ (°)	23.00	
C ₁ (kN/m²)	9.00	
H ₁ (m)	7.50	
γ ₂ (kN/m³)	18.00	Estrato 2
φ ₂ (°)	32.00	
C ₂ (kN/m²)	23.00	
H ₂ (m)	7.50	
γ ₃ (kN/m³)	22.00	Estrato 3
φ ₃ (°)	29.00	
C ₃ (kN/m²)	56.00	
H ₃ (m)	3.00	
γ (kN/m³)	18.67	Estrato ponderado
φ (°)	27.75	
C (kN/m²)	22.67	
H _{total} (m)	18.00	
K _P	2.74	

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$K_p = \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_a) K_{ae}$$

$$K_{ae} = \text{coeficiente de presión activa de la tierra}$$

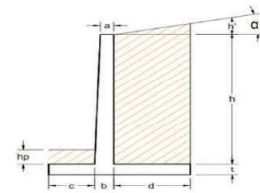
$$= \frac{\sin^2(\alpha + \beta - \theta')}{\cos \theta' \sin^2 \beta \sin(\beta - \theta' - \delta) \left[1 + \frac{\sin(\delta + \phi') \sin(\delta - \theta' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta - \theta') \sin(\alpha + \beta)} \right]}$$

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

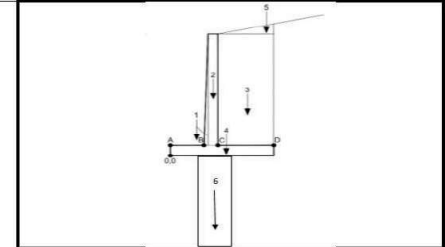
MÉTODO RANKINE PARA EMPUJE ACTIVO Y PASIVO, PARA EL COMPONENTE SÍSMICO MONONOBE - OKABE

2. ESTABILIDAD LOCAL DEL MURO

GEOMETRÍA		
h	2.65	m
h'	0.00	m
a (Vastago)	0.30	m
d (Talon)	1.60	m
c (Pié)	0.60	m
b	0.30	m
t	0.35	m
hp	0.00	m
α	0.00	°
Sobrecarga	15.00	kN/m²
Diametro pilote	1.20	m
Longitud pilote	18.00	m
Separación pilotes	3.60	
Medio perimetro superficial pilote	1.885	m



$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$



MOMENTOS GENERADOS POR PESOS DE ELEMENTOS DEL MURO O SUELO, VERTICALES				
SECCIÓN	ÁREA (m ²)	PESO (kN/m)	Xo (m)	M. RESIS. (kN-m/m)
1.00	0.00	0.00	0.30	0.00
2.00	0.80	19.08	0.75	14.31
3.00	4.24	76.32	1.70	129.74
4.00	0.88	21.00	1.25	26.25
5.00	0.00	0.00	1.97	0.00
6.00	20.36	135.72	1.25	169.65
EAV (Componente vertical empuje activo)	-	0.00	2.50	0.00
Sumatoria Fuerzas (Normal)		252.12	Sumatoria Momentos Resistentes	339.95

MOMENTOS ACTUANTES GENERADOS SEGUN CARGAS				
FUERZA	MAGNITUD (kN/m)	Xo - Yo (m)	M. ACTUANTE (kN-m/m)	M. RESIS. (kN-m/m)
Presión activa	24.89	1.00	24.89	0.00
Sobrecarga	13.63	1.50	20.74	0.00
Sismo (ΔP _{se})	11.48	2.00	22.95	0.00
Presión pasiva Pilote 1	-4342.56	12.00	0.00	52110.68
			0.00	0.00

3. FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

Estático	
M. RESIS. (kN-m/m)	52450.63
M. ACTUA. (kN-m)	45.63
FS v	1149.53
	Cumple

Pseudoestático	
M. RESIS. (kN-m/m)	52450.63
M. ACTUA. (kN-m)	68.58
FS v	764.82
	Cumple

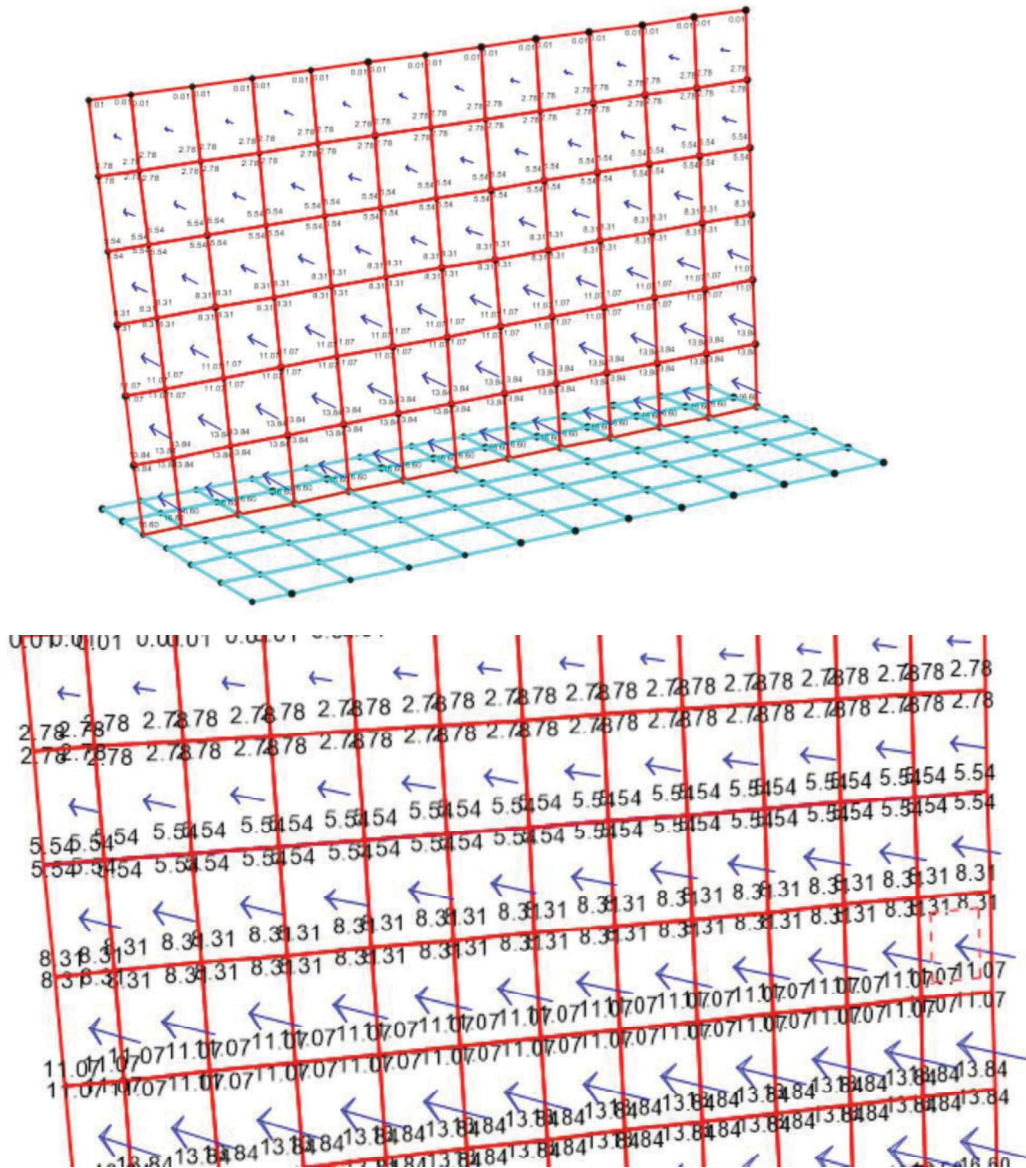
4. FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Estático	
F. RESIS. (kN/m)	4426.69
F. ACTUA. (kN/m)	38.71
FS d	114.34
	Cumple

Pseudoestático	
F. RESIS. (kN/m)	4426.69
F. ACTUA. (kN/m)	50.19
FS d	88.20
	Cumple

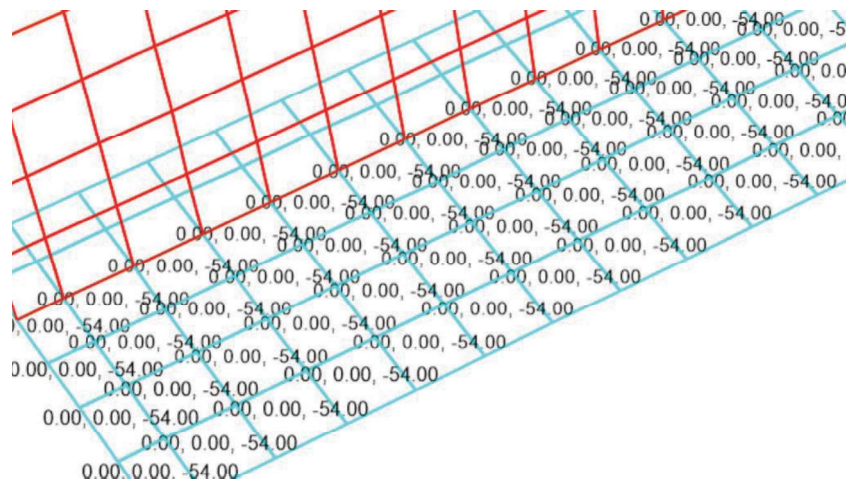
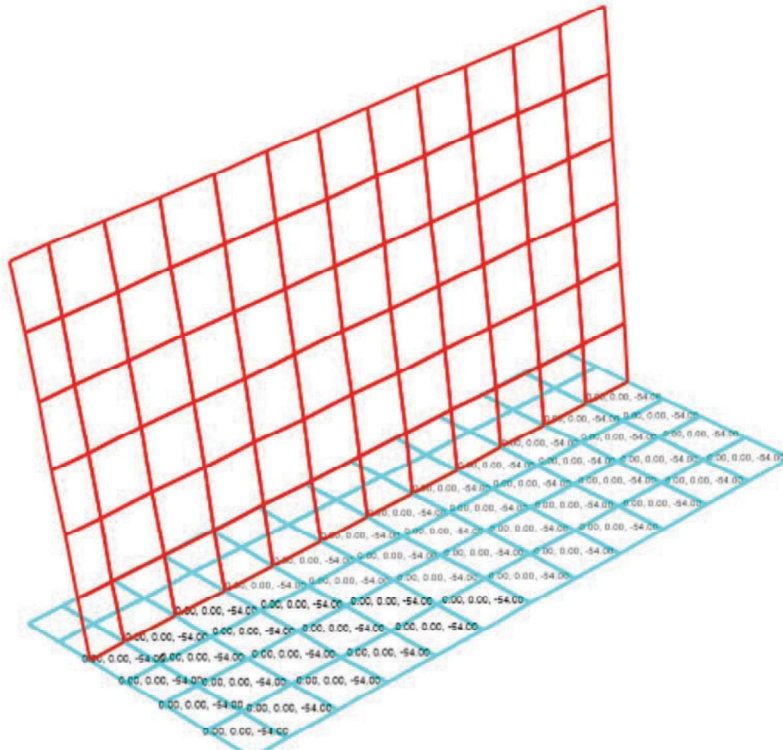
2.5. ASIGNACIÓN DE CARGAS

Se procede a asignar los empujes y pesos del suelo como lo indica el reglamento.



0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54
5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54	5.54
8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31
8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31	8.31
11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07
11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07	11.07
13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84
13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84	13.84
16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60	16.60

Figura 10: Empuje activo del relleno kN/m²



0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00
0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00
0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00
0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00	0.00, 0.00, -54.00

54.0000, 0.00, -54.0000, 0.00, -54.0000, 0.00, -54.0000,
54.0000, 0.00, -54.0000, 0.00, -54.0000, 0.00, -54.0000,

Figura 11: Peso del relleno sobre zarpa de muro [kN/m²]

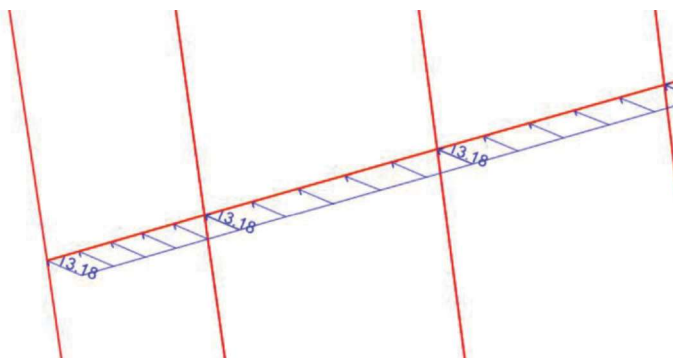
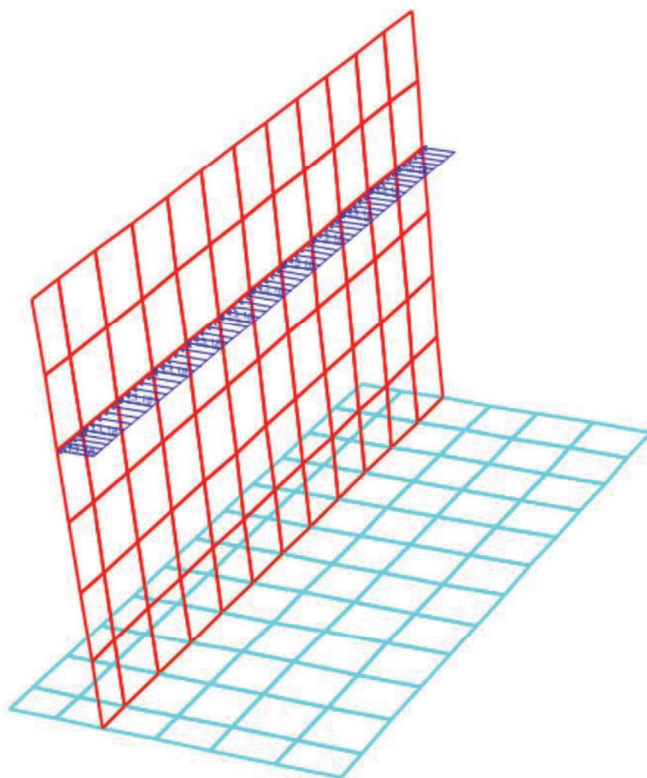


Figura 12: Empuje por componente dinámico. 13.18 kN/m²

phi (°)	32
phi(radianes)	0.56
ka	0.31
Y [kN/m3]	18
h [m]	3

Empuje en la base [kN/m2]	16.59
Empuje en la cabeza [kN/m2]	0.00

Ecuaciones para el SAP	CZ+D	Z1 [m]	15				
		Z2 [m]	18				
Ecuación 1	D=	16.59	-	15	C		
Ecuación 2	D=	0.00	-	18	C		
Ecuación 3		-18	C	=	16.59	-	15
	C=	-5.53					
	D=	99.5518					

Empuje de sobrecarga	0	kN/m2
	0.00	kN/m2

Carga sismica	
Kae	0.47
kv	0
Δead [kN/m]	13.18
Brazo	2.00

Figura 13: Cargas asignadas en modelo estructural

Una vez asignadas las cargas se proceden a definir las combinaciones de carga por esfuerzos admisibles y cargas ultimas.

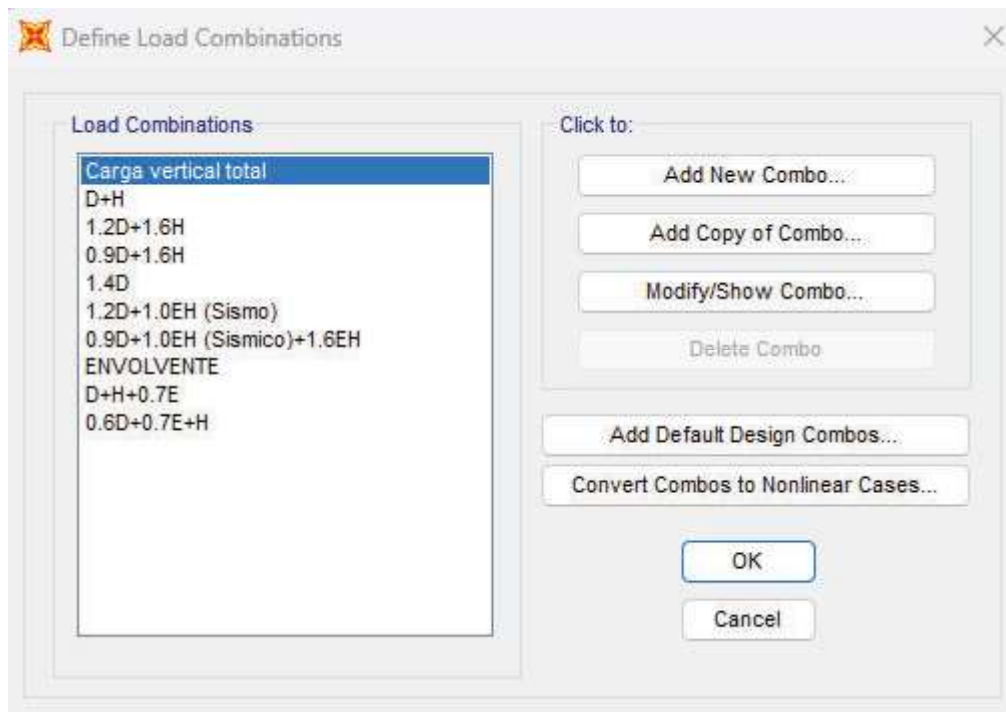


Figura 14: Combinaciones de carga.

2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE

De acuerdo con las características proporcionadas por el ingeniero geotecnista se verifica que los pilotes no superen la deformación máxima en la cabeza del pilote de 40mm.

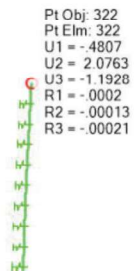


Figura 15: Deformación en pilote por combinación D+H

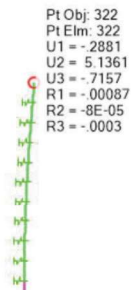


Figura 16: Deformación en pilote por combinación 0.6D+H+0.7E

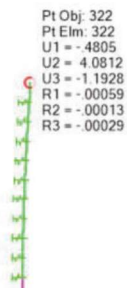


Figura 17: Deformación en pilote por combinación D+H+0.7E.

Las deformaciones de los pilotes se encuentran dentro de los rangos admisibles para las combinaciones de esfuerzo admisible señaladas en la NSR-10.

1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO

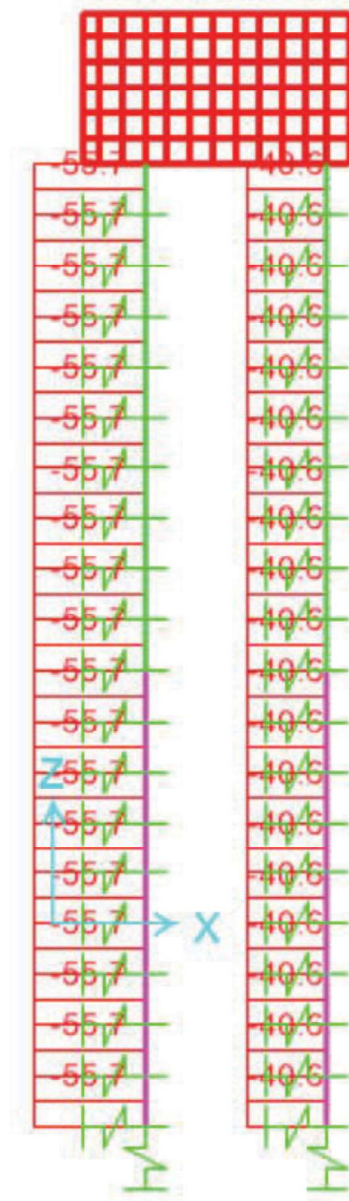


Figura 18: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf]

2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO

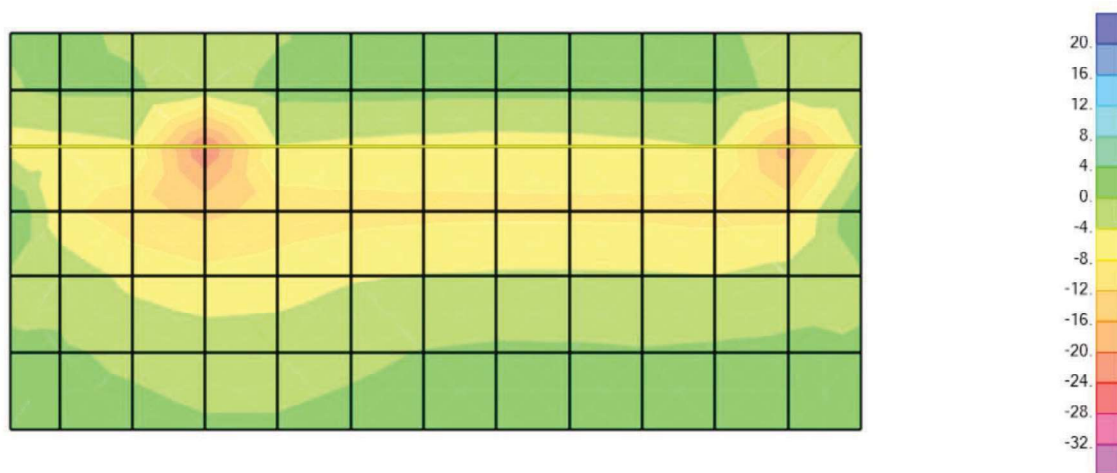


Figura 19: Momento M11 kN*m/m

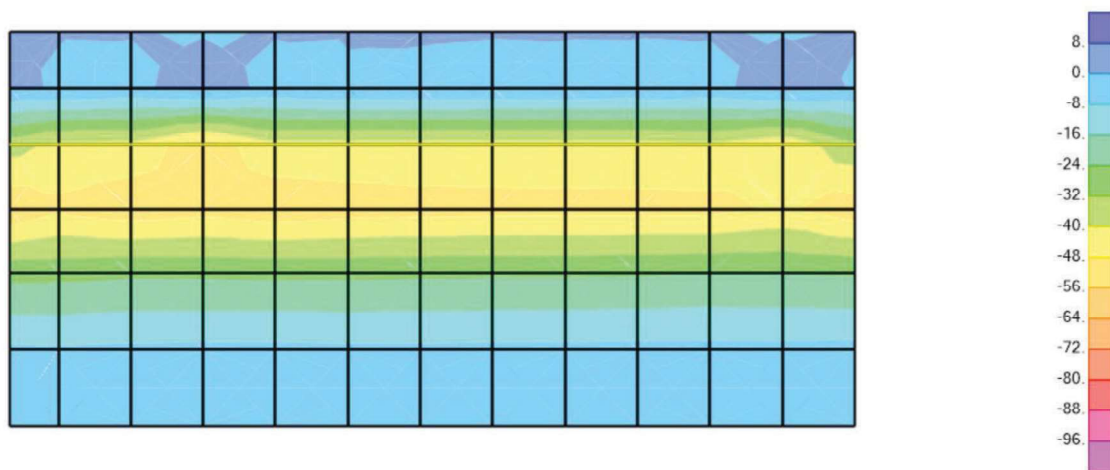


Figura 20: Momento M22 kN*m/m

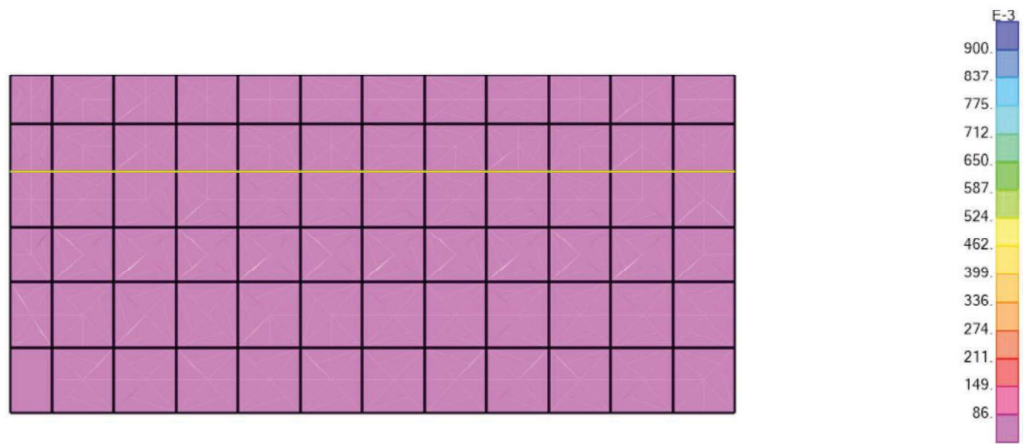


Figura 21: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#4 c/.15m

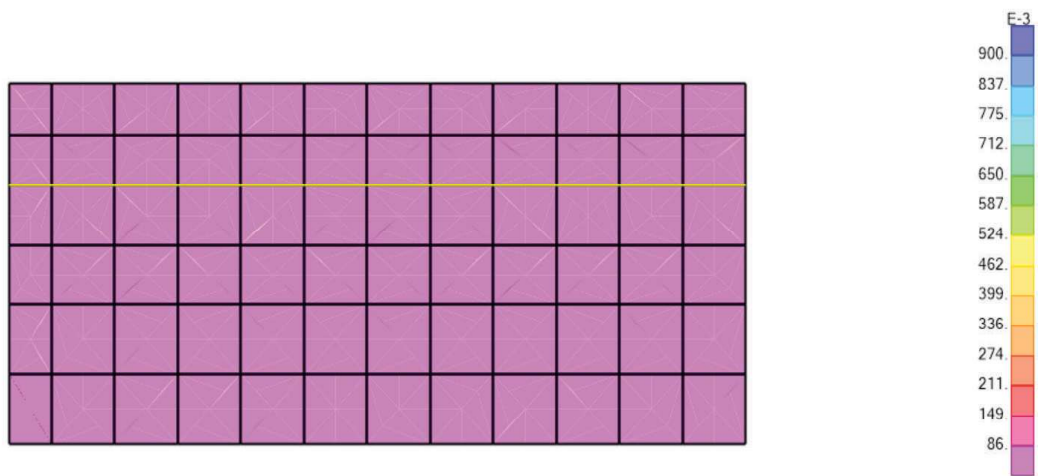


Figura 22: Chequeo de acero Ast1 top. 1#4 c/.15m

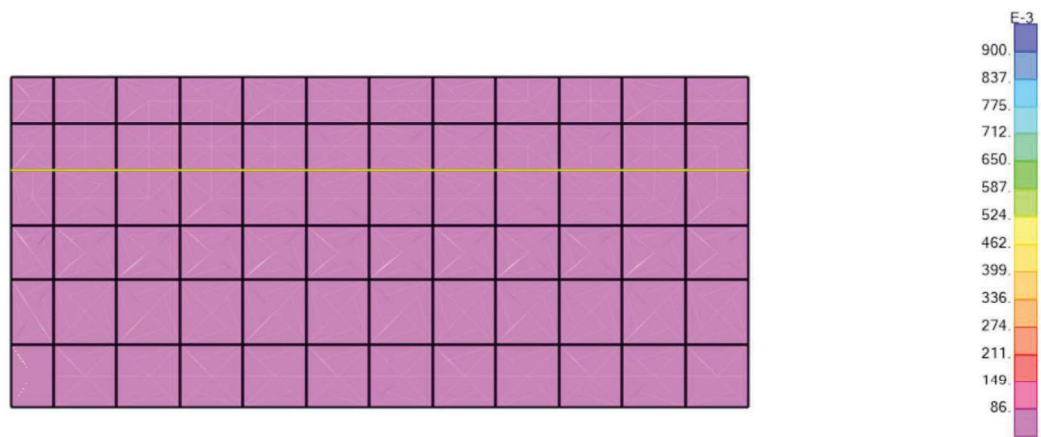


Figura 23: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#4 c/.15m

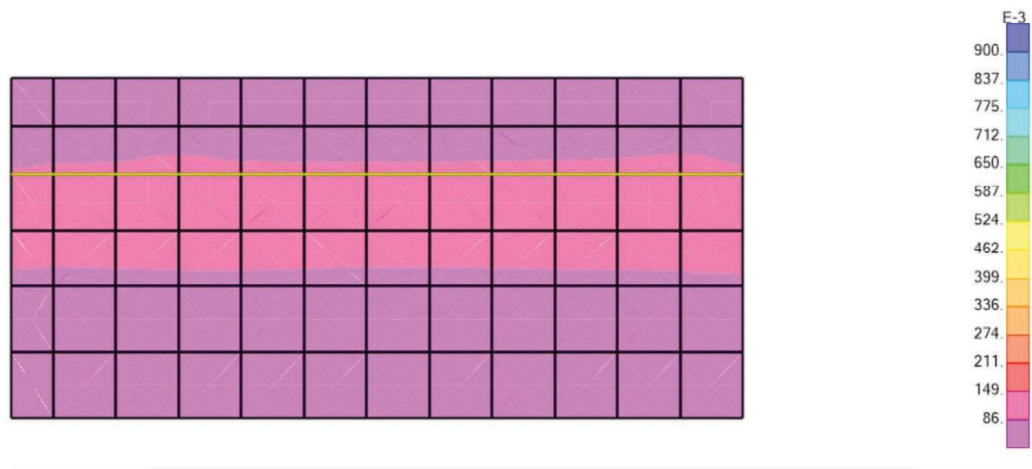


Figura 24: Chequeo de acero Ast2 top. 1#4 c/.15m

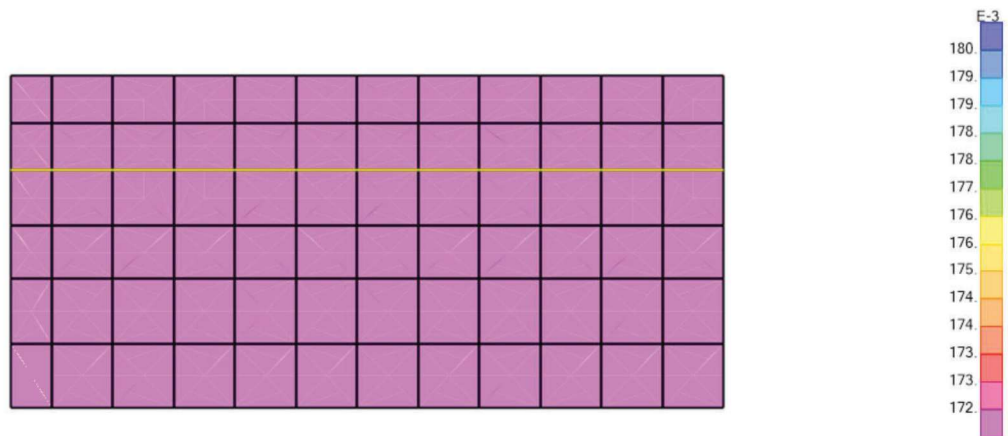


Figura 25: Acero adicional superior en sector del caisson Ast2 top. 1#4 c/0.075 m

$$\varphi Mn = \varphi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$As = \frac{129 * 1000}{150} = 860 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\varphi Mn = \varphi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$\varphi Mn = 0.9 * 860 * 420 * \left(268.65 - \frac{860 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 85.36 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 20 y 21 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del cabezal el cortante resistente es:

$$\varphi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 268.65 * \frac{1}{1000} = 202.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

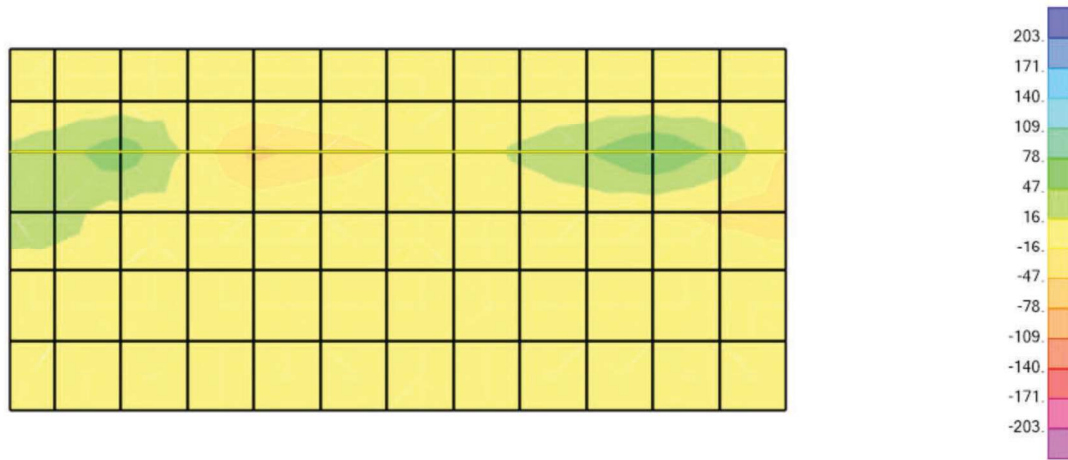


Figura 26: Cortante 1-3

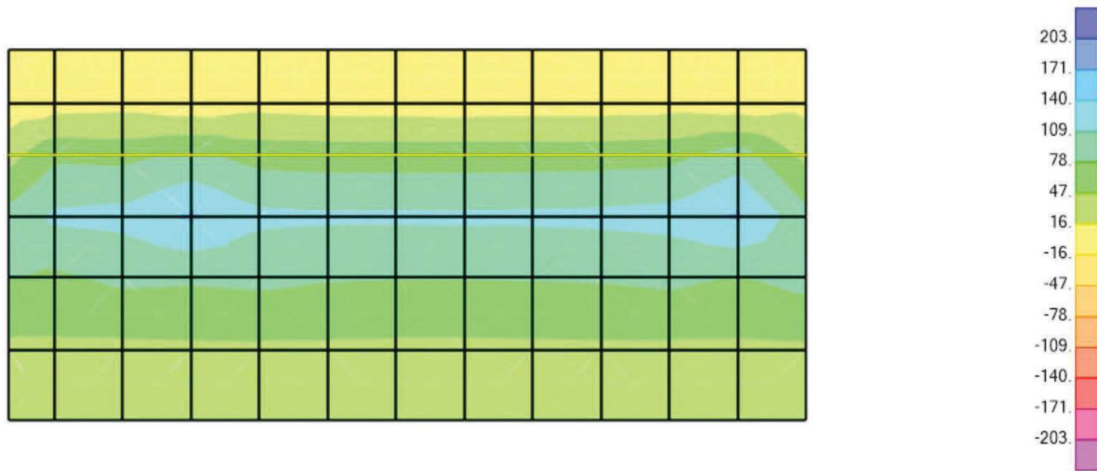


Figura 27: Cortante 2-3

Las verificaciones de cortante son correctas.

2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO

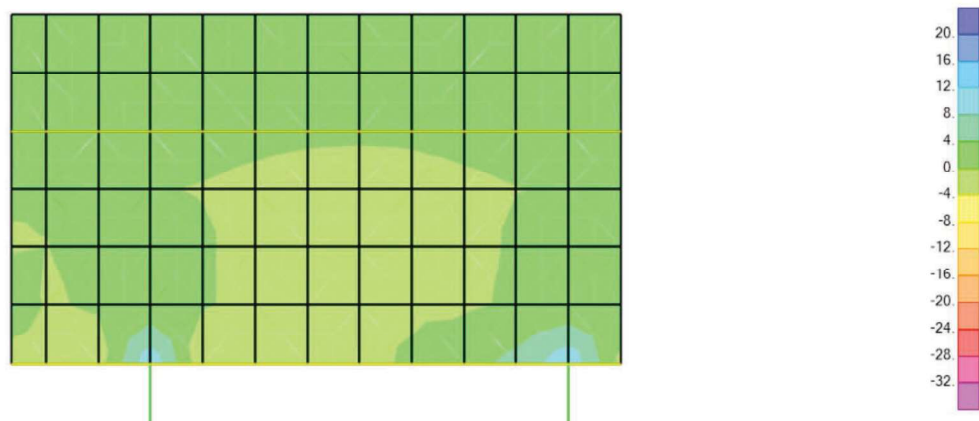


Figura 28: Momento M11 kN*m/m

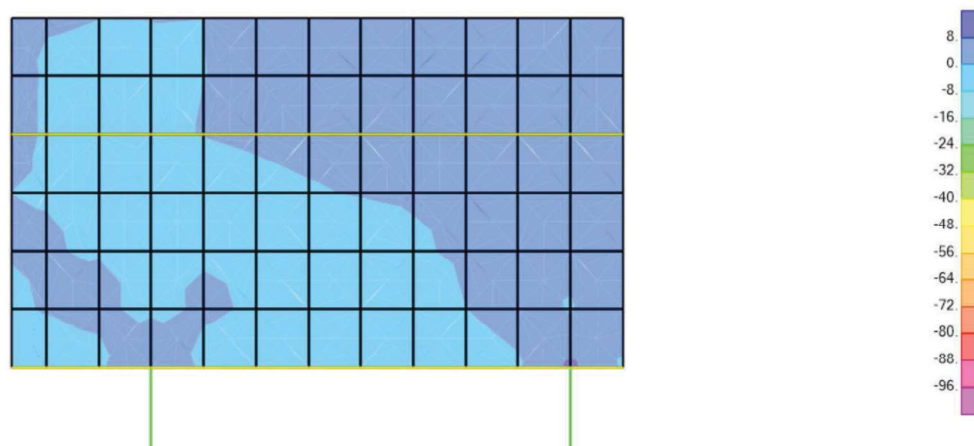


Figura 29: Momento M22 kN*m/m

Considerando las cuantías mínimas establecidas en C.23.C.7.12.2.1 se calcula la cuantía mínima del muro de contención.

$$\delta = 0.003 * 100 * 30 = 9.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Proporcionados en dos caras de muro se obtienen 4.50 cm²/m por cada cara. En acero de campo 1#5 cada 15cm.

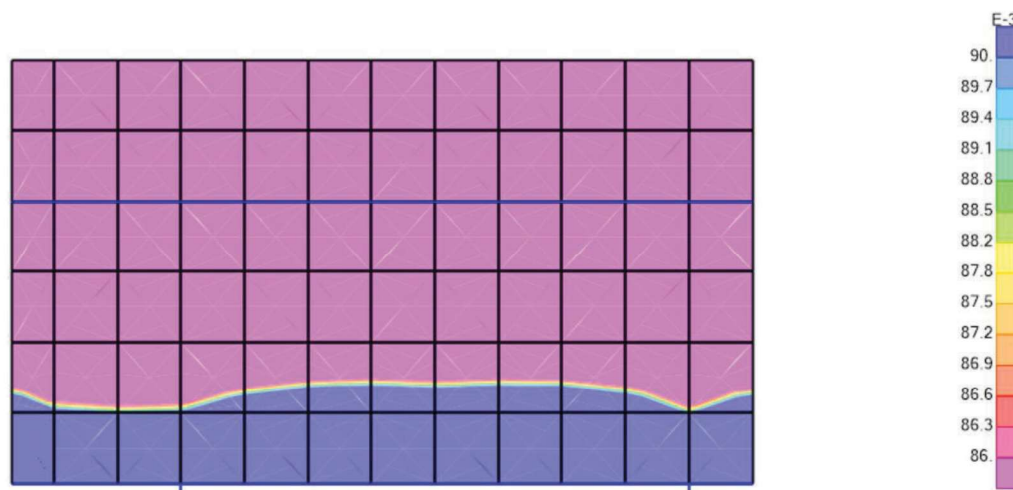


Figura 30: Acero cara top Ast2 1#4 c/.15

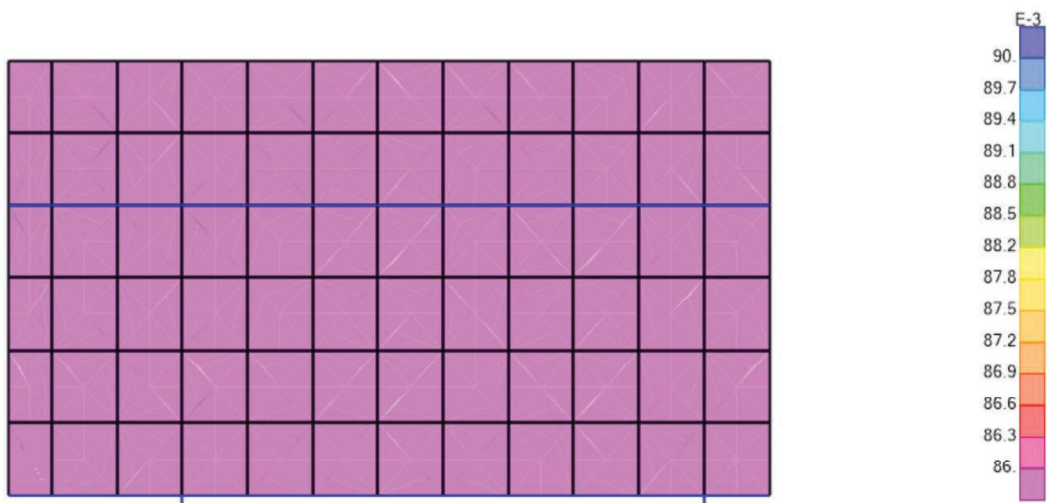


Figura 31: Acero cara bottom Ast2 1#4 c/.15

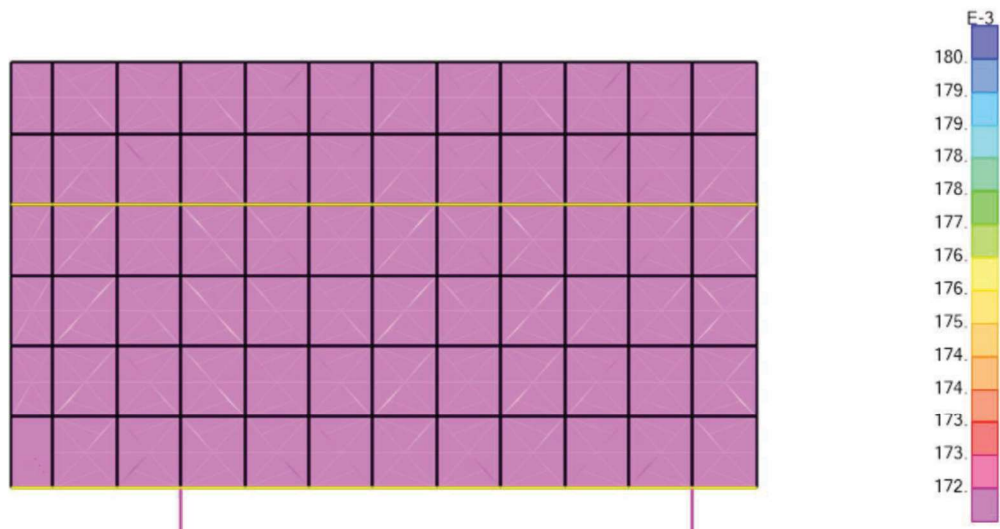


Figura 32: Acero adicional cara top. 1#4 c/.075

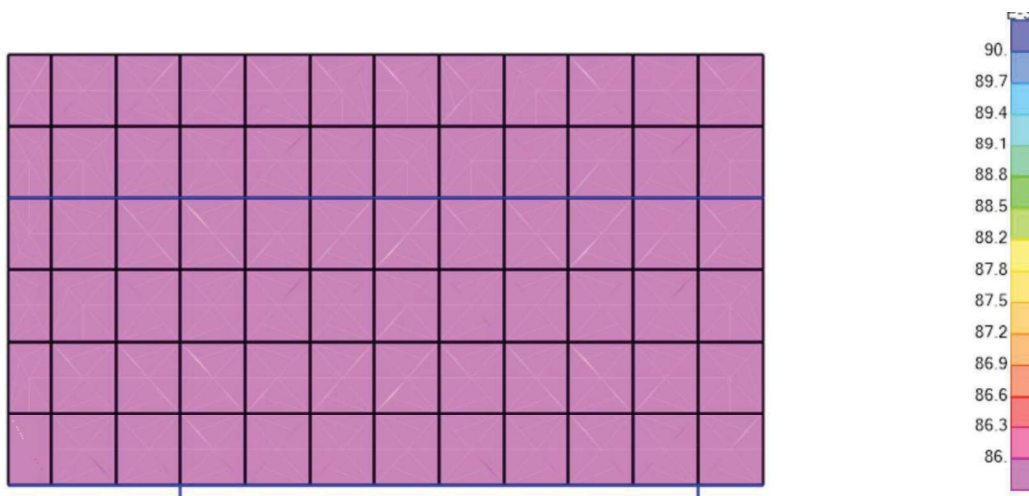


Figura 33: Acero cara top Ast1 1#4 c/.15

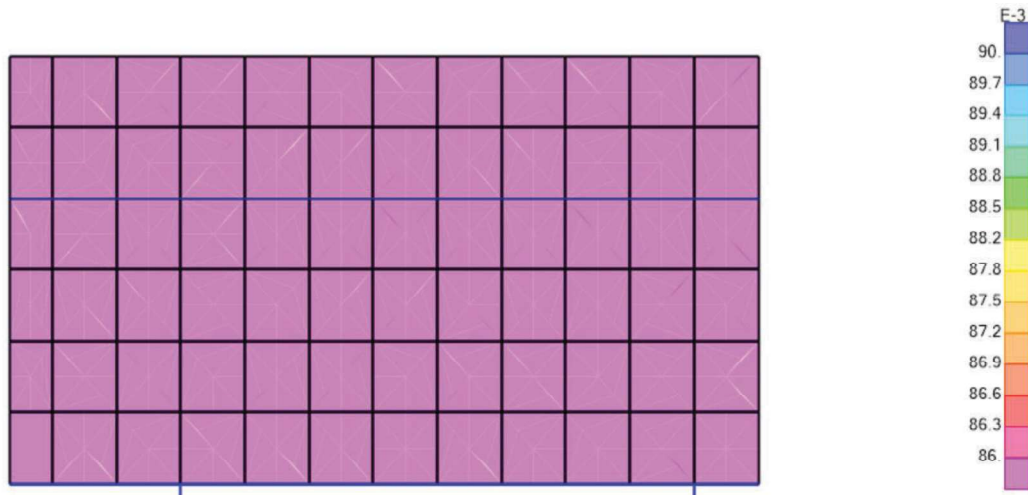


Figura 34: Acero cara bottom Ast1 1#4 c/.15

$$\phi Mn = \phi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * bef * 2} \right)$$

$$As = \frac{129 * 1000}{150} = 860 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\phi Mn = \phi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * bef * 2} \right)$$

$$\phi Mn = 0.9 * 860 * 420 * \left(253.65 - \frac{860 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 80.48 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 29 y 30 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del muro el cortante resistente es:

$$\phi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 253.65 * \frac{1}{1000} = 191.33 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Figura 35: Chequeo de cortante 1-3.

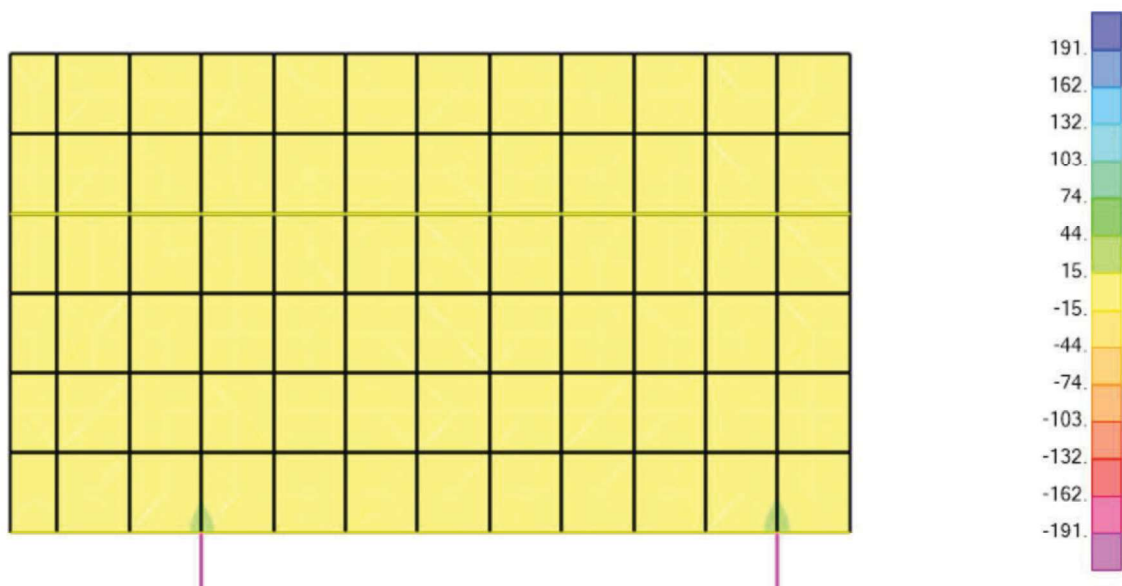


Figura 36: Chequeo de cortante 2-3

Los cortantes cumplen con lo establecido

2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☐ Rectangular

☒ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0.09

Number of Longitudinal Bars 22

Longitudinal Bar Size + #6

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.1

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

Figura 37: Refuerzo de caissons.

Design Load Combinations Selection

Load Combinations for Design

Select Type of Design Load Combination

Load Combination Type: Strength

Select Load Combinations

List of Load Combinations

- 0.6D+0.7E+H
- Carga vertical total
- D+H
- D+H+0.7E
- ENVOLVENTE

Add ->

<- Remove

Show...

Design Load Combinations

- 0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6E
- 0.9D+1.6H
- 1.2D+1.0EH (Sismo)
- 1.2D+1.6H
- 1.4D

Automatic Design Load Combinations

☐ Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations

Set Automatic Design Load Combination Data...

OK Cancel

Figura 38: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.

ACI 318-14 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Summary)

Element : 26 D=1.2 dc=0.111
 Section ID : Caisson 1.2m 0.5% E=24870060. fc=28000. Lt.Wt. Fac.=1.
 Combo ID : 0.9D+1.0EH (Sismo)L=1. Fy=413685.473 fys=413685.473
 Station Loc : 1. RLLF=1.

Phi(Compression-Spiral): 0.75
 Phi(Compression-Tied): 0.65
 Phi(Tension Controlled): 0.9
 Phi(Shear): 0.75
 Phi(Seismic Shear): 0.6
 Phi(Joint Shear): 0.85

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3

Capacity Ratio	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
O/S #14	358.354	-394.453	-26.956	18.362	18.362

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS

	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	0.938	1.	1.	1.	1.
Minor Bending(M2)	0.998	1.	1.	1.	1.

SHEAR DESIGN FOR V2,V3

	Rebar Av/s	Shear Vu	Shear phi*Vc	Shear phi*Vs	Shear Vp
Major Shear(V2)	0.	4.982	762.515	0.	0.
Minor Shear(V3)	0.	1.832	762.515	0.	0.

JOINT SHEAR DESIGN

	Joint Shear Ratio	Shear VuTop	Shear VuTot	Shear phi*Vc	Joint Area
Major Shear(V2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear(V3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Figura 39: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%



Figura 40: Verificaciones de ratios de caissons

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA
ULTIMA TRAMO 3**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	126.47	142.63
2	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	126.47	67.93
2	1	1.4D	Combination	-764.66	3.6E-10	348.62
2	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	41.81	212.1
2	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	168.28	-18.79
2	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	108.31	-8.91
3	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	115.7	26.94
3	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	114.34	-46.41
3	1	1.4D	Combination	-764.66	6.34	342.28
3	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	41.24	170.86
3	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	150.15	-168.93
3	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	96.7	-105.6
4	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	97.31	-70.37
4	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	93.96	-140.37
4	1	1.4D	Combination	-764.66	15.63	326.65
4	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	39.56	131.3
4	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	120.13	-289.06
4	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	77.46	-183.06
5	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	74.66	-145.04
5	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	69.24	-209.61
5	1	1.4D	Combination	-764.66	25.32	301.33
5	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	36.66	94.63
5	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	84.19	-373.25
5	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	54.42	-237.48
6	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	53.21	-198.25
6	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	46.17	-255.77
6	1	1.4D	Combination	-764.66	32.88	268.45
6	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	33.14	61.49
6	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	51.13	-424.38
6	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	33.21	-270.69
7	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	34.24	-232.49
7	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	26.09	-281.86
7	1	1.4D	Combination	-764.66	38.06	230.39
7	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	29.33	32.16
7	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	22.79	-447.17
7	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	15.02	-285.71
8	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	18.67	-251.16
8	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	9.89	-291.75
8	1	1.4D	Combination	-764.66	40.97	189.42
8	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	25.56	6.6
8	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	0.33	-447.51
8	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	0.59	-286.3

9	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-2.48	-248.68
9	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-11.63	-280.12
9	1	1.4D	Combination	-764.66	42.69	146.73
9	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	19.38	-12.77
9	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-28.84	-418.67
9	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-18.17	-268.13
10	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-22.01	-226.67
10	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-30.89	-249.23
10	1	1.4D	Combination	-764.66	41.42	105.31
10	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	12.32	-25.1
10	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-54.07	-364.59
10	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-34.42	-233.7
11	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-35.88	-190.78
11	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-43.83	-205.41
11	1	1.4D	Combination	-764.66	37.06	68.25
11	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	5.67	-30.77
11	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-69.92	-294.68
11	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-44.66	-189.04
12	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-42.76	-148.03
12	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-49.28	-156.12
12	1	1.4D	Combination	-764.66	30.46	37.79
12	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	0.28	-31.05
12	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-75.11	-219.57
12	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-48.07	-140.97
13	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-43.25	-104.78
13	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-48.15	-107.97
13	1	1.4D	Combination	-764.66	22.88	14.9
13	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-3.47	-27.58
13	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-71.24	-148.33
13	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-45.64	-95.33
14	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-39.15	-65.63
14	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-42.48	-65.49
14	1	1.4D	Combination	-764.66	15.54	-0.64
14	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-5.58	-22
14	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-61.39	-86.94
14	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-39.37	-55.96
15	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-32.63	-33
15	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-34.63	-30.86
15	1	1.4D	Combination	-764.66	9.36	-10
15	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-6.36	-15.64
15	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-49.01	-37.93
15	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-31.46	-24.5
16	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-25.71	-7.29
16	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-26.75	-4.11
16	1	1.4D	Combination	-764.66	4.83	-14.83
16	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-6.21	-9.43

16	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-37.1	-0.83
16	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-23.83	-0.67
17	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-11.22	3.93
17	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-10.8	6.69
17	1	1.4D	Combination	-764.66	-1.98	-12.85
17	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-4.65	-4.78
17	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	-13.75	12.92
17	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	-8.87	8.2
18	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	-1.93	5.86
18	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	-0.9	7.59
18	1	1.4D	Combination	-764.66	-4.77	-8.08
18	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-2.89	-1.89
18	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	0.29	12.63
18	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	0.14	8.06
19	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	2.66	3.19
19	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	3.71	3.88
19	1	1.4D	Combination	-764.66	-4.89	-3.19
19	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-1.43	-0.46
19	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	6.47	6.16
19	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	4.12	3.94
20	1	1.2D+1.6H	Combination	-655.43	3.19	-1.137E-14
20	1	0.9D+1.6H	Combination	-491.58	3.88	-1.137E-14
20	1	1.4D	Combination	-764.66	-3.19	0
20	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-655.43	-0.46	0
20	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-491.58	6.16	-1.137E-14
20	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-327.72	3.94	-7.105E-15
21	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	82.86	27.55
21	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	82.86	-44.99
21	1	1.4D	Combination	-557.46	-1.744E-10	338.54
21	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	27.39	169.31
21	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	110.25	-165.86
21	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	70.96	-103.66
22	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	74.6	-47.05
22	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	73.28	-118.27
22	1	1.4D	Combination	-557.46	6.16	332.39
22	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	27.57	141.74
22	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	95.58	-261.44
22	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	61.57	-165.23
23	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	60.8	-107.85
23	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	57.55	-175.82
23	1	1.4D	Combination	-557.46	15.18	317.21
23	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	27.28	114.46
23	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	71.82	-333.26
23	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	46.36	-211.6
24	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	44.13	-151.98

24	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	38.86	-214.68
24	1	1.4D	Combination	-557.46	24.59	292.61
24	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	26.23	88.23
24	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	44.01	-377.27
24	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	28.55	-240.15
25	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	28.65	-180.63
25	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	21.81	-236.49
25	1	1.4D	Combination	-557.46	31.93	260.69
25	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	24.58	63.65
25	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	19.02	-396.28
25	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	12.53	-252.68
26	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	15.24	-195.87
26	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	7.32	-243.81
26	1	1.4D	Combination	-557.46	36.96	223.73
26	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	22.53	41.12
26	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	-1.83	-394.45
26	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-0.84	-251.84
27	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	4.49	-200.36
27	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-4.04	-239.78
27	1	1.4D	Combination	-557.46	39.78	183.94
27	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	20.31	20.81
27	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	-17.83	-376.63
27	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-11.11	-240.73
28	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-9.7	-190.66
28	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-18.58	-221.2
28	1	1.4D	Combination	-557.46	41.45	142.49
28	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	16.41	4.4
28	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	-37.7	-338.93
28	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-23.89	-216.84
29	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-22.25	-168.41
29	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-30.87	-190.32
29	1	1.4D	Combination	-557.46	40.23	102.26
29	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	11.68	-7.28
29	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	-53.67	-285.26
29	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-34.18	-182.67
30	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-30.52	-137.9
30	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-38.23	-152.1
30	1	1.4D	Combination	-557.46	35.99	66.28
30	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	6.94	-14.22
30	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	-62.13	-223.12
30	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-39.66	-143
31	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-33.77	-104.13
31	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-40.11	-111.99
31	1	1.4D	Combination	-557.46	29.58	36.7
31	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	2.83	-17.05
31	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-358.35	-62.63	-160.5

31	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-40.04	-102.97
32	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-32.66	-71.46
32	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-37.42	-74.57
32	1	1.4D	Combination	-557.46	22.22	14.47
32	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-0.28	-16.77
32	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	-56.75	-103.75
32	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-36.32	-66.64
33	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-28.59	-42.88
33	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-31.82	-42.74
33	1	1.4D	Combination	-557.46	15.1	-0.62
33	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-2.31	-14.47
33	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	-47.07	-56.68
33	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-30.16	-36.49
34	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-23.15	-19.73
34	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-25.09	-17.65
34	1	1.4D	Combination	-557.46	9.09	-9.71
34	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-3.35	-11.12
34	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	-36.23	-20.45
34	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-23.24	-13.25
35	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-17.76	-1.97
35	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-18.76	1.11
35	1	1.4D	Combination	-557.46	4.69	-14.4
35	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-3.65	-7.47
35	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	-26.44	5.99
35	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-16.97	3.72
36	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-6.98	5
36	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	-6.57	7.68
36	1	1.4D	Combination	-557.46	-1.92	-12.48
36	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-3.22	-4.25
36	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	-8.14	14.12
36	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	-5.25	8.98
37	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	-0.36	5.37
37	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	0.63	7.05
37	1	1.4D	Combination	-557.46	-4.63	-7.85
37	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-2.31	-1.94
37	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	2.29	11.84
37	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	1.43	7.55
38	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	2.67	2.7
38	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	3.69	3.36
38	1	1.4D	Combination	-557.46	-4.75	-3.1
38	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-1.36	-0.58
38	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	6.39	5.44
38	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	4.07	3.47
39	1	1.2D+1.6H	Combination	-477.81	2.7	6.04E-15
39	1	0.9D+1.6H	Combination	-358.36	3.36	7.372E-15
39	1	1.4D	Combination	-557.46	-3.1	-6.217E-15

39	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-477.82	-0.58	-5.329E-15
39	1	0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6EH	Combination	-358.35	5.44	7.372E-15
39	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-238.9	3.47	4.441E-15

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA DE
SERVICIO TRAMO 2**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	D+H	Combination	-546.19	79.04	151.4
3	1	D+H	Combination	-546.19	73.44	77.96
4	1	D+H	Combination	-546.19	63.61	14.35
5	1	D+H	Combination	-546.19	51.19	-36.84
6	1	D+H	Combination	-546.19	39.13	-75.97
7	1	D+H	Combination	-546.19	28.2	-104.17
8	1	D+H	Combination	-546.19	18.99	-123.15
9	1	D+H	Combination	-546.19	6.07	-129.22
10	1	D+H	Combination	-546.19	-6.36	-122.86
11	1	D+H	Combination	-546.19	-15.81	-107.05
12	1	D+H	Combination	-546.19	-21.28	-85.77
13	1	D+H	Combination	-546.19	-22.95	-62.82
14	1	D+H	Combination	-546.19	-21.69	-41.13
15	1	D+H	Combination	-546.19	-18.72	-22.41
16	1	D+H	Combination	-546.19	-15.21	-7.21
17	1	D+H	Combination	-546.19	-7.37	0.16
18	1	D+H	Combination	-546.19	-2.05	2.22
19	1	D+H	Combination	-546.19	0.79	1.43
20	1	D+H	Combination	-546.19	1.43	-7.105E-15
21	1	D+H	Combination	-398.18	51.79	77.68
22	1	D+H	Combination	-398.18	47.73	29.95
23	1	D+H	Combination	-398.18	40.71	-10.76
24	1	D+H	Combination	-398.18	31.97	-42.74
25	1	D+H	Combination	-398.18	23.61	-66.34
26	1	D+H	Combination	-398.18	16.13	-82.47
27	1	D+H	Combination	-398.18	9.91	-92.38
28	1	D+H	Combination	-398.18	1.34	-93.72
29	1	D+H	Combination	-398.18	-6.72	-87
30	1	D+H	Combination	-398.18	-12.65	-74.35
31	1	D+H	Combination	-398.18	-15.82	-58.53
32	1	D+H	Combination	-398.18	-16.45	-42.08
33	1	D+H	Combination	-398.18	-15.17	-26.91
34	1	D+H	Combination	-398.18	-12.84	-14.07
35	1	D+H	Combination	-398.18	-10.26	-3.81
36	1	D+H	Combination	-398.18	-4.71	0.9
37	1	D+H	Combination	-398.18	-1.05	1.95
38	1	D+H	Combination	-398.18	0.82	1.13
39	1	D+H	Combination	-398.18	1.13	2.665E-15

Miguel Antonio Peralta Hernández
Ingeniero civil (UIS)
Especialista en estructuras (UIS)
Magíster en Ingeniería estructural (UIS)

Bucaramanga, 28 de abril de 2026

CE-MP-CE26-006

Señores
CONSORCIO TURÍSTICO 25
Ing. Carlos Gómez Osorio
Director(a) de Interventoría

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA PUBLICA CO1.PCCNTR.7109719, CUYO OBJETO ES: CONSTRUCCIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA Y NÁUTICA PARA EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

ASUNTO: COMENTARIOS REVISIÓN DISEÑO ESTRUCTURAL DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO SECTOR PTAR

De conformidad con su solicitud, el presente informe expone los comentarios pertinentes al diseño mencionado en el asunto, con base en la revisión del archivo denominado “**INSUT_MURO PTAR_REV1.pdf**”, el cual contiene veinte (3) planos estructurales debidamente rotulados, en los que figura como diseñador el ingeniero Tomás Enrique Gómez Suárez, con matrícula profesional 68202-091503 STD.

Adicionalmente, se revisó la memoria de cálculo titulada “**MEMORIAS DE CÁLCULO MUROS DE CONTENCIÓN PTAR_REV1**”, igualmente rotulada por el mismo diseñador, documentos que fueron remitidos vía correo electrónico.

Una vez efectuada la revisión detallada y el cotejo entre los planos estructurales y las memorias de cálculo correspondientes al diseño del muro de contención del sector PTAR, se observa que existe coherencia general entre los documentos en lo relacionado con la geometría del sistema, los criterios de modelación estructural, las hipótesis de carga y las verificaciones de resistencia y deformación de los elementos que conforman la estructura.

El modelo estructural presentado en las memorias, basado en la utilización de elementos tipo *shell* para el vástago y la zarpa, y elementos tipo *frame* para los pilotes tipo *caisson* y la viga de cimentación, se considera adecuado para representar el comportamiento del sistema. De igual manera, las combinaciones de carga empleadas, incluyendo la consideración de efectos sísmicos, así como los chequeos de capacidad a flexión y cortante en los distintos elementos, se desarrollan conforme a los lineamientos de la normativa vigente, evidenciando que, bajo las condiciones adoptadas en el diseño, los elementos estructurales cumplen con los requisitos de resistencia.

Por su parte, los planos estructurales presentan un nivel de detalle suficiente para la ejecución de la obra, incluyendo la disposición del refuerzo, las juntas de construcción, los recubrimientos, así como la incorporación de un sistema de drenaje compuesto por material

Miguel Antonio Peralta Hernández

Ingeniero civil (UIS)

Especialista en estructuras (UIS)

Magíster en Ingeniería estructural (UIS)

granular, geotextil y lloraderos, elementos que resultan fundamentales para el adecuado funcionamiento del muro al permitir el control de presiones hidrostáticas detrás del mismo.

No obstante lo anterior, se identifica que el diseño se encuentra condicionado de manera importante a los parámetros y supuestos geotécnicos adoptados. En los documentos revisados se indica que aspectos críticos como el nivel de desplante de los caissons, la validación de las condiciones del terreno de cimentación, la disposición final de los elementos de soporte y las características del material de relleno deben ser verificados directamente en campo. Esta condición es técnicamente válida, pero implica que el comportamiento real de la estructura dependerá de la correspondencia entre las condiciones asumidas en el diseño y las efectivamente encontradas durante la construcción.

En este sentido, cobra especial relevancia el control y seguimiento geotécnico durante la etapa constructiva, particularmente en las actividades de excavación, conformación de la cimentación y ejecución de los pilotes. Se considera indispensable que dichas actividades se realicen con el acompañamiento permanente del ingeniero geotecnista, quien deberá verificar la estratigrafía expuesta, las condiciones de resistencia del suelo, la presencia de niveles freáticos o cualquier variación respecto a lo previsto en el diseño. Asimismo, el especialista deberá validar el nivel de desplante definitivo de los elementos de cimentación y emitir, en caso de ser necesario, las recomendaciones técnicas correspondientes para ajustar el proceso constructivo o el diseño a las condiciones reales del terreno.

Adicionalmente, durante la colocación de rellenos, deberá garantizarse que los materiales utilizados cumplan con las especificaciones definidas en los planos y que los procesos de compactación se ejecuten conforme a los requisitos establecidos, bajo supervisión técnica adecuada, con el fin de asegurar los parámetros de densidad y resistencia considerados en el diseño.

Bajo este contexto, y considerando que el diseño estructural presenta consistencia técnica y cumplimiento normativo en sus memorias y planos, la interventoría considera que el proyecto es viable para su ejecución, siempre y cuando se garantice un estricto control geotécnico en obra y una adecuada articulación entre el diseñador estructural, el ingeniero geotecnista y el equipo constructor.

Conclusión:

Se emite concepto favorable de viabilidad para la construcción del muro de contención del sector PTAR, condicionado a que durante la ejecución de las excavaciones y las obras de cimentación se cuente con el acompañamiento permanente del ingeniero geotecnista, quien deberá validar las condiciones reales del terreno y asegurar la correspondencia con los parámetros de diseño, garantizando así la estabilidad y seguridad del sistema estructural.

Miguel Antonio Peralta Hernández

Ingeniero civil (UIS)

Especialista en estructuras (UIS)

Magíster en Ingeniería estructural (UIS)

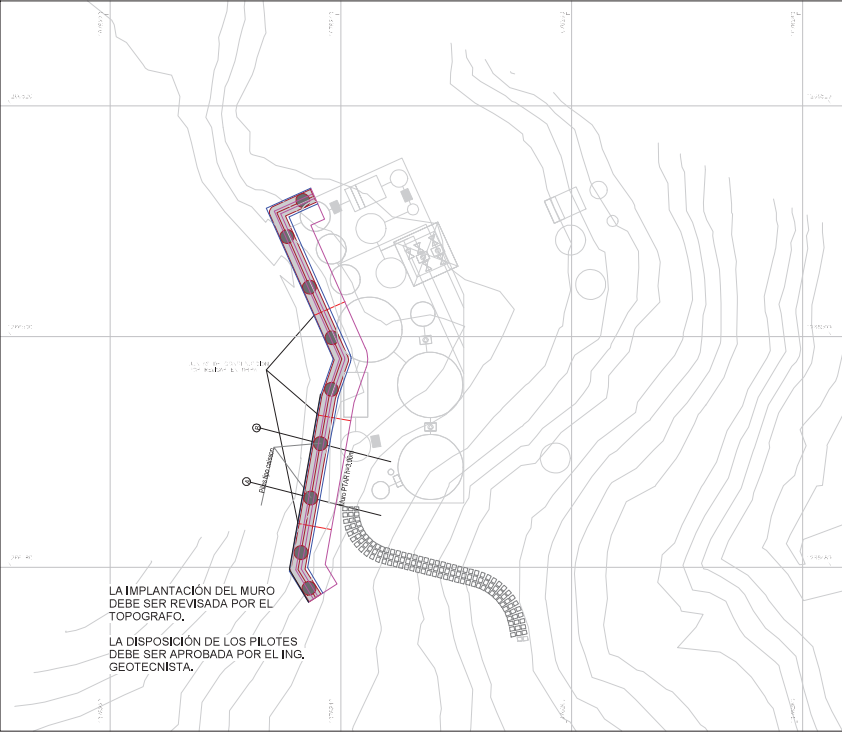
Es importante para la interventoría que el constructor informe de manera oportuna al calculista cualquier variación relacionada con la excavación frente a los especificado en el diseño estructural y el estudio geotécnico.

Agradezco la atención prestada.

Atentamente,



Ing. Miguel Antonio Peralta Hernández
Asesor de la interventoría.



CONTROLES EN EL CONCRETO TOMA DE MUESTRAS:

Las muestras para los pruebas de resistencia correspondientes a cada clase de concreto, deben estar controladas cuando menos por una pareja de cilindros tomados no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 40m³ de concreto o una vez por cada 200m² de área de forma o muro. Como mínimo debe tomarse una pareja de muestras de concreto de columnas por piso. De igual manera, como mínimo debe tomarse una pareja de muestras por cada 25 lavados de cada clase de concreto. Un ensayo de resistencia debe ser el resultado del promedio de resistencia de 2 cilindros tomados de una misma mezcla ensayados a los 28 días, o a la edad especificada en caso de que sea diferente de 28 días.

INVESTIGACION DE LOS RESULTADOS BAJO EN LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA:

Si en cualquier ensayo de resistencia (promedio de 2 cilindros) en cilindros curados en el laboratorio, resulta menor en 3.5 MPa que f_c , o si los ensayos de cilindros curados bajo condiciones de campo indican deficiencias en la protección o el curado del concreto, deben tomarse las medidas necesarias para asegurar que la capacidad de carga de la estructura no se haya comprometido. Si se confirma que la capacidad de soportar carga de la estructura se ha reducido significativamente, se puede aceptar el ensayo sobre núcleos extraídos de la zona en duda de acuerdo con la norma NTC-3035. En tal caso deben tomarse 3 núcleos por cada ensayo de resistencia que haya sido inferior en 3.5 MPa, o más a f_c .

En caso de que el concreto de la estructura vaya a estar seco durante las condiciones de servicio, los núcleos deben secarse al aire (entre 10°C y 30°C de temperatura y humedad relativa menor del 80%), durante 7 días antes del ensayo, y deben probarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los núcleos deben sumergirse en agua por los menos durante 40 horas y ensayarse húmedos.

El concreto de la zona representada por los núcleos será estructuralmente adecuado, si el promedio de los 3 núcleos resulta por lo menos igual al 80% de f_c , y si ningún núcleo presenta una resistencia menor del 70% de f_c , para comprobar la precisión del ensayo se pueden volver a tomar y ensayar núcleos en los lugares que presentaron resultados deficientes.

CURADO DEL CONCRETO:

El concreto sometido al de alta resistencia temprana, debe mantenerse a una temperatura por encima de los 10°C y húmedo para permitir su hidratación, por lo menos durante los primeros 7 días contados a partir de su vaciado.

El concreto sometido al de alta resistencia temprana, debe mantenerse a una temperatura por encima de los 10°C y húmedo para permitir su hidratación, por lo menos durante los primeros 3 días contados a partir de su vaciado.

Para acelerar el aumento de resistencia y reducir el tiempo de fraguado, puede emplearse el curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, sales y humedad, o cualquier otro proceso permitidamente aprobado. Los métodos permitidos deben proporcionar al concreto una durabilidad al menos equivalente a la esperada utilizando los métodos de curado descritos al comienzo.

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:

VRAS DE ANARRE 7.5 cm
PLACAS 7.5 cm
MURO 7.5 cm
CONTRAFUERTE 7.5 cm

CONCRETOS:

MUROS: 30 MPa
ZARPA Y CIMENTACIÓN: 35 MPa
PILOTES: 28 MPa Tipo Triente

Lista de planos			
Numero de plano	Contenido	Revisión	Modificaciones
01	Especificaciones generales Planta de localización	REV0	Entrega inicial
02	Planta de muro Muro PTAR Planta viga Muro PTAR Detalle de Muro Detalle adintelado Muro PTAR Detalle de construcción Muro PTAR Detalle de Muro y Zarpa Pilar	REV0	Entrega inicial
03	Detalle de construcción Zapata - Muro Detalle de construcción Detalle de construcción Detalle de construcción	REV0	Entrega inicial

NOTAS Y ESPECIFICACIONES:

- LOS MUROS DEBEN FUNDIRSE CON CONCRETO CON MODULO DE ELASTICIDAD 4700 "raiz(f)".
- LOS MUROS DEBEN FUNDIRSE TAL COMO SE MUESTRAN EN ESTE PLANO Y DEBEN MARCARSE LAS DILATACIONES.
- EN CASO DE CAMBIOS EN LOS NIVELES DE RELLENOS Y CORTES DEBE INFORMARSE AL CALCULISTA.
- LAS ALTURAS DE LOS MUROS DEBEN SER CORROBORADAS EN CAMPO CON EL REPLANTEO.
- ES RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR INFORMAR CUALQUIER ANOMALIA O CAMBIO EN LAS DIMENSIONES.
- LOS RECUBRIMIENTOS CONTRA EL TERRENO DEBEN SER DE MÍNIMO 7.5 CM.
- SE DEBEN REALIZAR LOS FILTROS EN EL MURO CONFORME LO INDICA EL DETALLE.
- SE ACLARA QUE EL MURO CUENTA CON UNA ALTURA TOTAL DE 6.20m CONTADOS DESDE EL NIVEL DE DESPLANTE DE LA ZARPA PERO LA ALTURA EFECTIVA DE CONTENCIÓN CON VASTAGO ES MÁXIMO DE 5 METROS CONFORME LO INDICA LA ALZADA. ES RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR VALUAR LOS NIVELES DE CONTENCIÓN EN CAMPO Y EN CASO DE PRESENTAR DIFERENCIAS INFORMAR AL CALCULISTA.

OBLIGATORIEDAD DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA (I.1.2)

Basado en el título V de la Ley 400 de 1997, en el artículo 15, se estipula que la construcción de estructuras de edificaciones cuya área construida sea mayor a 2000 metros cuadrados, debe someterse a la supervisión técnica, ejecutando estructuras que se diseñen y construyan siguiendo las recomendaciones del título V siempre y cuando sean menos de 15 unidades de vivienda.

RECOMENDACIONES GENERALES:

- LOS RELLENOS DEBEN SER APROBADOS POR EL INGENIERO GEOTECNISTA.
- LA IMPLANTACIÓN DE LOS CAISONES Y ELEMENTOS DE ESTABILIZACIÓN GLOBAL DEBEN SER VALIDADOS POR EL GEOTECNISTA.
- LOS EMPALMES DE REFUERZO DE LOS CAISONES DEBEN SER AMARRADOS EN SU TOTALIDAD CON EL FIN DE GARANTIZAR LA ESTABILIDAD DE LOS MISMOS DURANTE EL LAZAJE DE LA PARRILLA.
- LOS RECUBRIMIENTOS PRESENTADOS DEBEN SER GARANTIZADOS EN OBRA.

V. P. R. L. DE SUELOS

NOVEDAD: _____

LAT: _____



insut
Ingeniería de Supervisión Técnica e Interrelación

Carrera 27 # 37-33 Oficina 302 C.E. GreenGold
Celular: 313 320 7534 - Bucaramanga
e-mail: insutcs@gmail.com

**MUROS TOPOCORO
SECTOR PTAR**

Contenido:

Especificaciones generales
Planta de localización

Revisión del plano:

Nº	Fecha	Modificaciones
REV0	16.03.2020	Entrega inicial

Fecha de emisión:

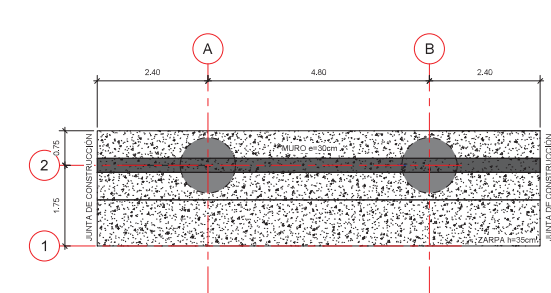
Enero de 2026

Código del plano:

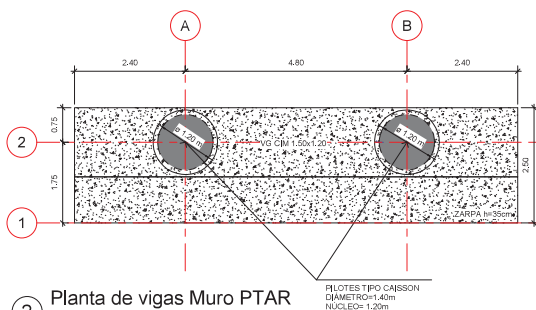
INSUT_MURO SECTOR PTAR_REV0

Plano:

01



1 Nivel zarpa Muro PTAR
1 : 50

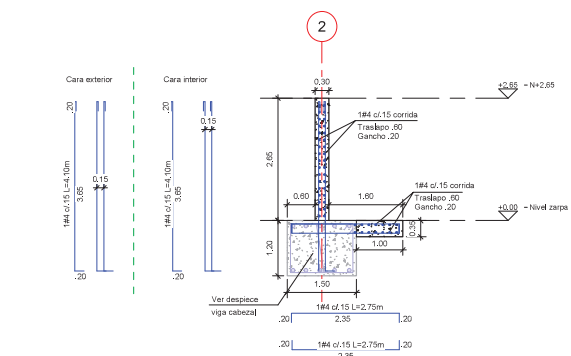


2 Planta de vigas Muro PTAR
1 : 50

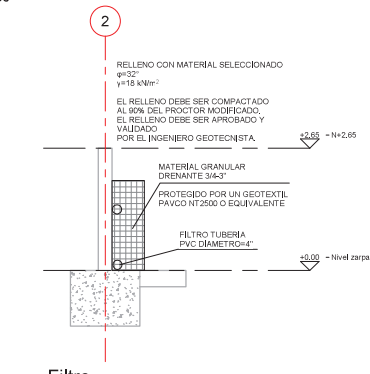
Longitudes de traspalo					
f _c =25 Mpa					
Barra	Diametro pulgadas	Diametro mm	Area (mm ²)	Traspalo	Gancho 90°
#2	1/4"	6.4	32	0.35	0.1
#3	3/8"	9.5	71	0.5	0.15
#4	1/2"	12.7	129	0.65	0.2
#5	5/8"	15.9	199	0.8	0.25
#6	3/4"	19.1	284	0.95	0.3
#7	7/8"	22.2	387	1.35	0.35
#8	1"	25.4	510	1.55	0.4
#9	1-1/8"	28.7	645	1.75	0.45
#10	1-1/4"	32.3	819	2	0.5

Longitudes de traspalo					
f _c =35 Mpa					
Barra	Diametro pulgadas	Diametro mm	Area (mm ²)	Traspalo	Gancho 90°
#2	1/4"	6.4	32	0.3	0.1
#3	3/8"	9.5	71	0.45	0.15
#4	1/2"	12.7	129	0.6	0.2
#5	5/8"	15.9	199	0.7	0.25
#6	3/4"	19.1	284	0.85	0.3
#7	7/8"	22.2	387	1.25	0.35
#8	1"	25.4	510	1.4	0.4
#9	1-1/8"	28.7	645	1.6	0.45
#10	1-1/4"	32.3	819	1.8	0.5

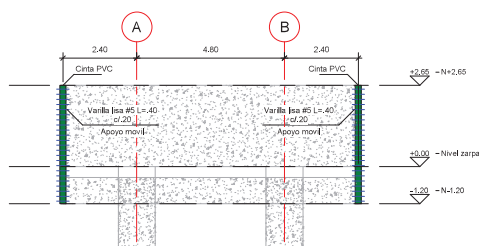
NOTA: EL NIVEL DE DESPLANTE DE LOS CAISSONS DEBE SER VALIDADO POR EL ING. GEOTECNISTA



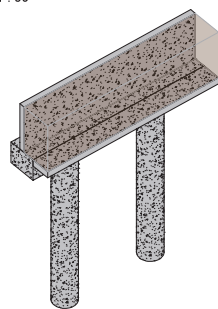
3 Despiece de muro y zarpa
1 : 50



4 Filtro
1 : 50



5 Junta de construcción muro PTAR
1 : 75



6 Isometria

insut

Ing. Andrés Vialón Arce

Carrera 27 # 37-33 Oficina 302 C.E. GreenGold

Celular: 3133225793 / Buzon: ingenieros@insut.com

e-mail: insutsignal@gmail.com

MUROS TOPOCORO

SECTOR PTAR

Diseno:

Revisión del plano:

Fecha de emisión:

Código del plano:

Contenido:

Planta de zarpa Muro PTAR

Planta de vigas Muro PTAR

Tabla de traspalos

Refuerzo adicional Muro PTAR

Junta de construcción Muro PTAR

Despiece de Muro y Zarpa

Filtro

www.insut.com.co

Revisión del plano:

Fecha:

Modificaciones:

1º

2º

3º

4º

5º

6º

7º

8º

9º

10º

11º

12º

13º

14º

15º

16º

17º

18º

19º

20º

21º

22º

23º

24º

25º

26º

27º

28º

29º

30º

31º

32º

33º

34º

35º

36º

37º

38º

39º

40º

41º

42º

43º

44º

45º

46º

47º

48º

49º

50º

51º

52º

53º

54º

55º

56º

57º

58º

59º

60º

61º

62º

63º

64º

65º

66º

67º

68º

69º

70º

71º

72º

73º

74º

75º

76º

77º

78º

79º

80º

81º

82º

83º

84º

85º

86º

87º

88º

89º

90º

91º

92º

93º

94º

95º

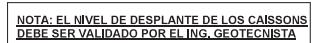
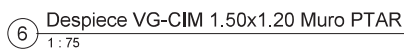
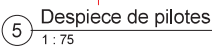
96º

97º

98º

99º

100º



V. B. ING. DE SUELOS

NOMBRE _____

NAT. _____

 insut Instituto de Estudios y Proyectos Carrera 27 # 37-3 Oficina 302 C.E. Greenlight Cobach - 31937-25-3 Bucaramanga e-mail: insut@insut@gmail.com	MUROS TOPOCORO SECTOR PTAR						
Diseño: Ing. Carlos Enrique Gómez Naranjo Ing. Carl Ugo Salazar en Ingeniería Educativa USM México profesional No. 4803297-509 352	Contenido: Junta de construcción Zapata • Muro Ubicación Boreadores Corte Topográfico Despliega V.C.M. 1.50x1.20 Despliega de pilotes						
www.insut.com.co							
Calorador en Diseño: Ing. Archibio Victoria Arias Castellanos	Revisión del plano: <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Fecha</th> <th>Modificaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REV0</td> <td>16-02-2020</td> <td>Entrega inicial</td> </tr> </tbody> </table>	Nº	Fecha	Modificaciones	REV0	16-02-2020	Entrega inicial
Nº	Fecha	Modificaciones					
REV0	16-02-2020	Entrega inicial					
Fecha de emisión: Enero de 2026							
Código del plano: INSUT_MURO SECTOR PTAR_REV0							

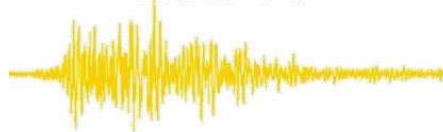
MEMORIAS DE CÁLCULO MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO SECTOR PTAR

PROYECTO CENTRO NÁUTICO TOPOCORO

BETULIA/SANTANDER

NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO
RESISTENTE

NSR-10



DISEÑÓ:

TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ
INGENIERO CALCULISTA
MP 68202-091503 STD



BUCARAMANGA, FEBRERO DE 2026

DECLARACIÓN: El diseño estructural del proyecto en referencia cumple con las exigencias de (Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

FIRMA: _____

Ingeniero calculista: TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ

Tarjeta Profesional Ingeniero Civil # 68202-091503 STD.

Ciudad y fecha: Bucaramanga, 17 de febrero de 2026.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	4
1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL.....	6
2. MURO PTAR.....	8
2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO	8
2.2 MATERIALES UTILIZADOS	10
2.3. SECCIONES TRANSVERSALES.....	12
2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO	15
2.5. ASIGNACIÓN DE CARGAS	17
2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE	22
1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO.....	24
2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	25
2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO	25
2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO	28
2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS	32

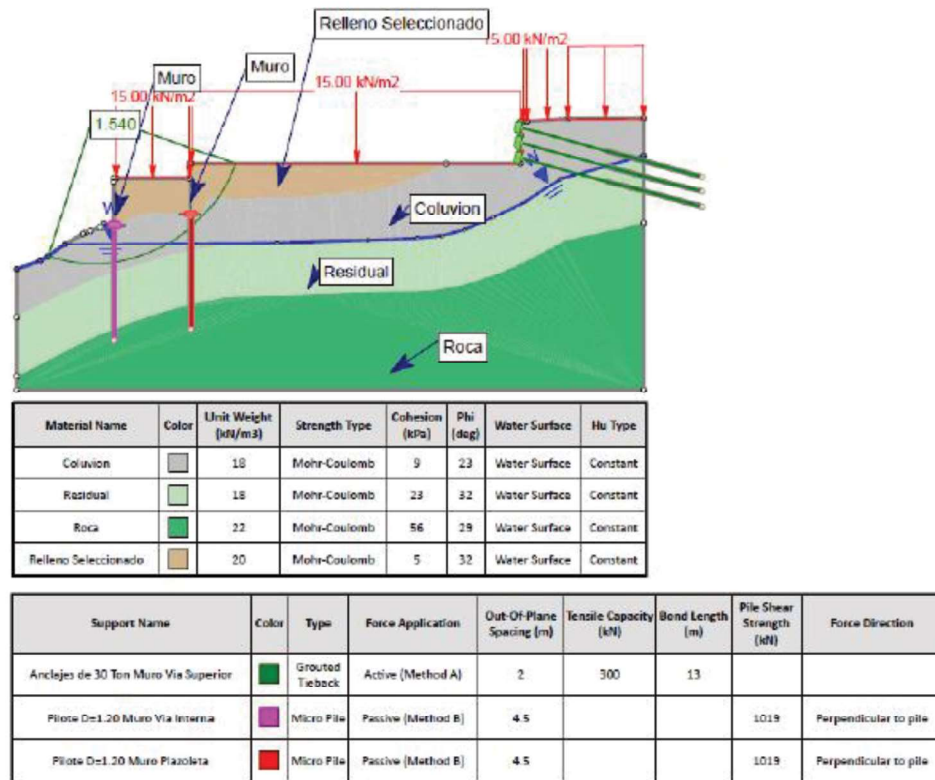
LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Análisis de estabilidad global estático. Fuente: Estudio Geotecnico.....	6
Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotecnico	7
Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.....	8
Figura 4: Vista en planta de muro de contención.	9
Figura 5: Material utilizado para los caissons	10
Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.	12
Figura 7: Sección transversal vastago de muro.	13
Figura 8: Sección transversal pilotes tipo caisson.....	13
Figura 9: Sección transversal viga cim 1.50x1.20	14
Figura 10: Empuje activo del relleno kN/m^2	18
Figura 11: Peso del relleno sobre zarpa de muro [kN/m^2]	19
Figura 12: Empuje por componente dinamico. 13.18 kN/m^2	20
Figura 13: Cargas asignadas en modelo estructural	20
Figura 14: Combinaciones de carga.....	21
Figura 15: Deformación en pilote por combinación D+H	22
Figura 16: Deformación en pilote por combinación $0.6D+H+0.7E$	22
Figura 17: Deformación en pilote por combinación $D+H+0.7E$	23
Figura 18: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf].....	24
Figura 19: Momento $M_{11} \text{ kN}^*\text{m/m}$	25
Figura 20: Momento $M_{22} \text{ kN}^*\text{m/m}$	25
Figura 21: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#4 c/.15m	25
Figura 22: Chequeo de acero Ast1 top. 1#4 c/.15m	26
Figura 23: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#4 c/.15m	26
Figura 24: Chequeo de acero Ast2 top. 1#4 c/.15m	26
Figura 25: Cortante 1-3.....	27
Figura 26: Cortante 2-3.....	27
Figura 27: Momento $M_{11} \text{ kN}^*\text{m/m}$	28
Figura 28: Momento $M_{22} \text{ kN}^*\text{m/m}$	28
Figura 29: Acero cara top Ast2 1#4 c/.15	29

Figura 30: Acero cara bottom Ast2 1#4 c/.15	29
Figura 31: Acero cara top Ast1 1#4 c/.15	30
Figura 32: Acero cara bottom Ast1 1#4 c/.15	30
Figura 33: Chequeo de cortante 1-3.....	31
Figura 34: Chequeo de cortante 2-3.....	31
Figura 35: Refuerzo de caissons.....	32
Figura 36: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.	33
Figura 37: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%	33
Figura 38: Verificaciones de ratios de caissons	34

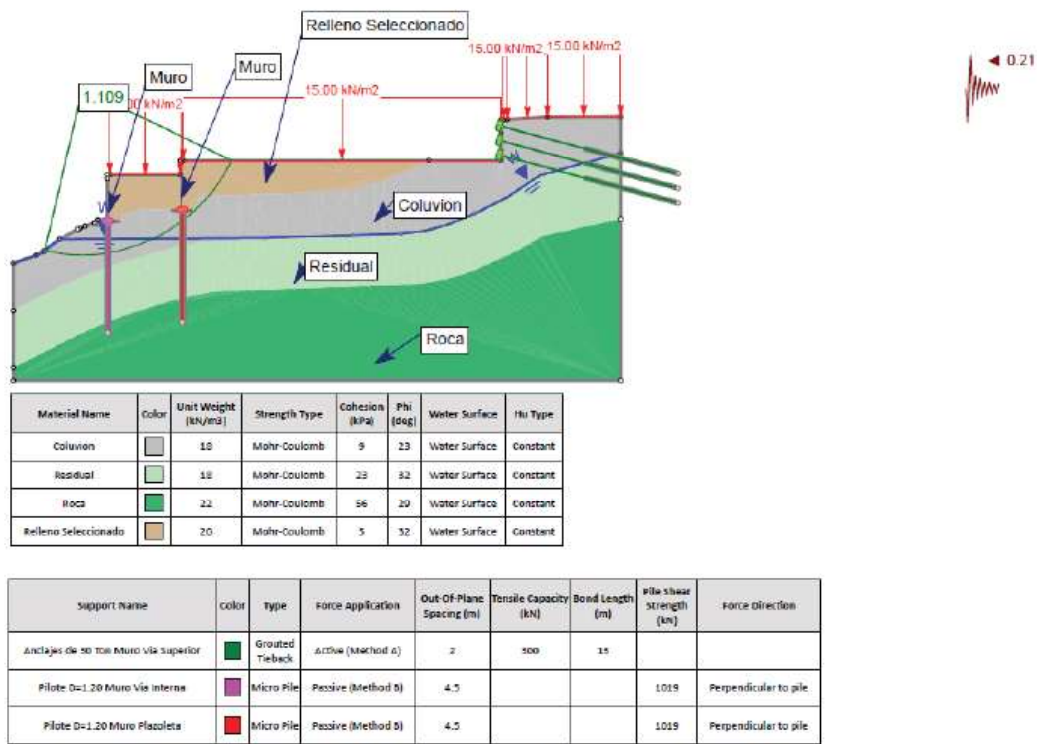
1. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL

De acuerdo con los análisis de estabilidad proporcionados por el ingeniero geotecnistas la estabilidad global del talud se garantiza con las siguientes obras.



Fuente: Propia.

Figura 1: Análisis de estabilidad global estático. Fuente: Estudio Geotecnico



Fuente: Propia.

Figura 2: Análisis de estabilidad global dinámico. Fuente: Estudio Geotécnico

2. MURO PTAR

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para valorar el nivel de esfuerzos internos en el modelo se procede a modelar el muro mediante el uso de elementos Shell para representar el vastago (espesor de 0.30m y altura máxima 3.00m), zarpa (espesor de 0.35m y 2.50m de ancho) y elementos tipo frame para identificar los caissons de 1.2m separados 4.80m y la viga de cimentación de 1.50x1.20.

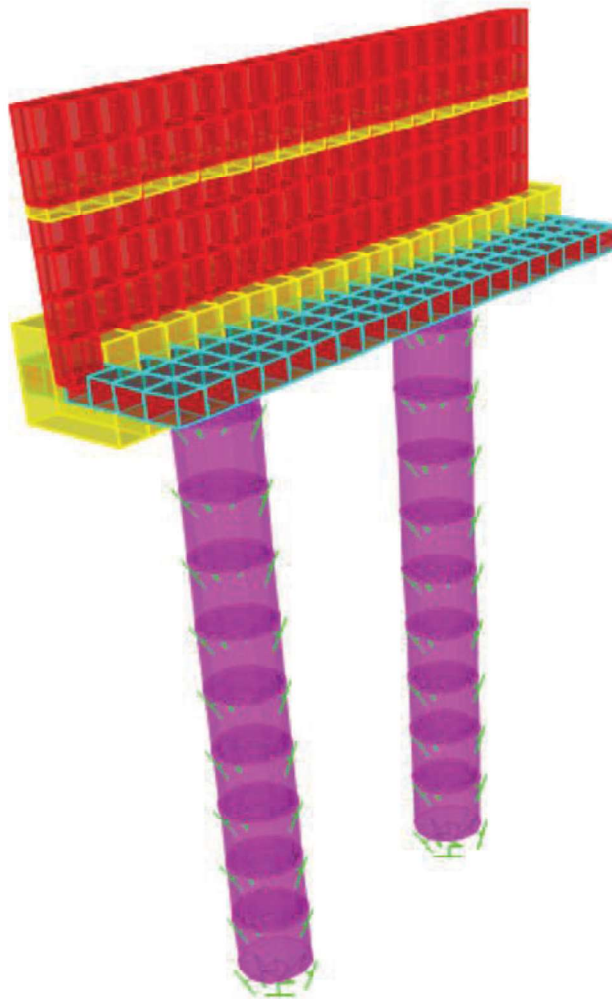


Figura 3: Vista 3D modelo de muro de contención.

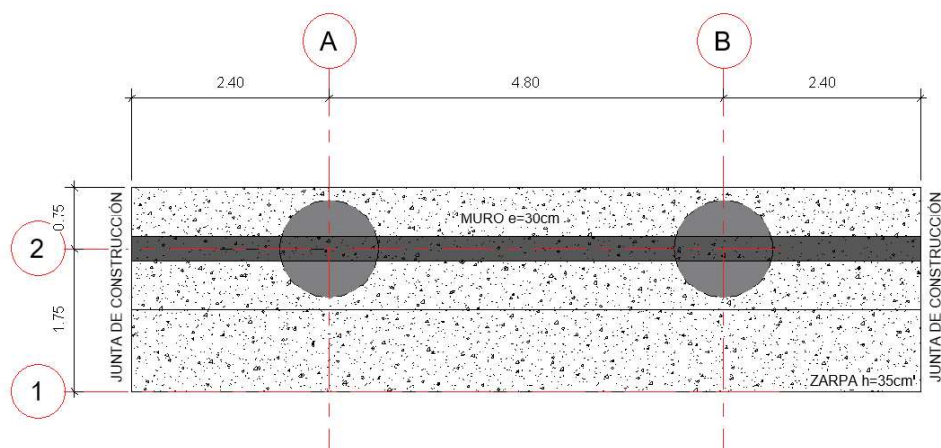
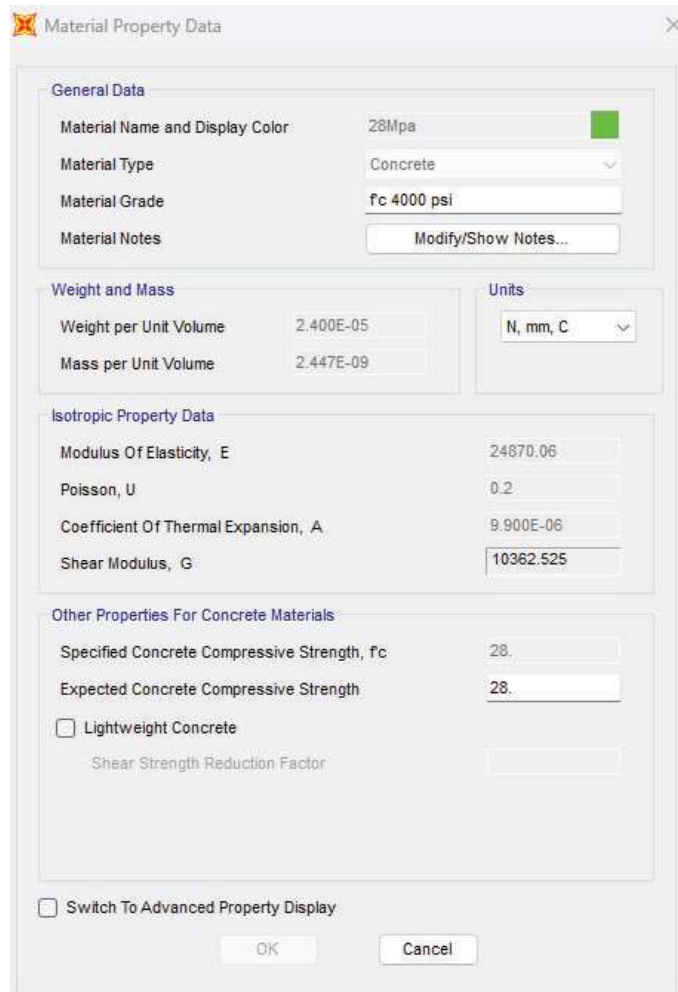


Figura 4: Vista en planta de muro de contención.

2.2 MATERIALES UTILIZADOS

El concreto propuesto para los pilotes tipo caisson es de 28MPa.

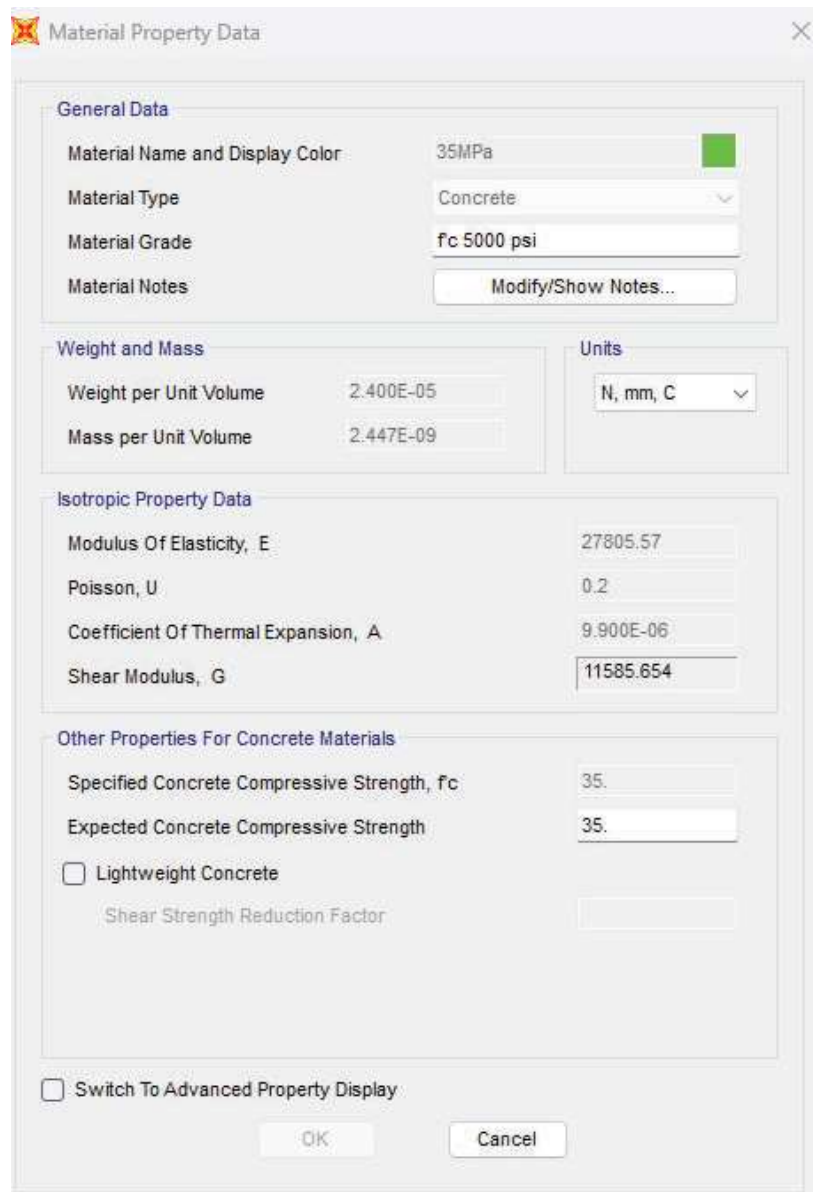


The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections with expandable headers. The "General Data" section is expanded, showing fields for "Material Name and Display Color" (set to "28Mpa" with a green color swatch), "Material Type" (set to "Concrete"), "Material Grade" (set to "f'c 4000 psi"), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button). The "Weight and Mass" section is also expanded, showing "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09). To the right of these is a "Units" dropdown menu set to "N, mm, C". The "Isotropic Property Data" section is expanded, showing "Modulus Of Elasticity, E" (24870.06), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (10362.525). The "Other Properties For Concrete Materials" section is expanded, showing "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (28.), "Expected Concrete Compressive Strength" (28.), a checkbox for "Lightweight Concrete" (unchecked), and a "Shear Strength Reduction Factor" field. At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	28Mpa
	Material Type	Concrete
	Material Grade	f'c 4000 psi
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2.400E-05
	Mass per Unit Volume	2.447E-09
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	24870.06
	Poisson, U	0.2
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
	Shear Modulus, G	10362.525
Other Properties For Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	28.
	Expected Concrete Compressive Strength	28.
	Lightweight Concrete	☐
	Shear Strength Reduction Factor	

Figura 5: Material utilizado para los caissons.

Los demás componentes del sistema se fabricaran en concreto de 35MPa.



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data". It is organized into several sections with expandable/collapsible headers. The "General Data" section is expanded, showing fields for "Material Name and Display Color" (set to 35MPa with a green color swatch), "Material Type" (set to Concrete), "Material Grade" (set to f'c 5000 psi), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button). The "Weight and Mass" section is also expanded, showing "Weight per Unit Volume" (2.400E-05) and "Mass per Unit Volume" (2.447E-09), along with a "Units" dropdown set to "N, mm, C". The "Isotropic Property Data" section is expanded, showing "Modulus Of Elasticity, E" (27805.57), "Poisson, U" (0.2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9.900E-06), and "Shear Modulus, G" (11585.654). The "Other Properties For Concrete Materials" section is expanded, showing "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (35), "Expected Concrete Compressive Strength" (35), a checkbox for "Lightweight Concrete" (unchecked), and a disabled "Shear Strength Reduction Factor" field. At the bottom, there is a checkbox for "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

General Data	
Material Name and Display Color	35MPa
Material Type	Concrete
Material Grade	f'c 5000 psi
Material Notes	Modify/Show Notes...

Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2.400E-05
Mass per Unit Volume	2.447E-09

Units: N, mm, C

Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	27805.57
Poisson, U	0.2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	11585.654

Other Properties For Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	35.
Expected Concrete Compressive Strength	35.
☐ Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

2.3. SECCIONES TRANSVERSALES

A continuación, se presentan las secciones transversales correspondientes a los elementos usados en la modelación.

S Shell Section Data

Section Name Zarpa h=0.35m **Display Color** [Color Picker]

Section Notes [Text Field] **Modify/Show...**

Type

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness

Membrane 0.35

Bending 0.35

Material

Material Name 35MPa

Material Angle 0.

Time Dependent Properties

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties

Thermal Properties...

OK **Cancel**

Figura 6: Sección transversal de zarpa de muro.

S Shell Section Data

Section Name: Muro e=30cm Display Color: ■

Section Notes:

Type

☒ Shell - Thin
☐ Shell - Thick
☐ Plate - Thin
☐ Plate Thick
☐ Membrane
☐ Shell - Layered/Nonlinear

Thickness

Membrane: 0.3
Bending: 0.3

Material

Material Name: + 35MPa
Material Angle: 0.

Time Dependent Properties

Concrete Shell Section Design Parameters

Stiffness Modifiers

Temp Dependent Properties

Figura 7: Sección transversal vastago de muro.

S Circle Section

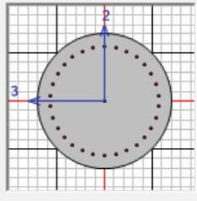
Section Name: Caisson 1.2m 0.5% Display Color: ■

Section Notes:

Dimensions

Diameter (t3): 1.2

Section



Material

+ 28Mpa sin peso

Property Modifiers

Properties

Figura 8: Sección transversal pilotes tipo caisson.

Rectangular Section

Section Name: VIGA 1.5x1.2 Display Color: 

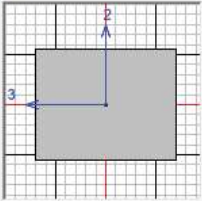
Section Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Dimensions

Depth (t3): 1200.

Width (t2): 1500.

Section



Properties

[Section Properties...](#)

[Time Dependent Properties...](#)

Material: + 35MPa

Property Modifiers: [Set Modifiers...](#)

[Concrete Reinforcement...](#)

[OK](#) [Cancel](#)

Figura 9: Sección transversal viga cim 1.50x1.20

2.4. REVISIÓN DE ESTABILIDAD LOCAL DE LOS COMPONENTES DEL MURO

MEMORIA CÁLCULO DE ESTABILIDAD LOCAL PARA MUROS CON PILOTES

1. PARÁMETROS DE ENTRADA

MATERIALES MURO		
y concreto	24.00	kN/m³
f _y	420.00	Mpa
f _c	35.00	Mpa
MATERIALES DEL SUELO EN CONTACTO CON EL MURO		
y suelo de relleno	18.00	kN/m³
φ' suelo de relleno	32.00	°
C suelo de relleno	0.00	kN/m²
δ (°)	0.00	Angulo de fricción entre el suelo y el muro
K _a	0.307	
K _p	3.25	
PARÁMETROS SÍSMICOS		
PGA	0.20	
K _h	0.21	
K _v	0.00	
Esprima	0.207	
B (°)	90	Angulo de inclinación de la cara interna del muro (si el muro es recto el angulo es 90°)
K _{ae}	0.449	Metodo Mononobe Okabe
SUELO CIRCUNDANTE AL PILOTE		
γ ₁ (kN/m³)	18.00	Estrato 1
φ ₁ (°)	23.00	
C ₁ (kN/m²)	9.00	
H ₁ (m)	7.50	
γ ₂ (kN/m³)	18.00	Estrato 2
φ ₂ (°)	32.00	
C ₂ (kN/m²)	23.00	
H ₂ (m)	7.50	
γ ₃ (kN/m³)	22.00	Estrato 3
φ ₃ (°)	29.00	
C ₃ (kN/m²)	56.00	
H ₃ (m)	3.00	
γ (kN/m³)	18.67	Estrato ponderado
φ (°)	27.75	
C (kN/m²)	22.67	
H _{total} (m)	18.00	
K _P	2.74	

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$K_p = \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_a) K_{ae}$$

$$K_{ae} = \text{coeficiente de presión activa de la tierra}$$

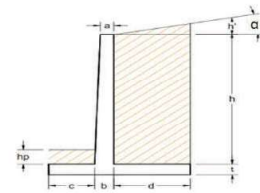
$$= \frac{\sin^2(\alpha + \beta - \theta')}{\cos \theta' \sin^2 \beta \sin(\beta - \theta' - \delta) \left[1 + \frac{\sin(\delta + \phi') \sin(\phi' - \theta' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta - \theta') \sin(\alpha + \beta)} \right]}$$

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

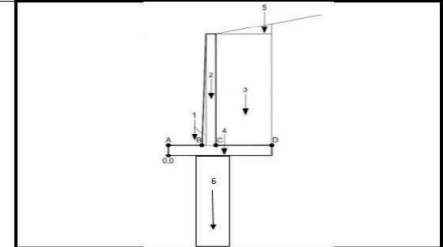
MÉTODO RANKINE PARA EMPUJE ACTIVO Y PASIVO, PARA EL COMPONENTE SÍSMICO MONONOBE - OKABE

2. ESTABILIDAD LOCAL DEL MURO

GEOMETRÍA		
h	2.65	m
h'	0.00	m
a (Vastago)	0.30	m
d (Talon)	1.60	m
c (Pié)	0.60	m
b	0.30	m
t	0.35	m
hp	0.00	m
α	0.00	°
Sobrecarga	15.00	kN/m²
Diametro pilote	1.20	m
Longitud pilote	18.00	m
Separación pilotes	3.60	
Medio perimetro superficial pilote	1.885	m



$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$



MOMENTOS GENERADOS POR PESOS DE ELEMENTOS DEL MURO O SUELO, VERTICALES				
SECCIÓN	ÁREA (m ²)	PESO (kN/m)	Xo (m)	M. RESIS. (kN-m/m)
1.00	0.00	0.00	0.30	0.00
2.00	0.80	19.08	0.75	14.31
3.00	4.24	76.32	1.70	129.74
4.00	0.88	21.00	1.25	26.25
5.00	0.00	0.00	1.97	0.00
6.00	20.36	135.72	1.25	169.65
EAV (Componente vertical empuje activo)	-	0.00	2.50	0.00
Sumatoria Fuerzas (Normal)		252.12	Sumatoria Momentos Resistentes	339.95

MOMENTOS ACTUANTES GENERADOS SEGUN CARGAS				
FUERZA	MAGNITUD (kN/m)	Xo - Yo (m)	M. ACTUANTE (kN-m/m)	M. RESIS. (kN-m/m)
Presión activa	24.89	1.00	24.89	0.00
Sobrecarga	13.63	1.50	20.74	0.00
Sismo (ΔP _{se})	11.48	2.00	22.95	0.00
Presión pasiva Pilote 1	-4342.56	12.00	0.00	52110.68
			0.00	0.00

3. FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLCAMIENTO

Estático	
M. RESIS. (kN-m/m)	52450.63
M. ACTUA. (kN-m)	45.63
FS v	1149.53
	Cumple

Pseudoestático	
M. RESIS. (kN-m/m)	52450.63
M. ACTUA. (kN-m)	68.58
FS v	764.82
	Cumple

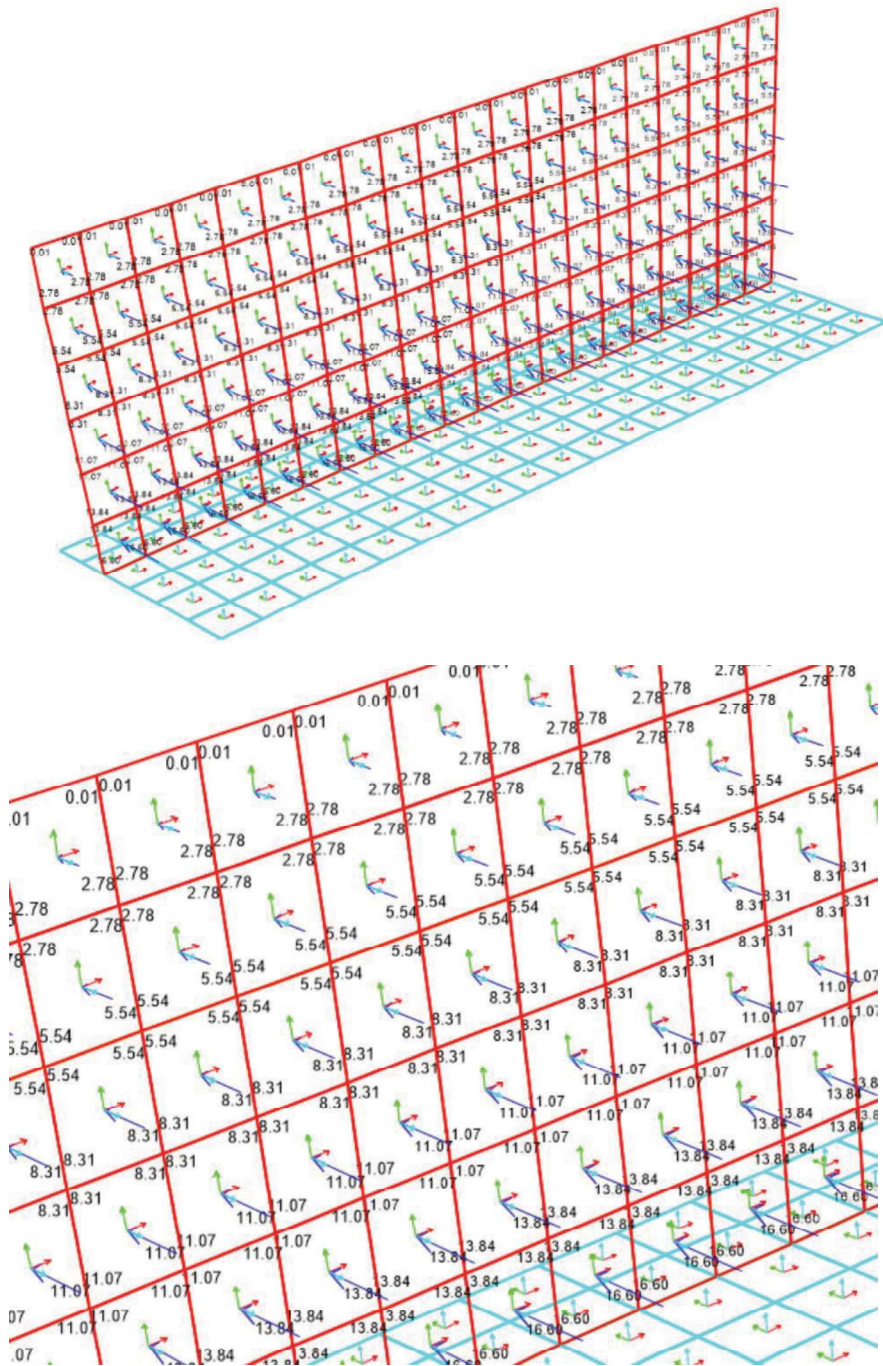
4. FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Estático	
F. RESIS. (kN/m)	4426.69
F. ACTUA. (kN/m)	38.71
FS d	114.34
	Cumple

Pseudoestático	
F. RESIS. (kN/m)	4426.69
F. ACTUA. (kN/m)	50.19
FS d	88.20
	Cumple

2.5. ASIGNACIÓN DE CARGAS

Se procede a asignar los empujes y pesos del suelo como lo indica el reglamento.



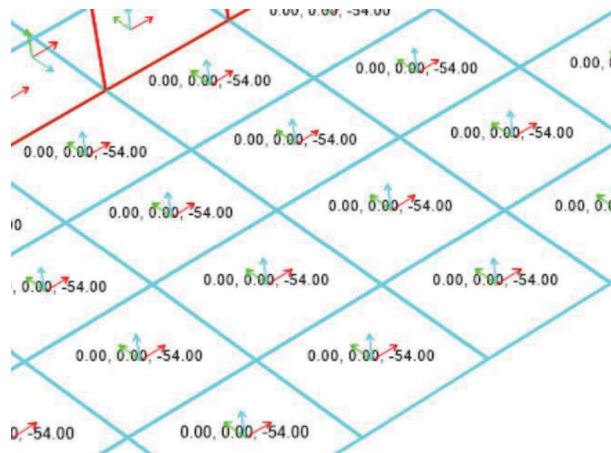
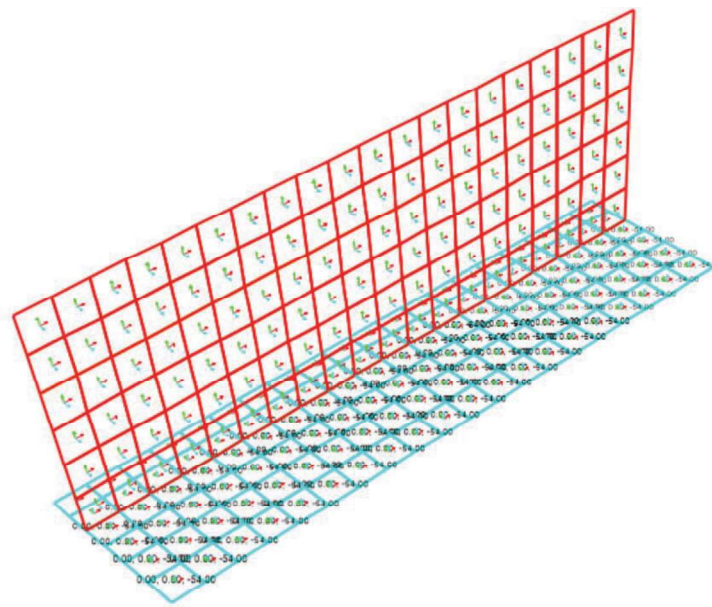


Figura 11: Peso del relleno sobre zarpa de muro [kN/m²]

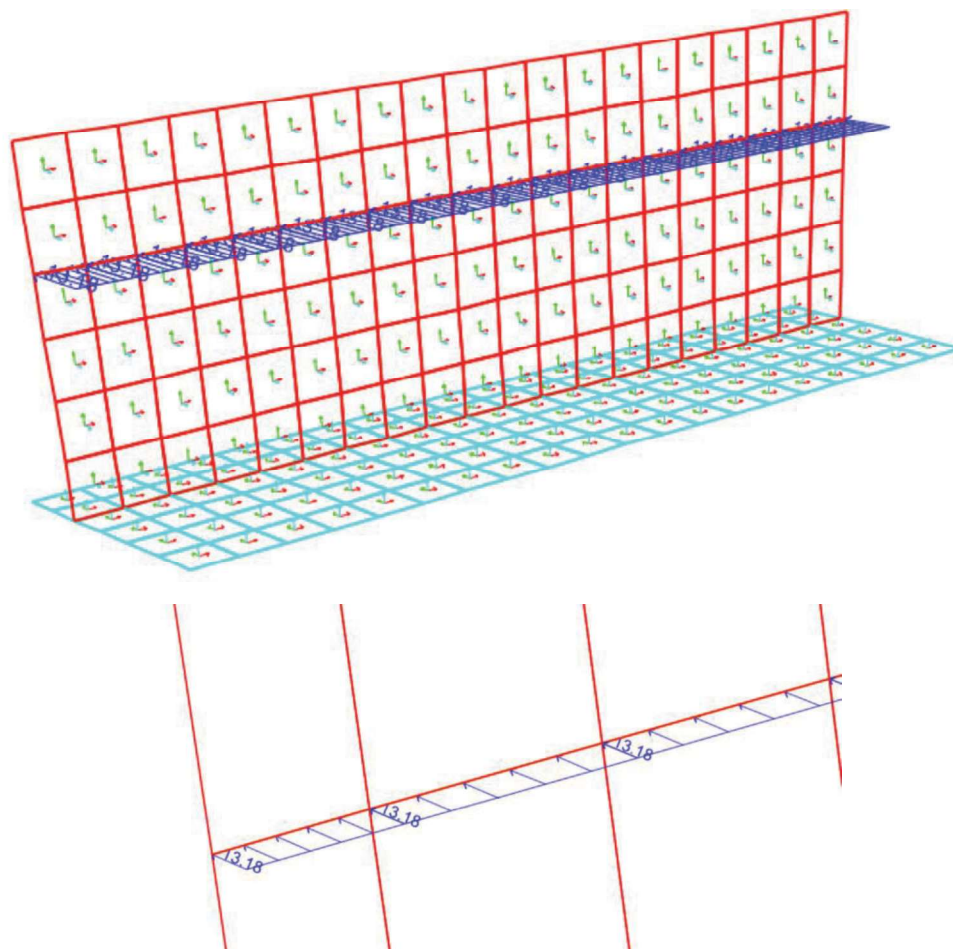


Figura 12: Empuje por componente dinámico. 13.18 kN/m²

phi (°)	32
phi(radianes)	0.56
ka	0.31
Y [kN/m3]	18
h [m]	3

Empuje en la base [kN/m2]	16.59
Empuje en la cabeza [kN/m2]	0.00

Ecuaciones para el SAP	CZ+D	Z1 [m]	15				
		Z2 [m]	18				
Ecuación 1	D=	16.59	-	15	C		
Ecuación 2	D=	0.00	-	18	C		
Ecuación 3		-18	C	=	16.59	-	15
	C=	-5.53					
	D=	99.5518					

Empuje de sobrecarga	0	kN/m2
	0.00	kN/m2

Carga sísmica	
Kae	0.47
kv	0
Δead [kN/m]	13.18
Brazo	2.00

Figura 13: Cargas asignadas en modelo estructural

Una vez asignadas las cargas se proceden a definir las combinaciones de carga por esfuerzos admisibles y cargas ultimas.

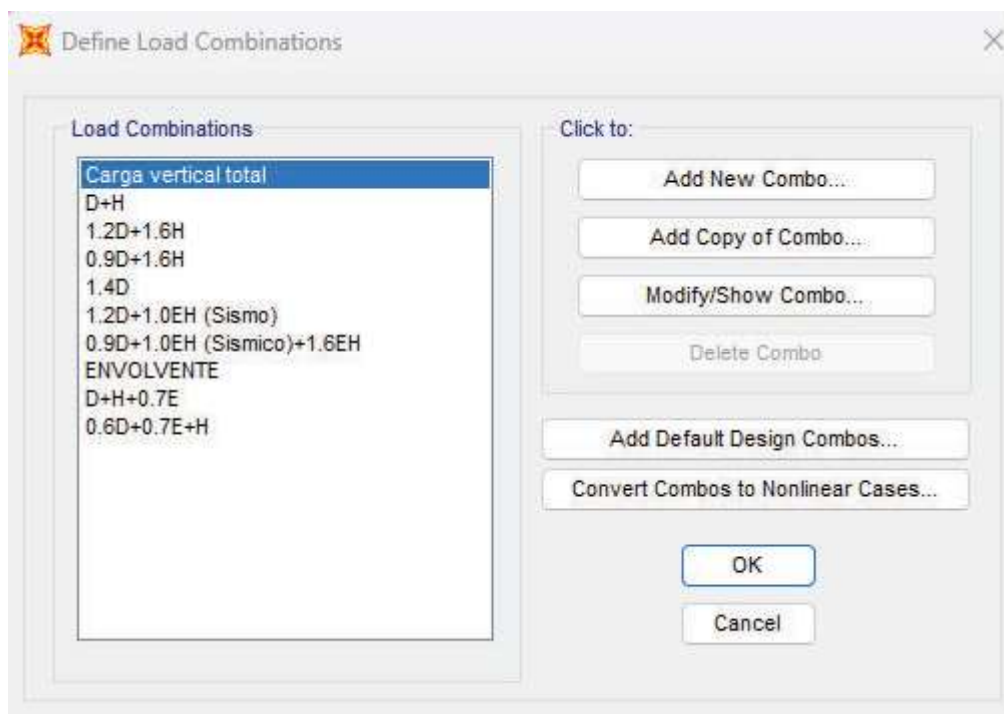


Figura 14: Combinaciones de carga.

2.6. VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES EN PILOTE

De acuerdo con las características proporcionadas por el ingeniero geotecnista se verifica que los pilotes no superen la deformación máxima en la cabeza del pilote de 40mm.

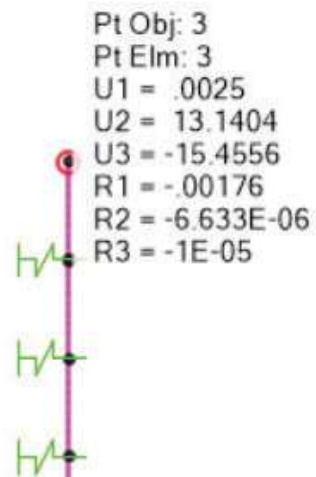


Figura 15: Deformación en pilote por combinación D+H (mm).

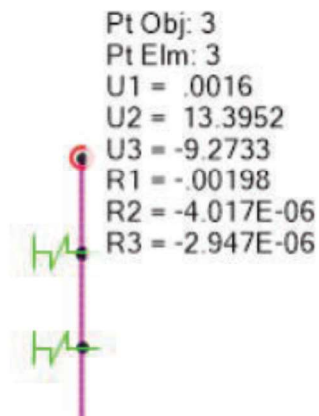


Figura 16: Deformación en pilote por combinación 0.6D+H+0.7E (mm).

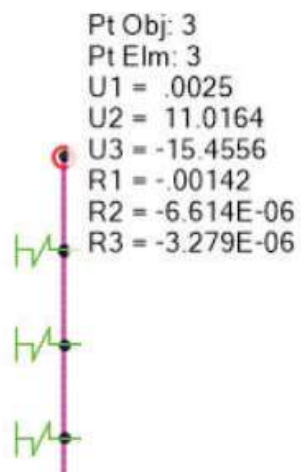


Figura 17: Deformación en pilote por combinación D+H+0.7E (mm).

Las deformaciones de los pilotes se encuentran dentro de los rangos admisibles para las combinaciones de esfuerzo admisible señaladas en la NSR-10.

1.7. FUERZAS AXIALES EN CAISSONS POR CARGAS DE SERVICIO

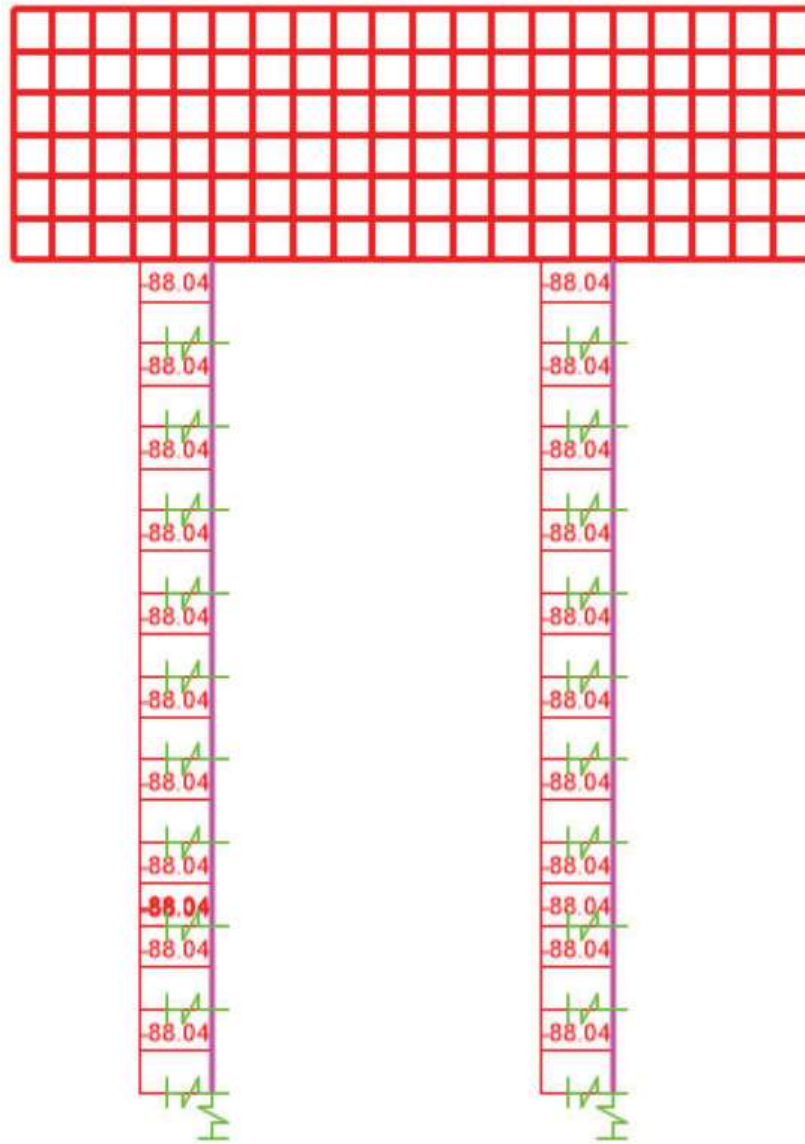


Figura 18: Fuerzas axiales en los caissons por cargas de gravedad. [Tonf]

2.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.8.1. DISEÑO DE ZARPA DE MURO

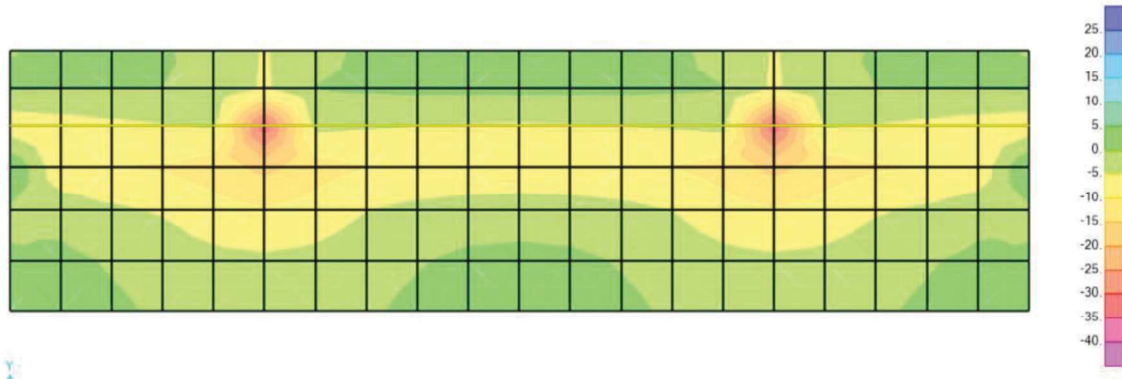


Figura 19: Momento M11 kN*m/m

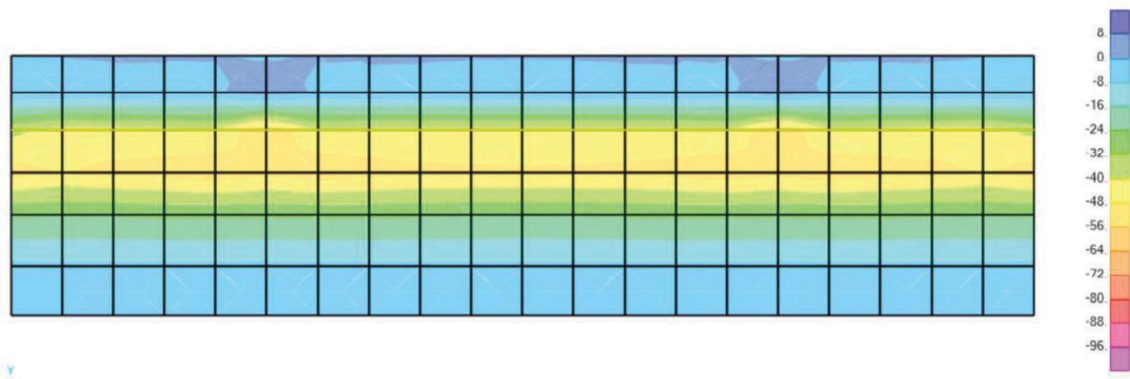


Figura 20: Momento M22 kN*m/m

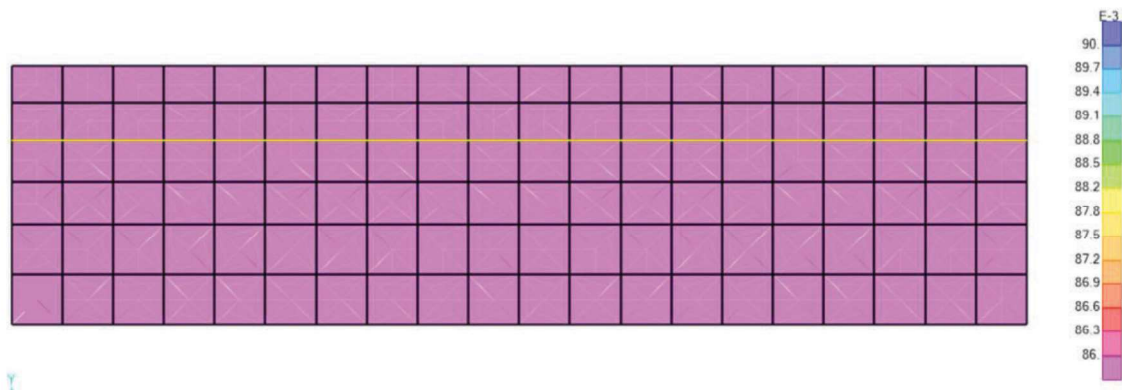


Figura 21: Chequeo de acero Ast1 bottom. 1#4 c/.15m

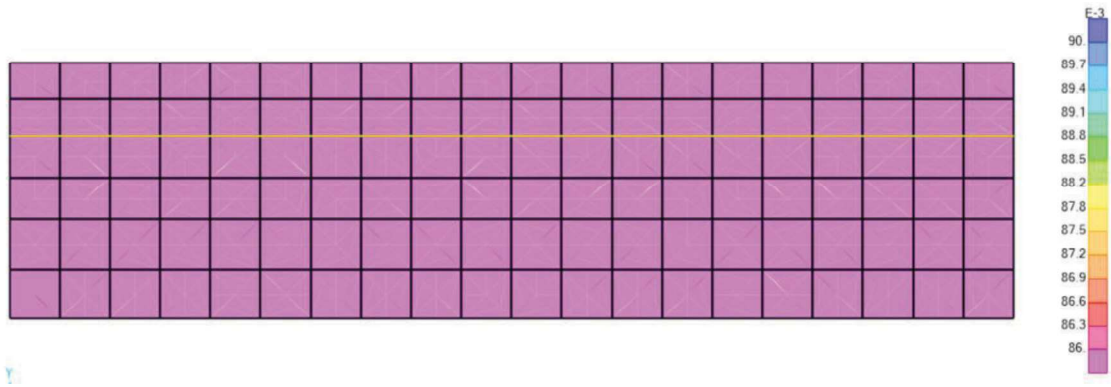


Figura 22: Chequeo de acero Ast1 top. 1#4 c/.15m

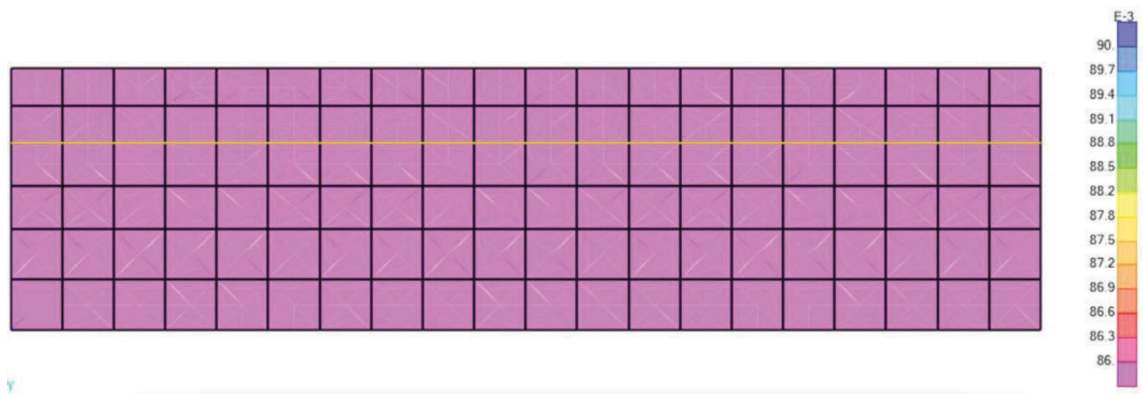


Figura 23: Chequeo de acero Ast2 bottom. 1#4 c/.15m

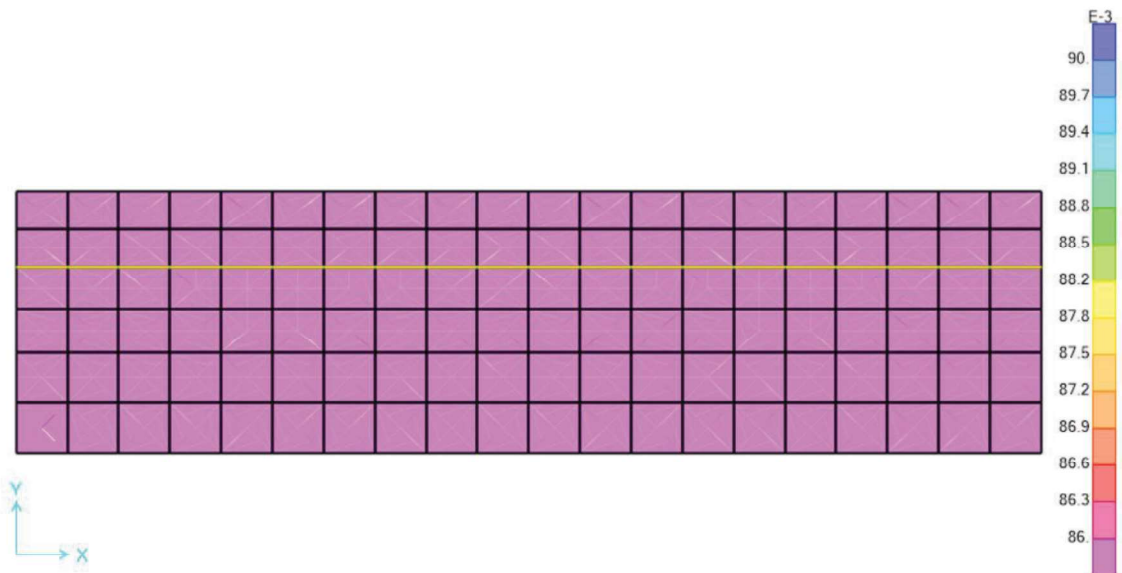


Figura 24: Chequeo de acero Ast2 top. 1#4 c/.15m

$$\varphi Mn = \varphi As * fy * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$As = \frac{129 * 1000}{150} = 860 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\varphi Mn = \varphi As * 420 * \left(d - \frac{As * fy}{0.85 * f'c * be * 2} \right)$$

$$\varphi Mn = 0.9 * 860 * 420 * \left(268.65 - \frac{860 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 85.36 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 20 y 21 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del cabezal el cortante resistente es:

$$\varphi Vn = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 268.65 * \frac{1}{1000} = 202.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

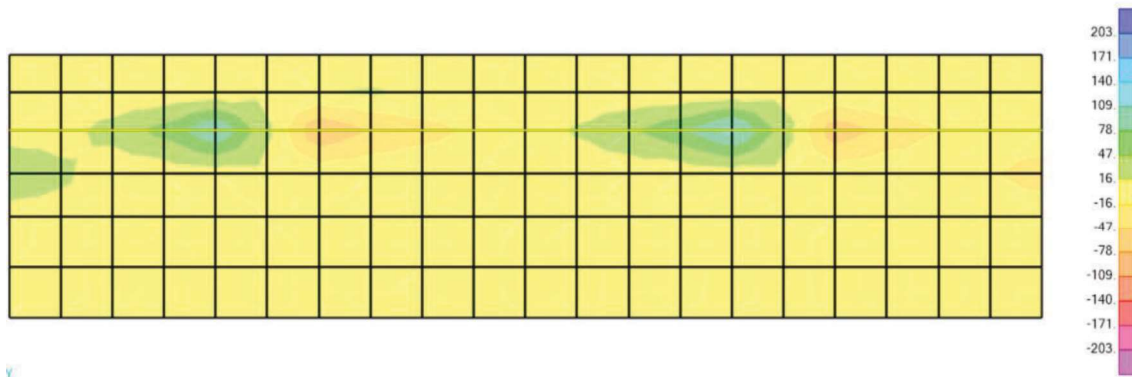


Figura 25: Cortante 1-3

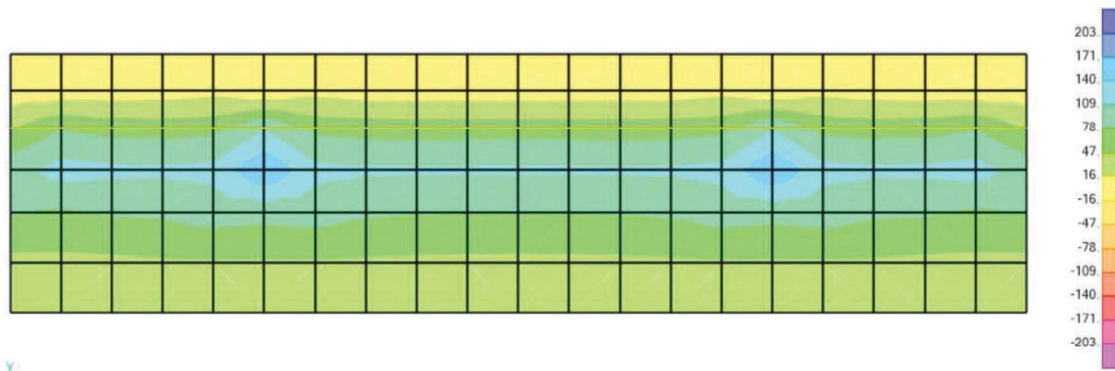


Figura 26: Cortante 2-3

Las verificaciones de cortante son correctas.

2.8.2. DISEÑO DE VASTAGO

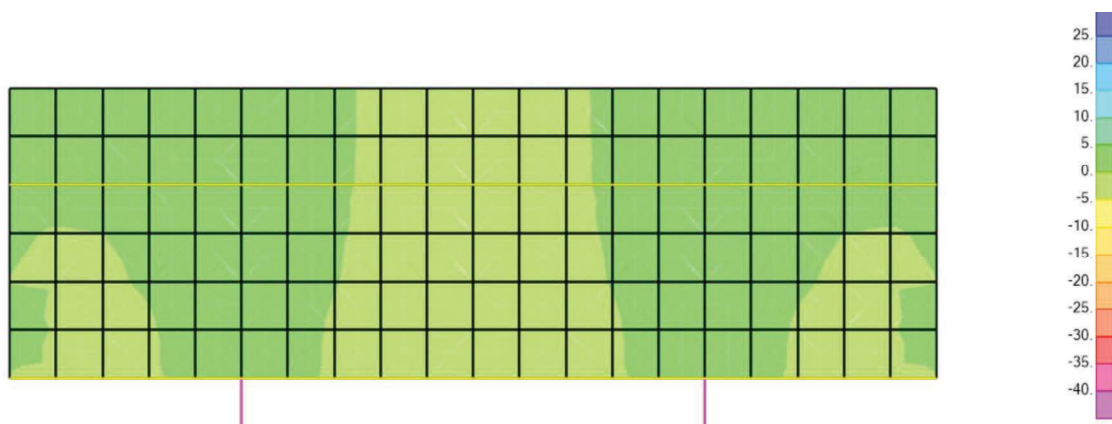


Figura 27: Momento M11 kN*m/m

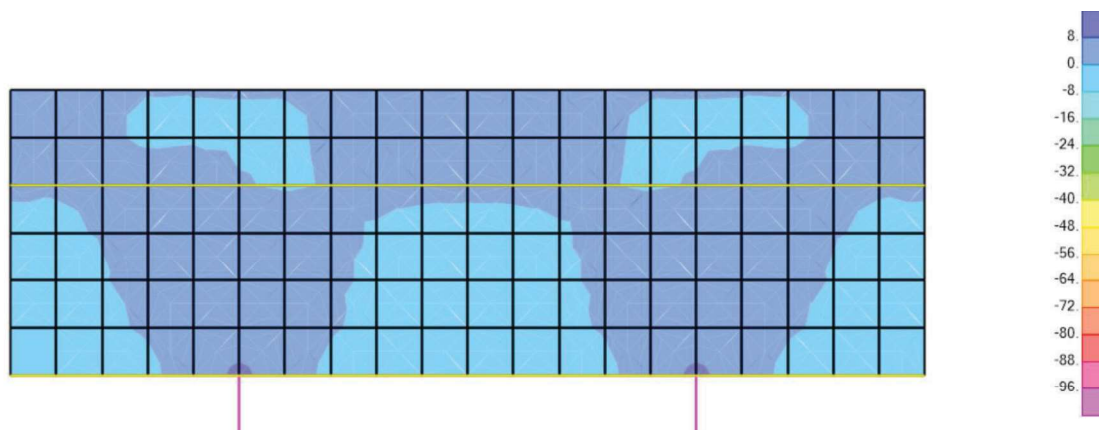


Figura 28: Momento M22 kN*m/m

Considerando las cuantías mínimas establecidas en C.23.C.7.12.2.1 se calcula la cuantía mínima del muro de contención.

$$\delta = 0.003 * 100 * 30 = 9.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Proporcionados en dos caras de muro se obtienen 4.50 cm²/m por cada cara. En acero de campo 1#4 cada 15cm.

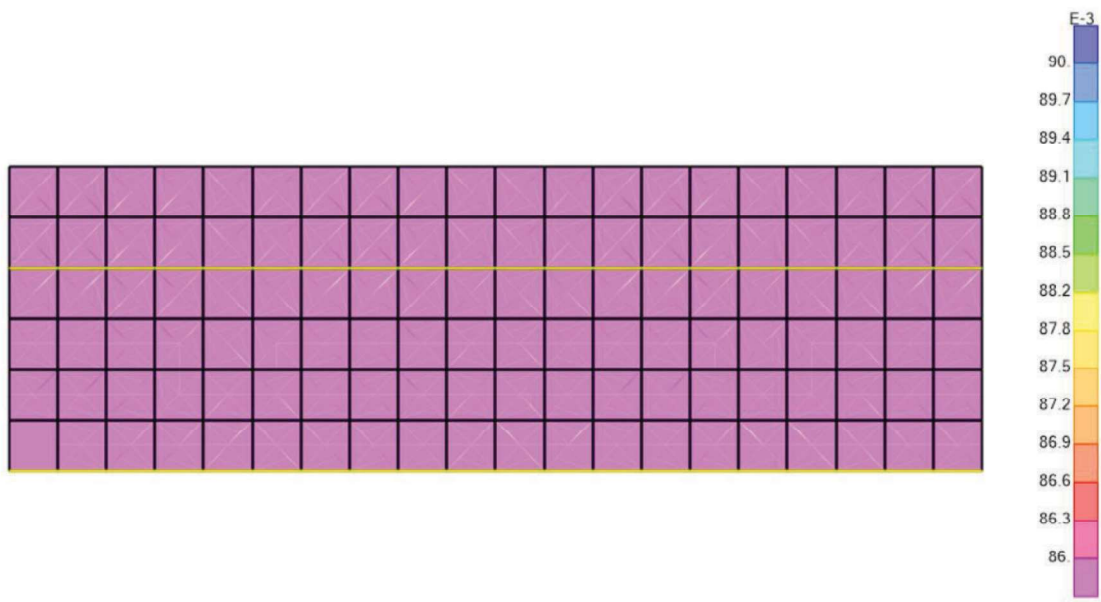


Figura 29: Acero cara top Ast2 1#4 c/.15

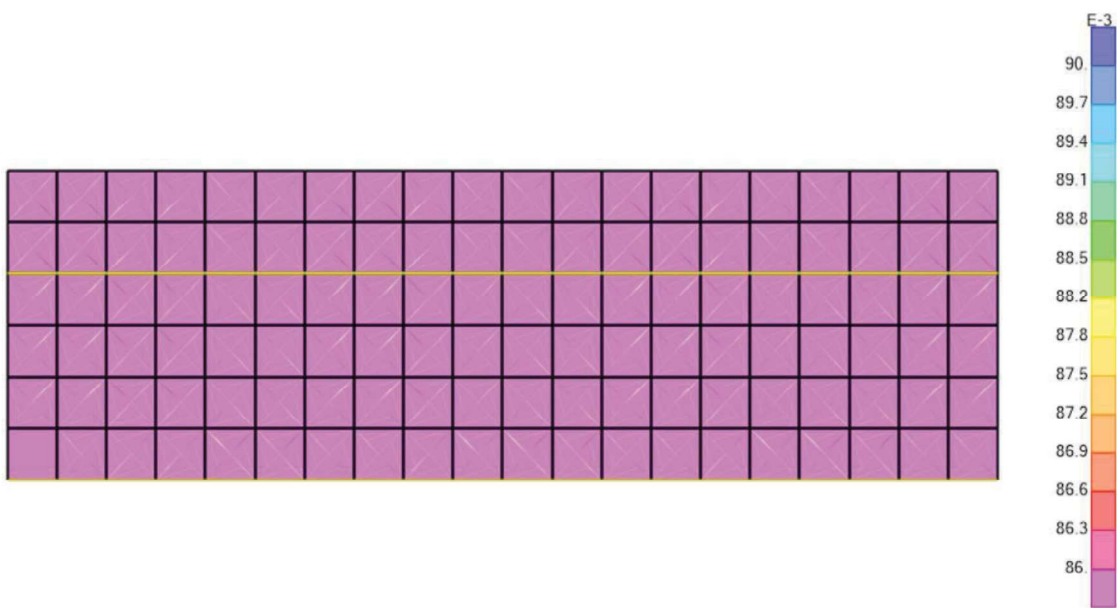


Figura 30: Acero cara bottom Ast2 1#4 c/.15

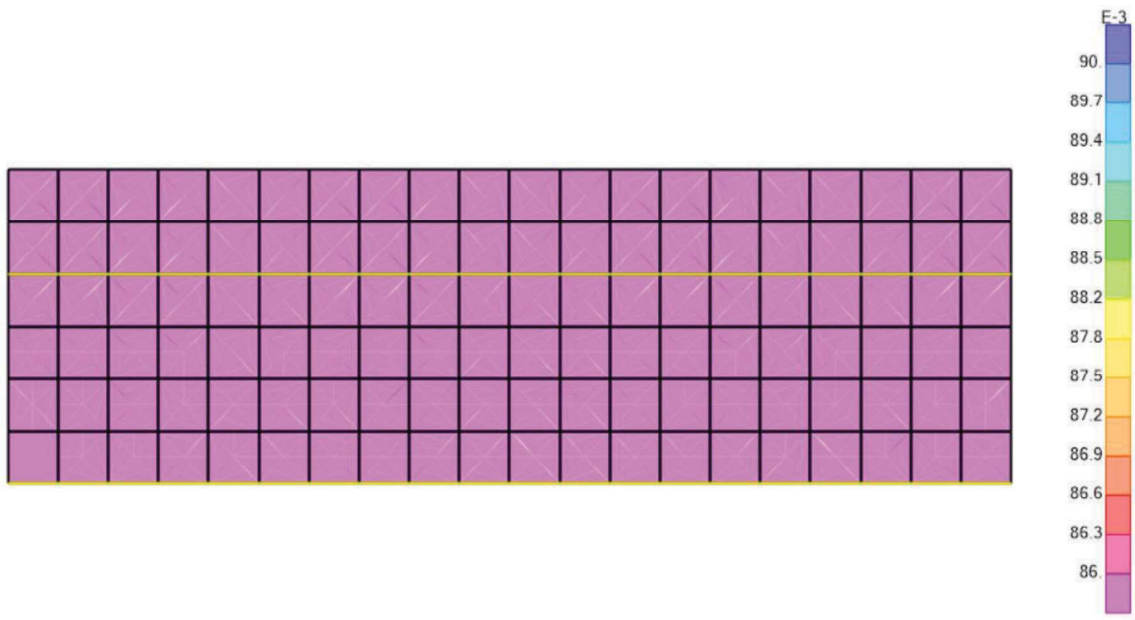


Figura 31: Acero cara top Ast1 1#4 c/.15

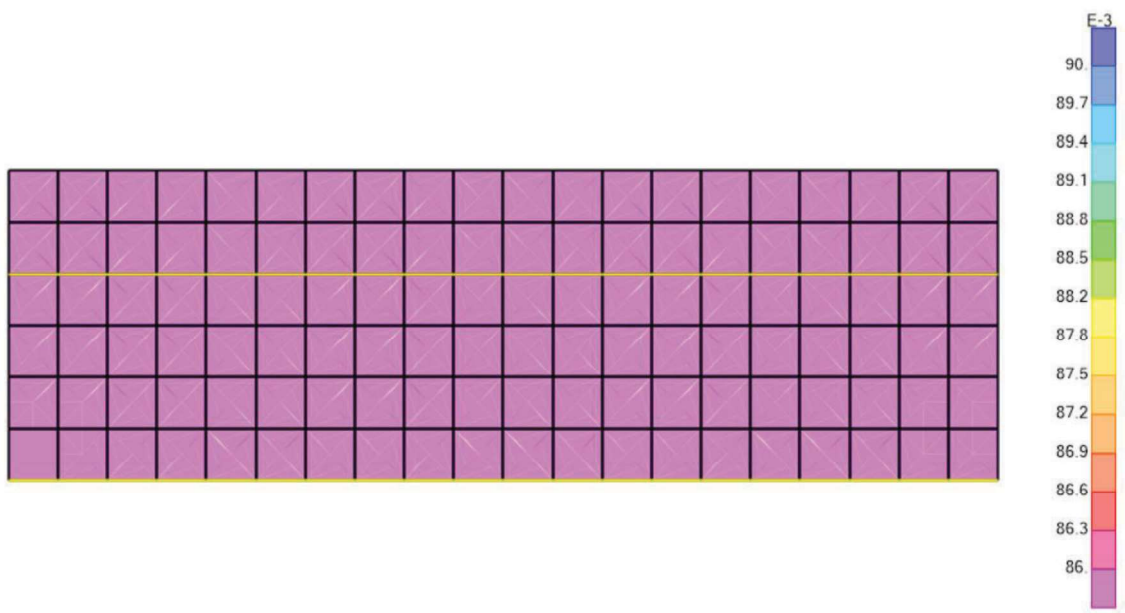


Figura 32: Acero cara bottom Ast1 1#4 c/.15

$$\phi M_n = \phi A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b_{ef} * 2} \right)$$

$$A_s = \frac{129 * 1000}{150} = 860 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\phi M_n = \phi A_s * 420 * \left(d - \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b_{ef} * 2} \right)$$

$$\phi M_n = 0.9 * 860 * 420 * \left(253.65 - \frac{860 * 420}{0.85 * 35 * 1000 * 2} \right) * \frac{1}{1000 * 1000} = 80.48 \text{ kN} * \text{m}/\text{m}$$

Se observa que de acuerdo con las figuras 29 y 30 el momento resistente es mayor a los solicitados.

Ahora considerando el espesor del muro el cortante resistente es:

$$\phi V_n = 0.75 * 0.17 * \sqrt{35} * 1000 * 253.65 * \frac{1}{1000} = 191.33 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

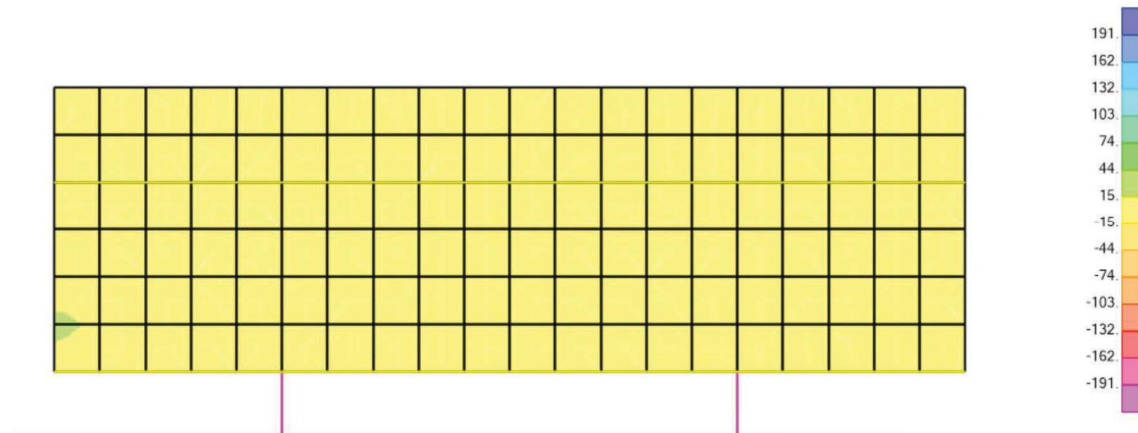


Figura 33: Chequeo de cortante 1-3.

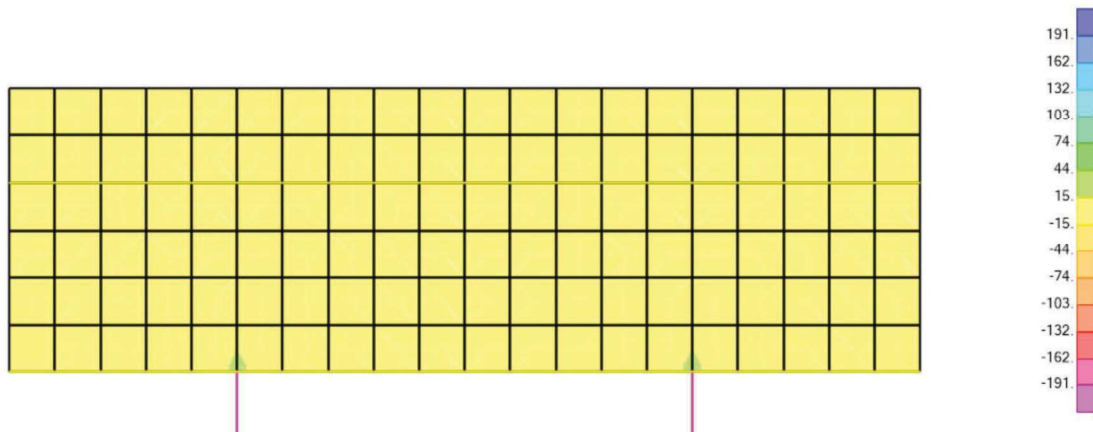


Figura 34: Chequeo de cortante 2-3

Los cortantes cumplen con lo establecido

2.8.5. DISEÑO DE CAISSONS

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☐ Rectangular

☒ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Circular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0.09

Number of Longitudinal Bars 22

Longitudinal Bar Size + #6

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.1

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

OK

Cancel

Figura 35: Refuerzo de caissons.

Design Load Combinations Selection

Load Combinations for Design

Select Type of Design Load Combination

Load Combination Type: Strength

Select Load Combinations

List of Load Combinations

- 0.6D+0.7E+H
- Carga vertical total
- D+H
- D+H+0.7E
- ENVOLVENTE

Add ->

<- Remove

Show...

Design Load Combinations

- 0.9D+1.0EH (Sismo)+1.6E
- 0.9D+1.6H
- 1.2D+1.0EH (Sismo)
- 1.2D+1.6H
- 1.4D

Automatic Design Load Combinations

☐ Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations

Set Automatic Design Load Combination Data...

OK Cancel

Figura 36: Combinaciones de carga usadas en el diseño de los caissons.

ACI 318-14 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Summary)

Element : 25 D=1.2 dc=0.112

Section ID : Caisson 1.2m 0.5% E=24870060. fc=28000. Lt.Wt. Fac.=1.

Combo ID : 0.9D+1.0EH (Sismo)L=1. Fy=413685.473 fys=413685.473

Station Loc : 1. RLLF=1.

Phi(Compression-Spiral): 0.75

Phi(Compression-Tied): 0.65

Phi(Tension Controlled): 0.9

Phi(Shear): 0.75

Phi(Seismic Shear): 0.6

Phi(Joint Shear): 0.85

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3

Capacity Ratio	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
O/S #14	777.082	-552.86	39.818	39.818	39.818

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS

	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor	L Length
Major Bending(M3)	0.857	1.	1.	1.	1.
Minor Bending(M2)	0.963	1.	1.	1.	1.

SHEAR DESIGN FOR V2,V3

	Rebar Av/s	Shear Vu	Shear phi*Vc	Shear phi*Vs	Shear Vp
Major Shear(V2)	0.	0.663	782.528	0.	0.
Minor Shear(V3)	0.	55.974	782.528	0.	0.

JOINT SHEAR DESIGN

	Joint Shear Ratio	Shear VuTop	Shear VuTot	Shear phi*Vc	Joint Area
Major Shear(V2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minor Shear(V3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Figura 37: Verificaciones de pilotes para cuantia de 0.50%

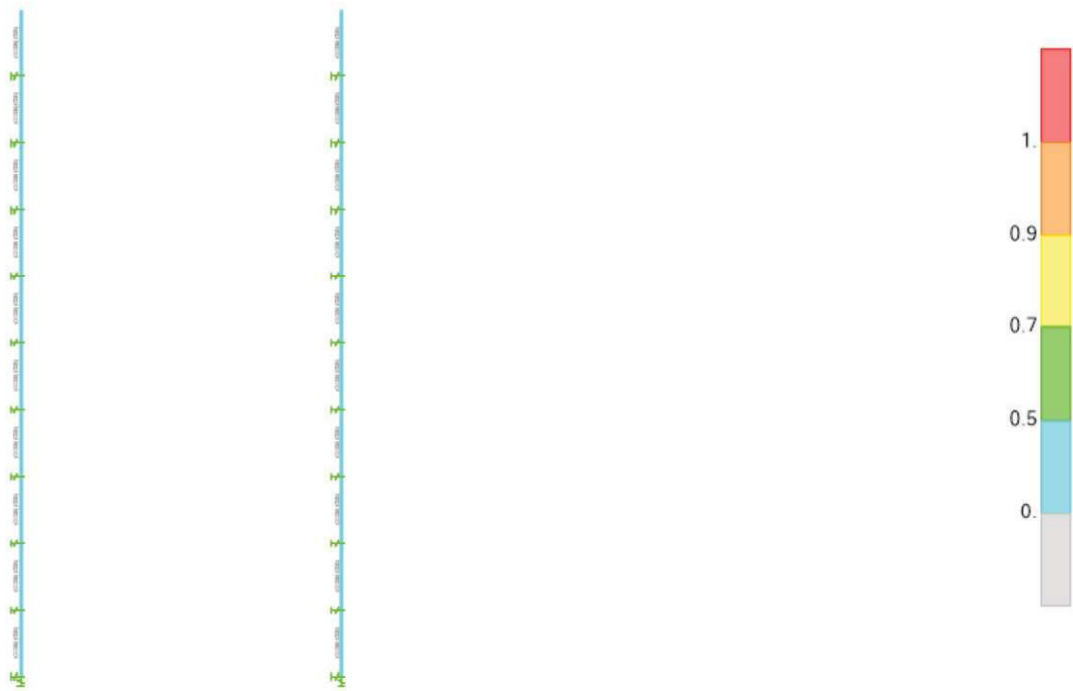


Figura 38: Verificaciones de ratios de caissons

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA
ULTIMA MURO PTAR**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	191.39	155.6
2	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	191.39	20.97
2	1	1.4D	Combination	-1208.79	-1.18E-09	628.27
2	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	63.26	348.72
2	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	254.65	-168.82
2	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	163.9	76.59
2	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	163.9	-102.92
3	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	168.86	-13.26
3	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	165.87	-144.89
3	1	1.4D	Combination	-1208.79	13.97	614.3
3	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	62.43	286.3
3	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	216.32	-385.14
3	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	143.35	-66.76
3	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	139.36	-242.28
4	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	130.53	-143.79
4	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	123.01	-267.9
4	1	1.4D	Combination	-1208.79	35.1	579.2
4	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	59.76	226.54
4	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	152.68	-537.82
4	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	108.62	-175.38
4	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	98.59	-340.86
5	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	83.31	-227.09
5	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	70.87	-338.77
5	1	1.4D	Combination	-1208.79	58.04	521.16
5	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	55	171.54
5	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	76.12	-613.94
5	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	66.11	-241.49
5	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	49.52	-390.39
6	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	38.6	-265.69
6	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	22.13	-360.9
6	1	1.4D	Combination	-1208.79	76.83	444.33
6	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	49.11	122.43
6	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	5.4	-619.33
6	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	26.12	-267.61
6	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	4.17	-394.56
7	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-0.61	-265.09
7	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-19.99	-340.91
7	1	1.4D	Combination	-1208.79	90.48	353.85
7	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	42.61	79.81
7	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-54.94	-564.4
7	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-8.68	-258.93
7	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-34.53	-360.03
8	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-31.69	-233.39
8	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-52.79	-288.12

8	1	1.4D	Combination	-1208.79	98.47	255.38
8	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	36.12	43.69
8	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-101.08	-463.32
8	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-36.02	-222.91
8	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-64.16	-295.87
9	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-69.11	-164.28
9	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-91.01	-197.11
9	1	1.4D	Combination	-1208.79	102.2	153.18
9	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	25.51	18.18
9	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-153.1	-310.22
9	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-68.4	-154.51
9	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-97.6	-198.27
21	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	191.39	155.6
21	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	191.39	20.97
21	1	1.4D	Combination	-1208.79	4.698E-10	628.27
21	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	63.26	348.72
21	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	254.65	-168.82
21	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	163.9	76.59
21	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	163.9	-102.92
22	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	168.86	-13.26
22	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	165.87	-144.89
22	1	1.4D	Combination	-1208.79	13.97	614.3
22	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	62.43	286.3
22	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	216.32	-385.14
22	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	143.35	-66.76
22	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	139.36	-242.28
23	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	130.53	-143.79
23	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	123.01	-267.9
23	1	1.4D	Combination	-1208.79	35.1	579.2
23	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	59.76	226.54
23	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	152.68	-537.82
23	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	108.62	-175.38
23	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	98.59	-340.86
24	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	83.31	-227.09
24	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	70.87	-338.77
24	1	1.4D	Combination	-1208.79	58.04	521.16
24	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	55	171.54
24	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	76.12	-613.94
24	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	66.11	-241.49
24	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	49.52	-390.39
25	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	38.6	-265.69
25	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	22.13	-360.9
25	1	1.4D	Combination	-1208.79	76.83	444.33
25	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	49.11	122.43
25	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	5.4	-619.33
25	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	26.12	-267.61
25	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	4.17	-394.56
26	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-0.61	-265.09

26	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-19.99	-340.91
26	1	1.4D	Combination	-1208.79	90.48	353.85
26	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	42.61	79.81
26	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-54.94	-564.4
26	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-8.68	-258.93
26	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-34.53	-360.03
27	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-31.69	-233.39
27	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-52.79	-288.12
27	1	1.4D	Combination	-1208.79	98.47	255.38
27	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	36.12	43.69
27	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-101.08	-463.32
27	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-36.02	-222.91
27	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-64.16	-295.87
28	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-69.11	-164.28
28	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-91.01	-197.11
28	1	1.4D	Combination	-1208.79	102.2	153.18
28	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	25.51	18.18
28	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-153.1	-310.22
28	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-68.4	-154.51
28	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-97.6	-198.27
81	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-90.2	-74.08
81	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-109.98	-87.13
81	1	1.4D	Combination	-1208.79	92.3	60.88
81	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	13.86	4.32
81	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-175.23	-134.99
81	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-85.57	-68.93
81	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-111.94	-86.33
82	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-90.2	-74.08
82	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-109.98	-87.13
82	1	1.4D	Combination	-1208.79	92.3	60.88
82	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	13.86	4.32
82	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-175.23	-134.99
82	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-85.57	-68.93
82	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-111.94	-86.33
83	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-74.08	-5.457E-13
83	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-87.13	-4.093E-13
83	1	1.4D	Combination	-1208.79	60.88	-6.366E-13
83	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	4.32	-1E-12
83	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-134.99	-8.64E-13
83	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-68.93	-7.731E-13
83	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-86.33	-5.912E-13
84	1	1.2D+1.6H	Combination	-1036.11	-74.08	8.413E-13
84	1	0.9D+1.6H	Combination	-777.08	-87.13	9.948E-13
84	1	1.4D	Combination	-1208.79	60.88	-7.162E-13
84	1	1.2D+1.0EH (Sismo)	Combination	-1036.11	4.32	-1.592E-13
84	1	0.9D+1.0EH (Sismico)+1.6EH	Combination	-777.08	-134.99	1.45E-12
84	1	D+H+0.7E	Combination	-863.42	-68.93	7.162E-13
84	1	0.6D+0.7E+H	Combination	-518.05	-86.33	9.209E-13

**ANEXOS TABLAS CON FUERZAS AXIALES Y MOMENTOS DE PILOTES CARGA DE
SERVICIO MURO PTAR**

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
2	1	D+H	Combination	-863.42	187	44.25
3	1	D+H	Combination	-863.42	162.59	-118.34
4	1	D+H	Combination	-863.42	121.51	-239.86
5	1	D+H	Combination	-863.42	71.44	-311.3
6	1	D+H	Combination	-863.42	24.53	-335.83
7	1	D+H	Combination	-863.42	-16.11	-319.71
8	1	D+H	Combination	-863.42	-47.86	-271.85
9	1	D+H	Combination	-863.42	-85.06	-186.8
21	1	D+H	Combination	-863.42	186.05	41.66
22	1	D+H	Combination	-863.42	161.72	-120.05
23	1	D+H	Combination	-863.42	120.77	-240.82
24	1	D+H	Combination	-863.42	70.86	-311.68
25	1	D+H	Combination	-863.42	24.12	-335.8
26	1	D+H	Combination	-863.42	-16.37	-319.43
27	1	D+H	Combination	-863.42	-47.99	-271.44
28	1	D+H	Combination	-863.42	-85.01	-186.43
81	1	D+H	Combination	-863.42	-103.97	-82.83
82	1	D+H	Combination	-863.42	-103.79	-82.64
83	1	D+H	Combination	-863.42	-82.83	-1.364E-12
84	1	D+H	Combination	-863.42	-82.64	-5.684E-14

Bucaramanga, 20 de febrero de 2026

CE-MP-CE26-002

Señores

CONSORCIO TURÍSTICO 25

Ing. Carlos Gómez Osorio
Director(a) de Interventoría

REFERENCIA: CONTRATO DE OBRA PUBLICA CO1.PCCNTR.7109719, CUYO OBJETO ES: CONSTRUCCIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA Y NÁUTICA PARA EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

ASUNTO: CONCEPTO REVISIÓN DISEÑO MURO DE CONTENCIÓN PLAZOLETA TRAMO 1, TRAMO 2 y TRAMO 3.

De conformidad con su solicitud, el presente informe expone los comentarios pertinentes a los diseños indicados en el asunto, con base en la revisión de los archivos en formato *.pdf* que se relacionan a continuación:

- INSUT_MURO PLAZOLETA_TRAMO 1_REV1 (3 planos)
- INSUT_MURO PLAZOLETA_TRAMO 2_REV0 (5 planos)
- INSUT_MURO PLAZOLETA_TRAMO 3_REV0 (3 planos)
- Memorias de cálculo muros de contención Plazoleta_Tramo 1 REV1
- Memorias de cálculo muros de contención Plazoleta_Tramo 2 REV0
- Memorias de cálculo muros de contención Plazoleta_Tramo 3 REV0

Los planos estructurales se encuentran debidamente rotulados, figurando como diseñador el ingeniero **Tomás Enrique Gómez Suárez**, con matrícula profesional **68202-091503 STD**. Las memorias de cálculo, igualmente rotuladas por el mismo profesional, fueron recibidas vía correo electrónico.

A continuación, se presenta el segundo informe de revisión de los planos y memorias de cálculo correspondientes a los muros de contención de los tramos 1, 2 y 3. De manera preliminar, se había remitido el informe identificado como **CE-MP-CE26-001**, elaborado por el suscrito asesor de la interventoría, en el cual se consignaron observaciones de carácter formal, relacionadas principalmente con aspectos de presentación y aclaración, sin que se identificaran novedades de fondo.

En la nueva versión de planos y memorias recibida se constata que todas las observaciones fueron atendidas a cabalidad, y que dichas correcciones fueron igualmente incorporadas en los diseños correspondientes a los tramos 2 y 3. En consecuencia, se consideran

Miguel Antonio Peralta Hernández

Ingeniero civil (UIS)

Especialista en estructuras (UIS)

Magíster en Ingeniería estructural (UIS)

subsanadas en su totalidad las observaciones previamente formuladas y, dada la homogeneidad y similitud de los diseños de los muros, se verifica que la información presentada es coherente, completa y suficiente para su adecuada ejecución en obra.

Es importante recalcar que el geotecnista responsable deberá otorgar su aval mediante la firma de los planos, certificando la concordancia de los diseños con los resultados y recomendaciones del estudio geotécnico. Adicionalmente, se deberá programar una visita de obra durante la etapa de excavación y ejecución de los pilotes, con el fin de verificar el material encontrado *in situ* y su correspondencia con las hipótesis de diseño adoptadas.

Por lo demás, no se presentan observaciones adicionales.

Agradezco la atención prestada.

Atentamente,



Ing. Miguel Antonio Peralta Hernández
Asesor de la interventoría.

Bucaramanga, 13 de mayo de 2026

Señores

UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024

ASUNTO: USO DE CINTA PVC EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN MUROS DE CONTENCIÓN CENTRO NAUTICO TOPOCORO.

De acuerdo con la revisión de la literatura y las especificaciones de proveedores de juntas de PVC se propone la siguiente discretización de espesores de muros.

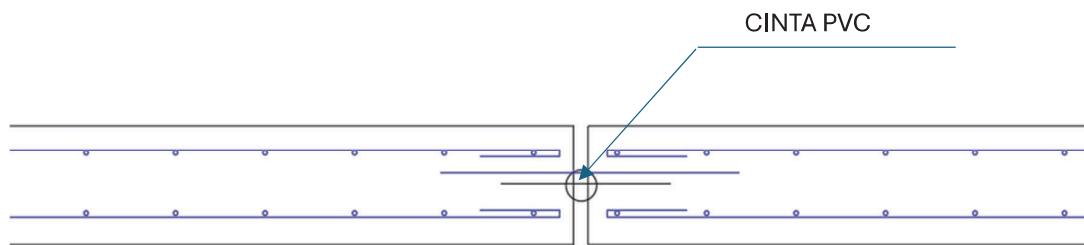


Figura 1: Disposición cinta PVC

Espesores >25cm cinta PVC 22cm

Espesores ≤25cm cinta PVC 15cm

Las especificaciones presentadas en la ficha técnica de Toxement (Disponible en: <https://www.toxement.com.co/media/5991/cinta-pvc-a10-15-22.pdf>)

GUIA DE SELECCION PARA CINTA P.V.C.

El siguiente cuadro se da como guía de consulta. Consulte el Departamento Técnico de EUCLID CHEMICAL TOXEMENT antes de la selección de la **CINTA P.V.C.**

TIPO DE CONSTRUCCION	CABEZA HIDROSTATICA DE PRESION	MOVIMIENTO DE ESTRUCTURA	TIPO CINTA PVC
Juntas frías	Hasta 373 KPa	No considerable	A-10
Albercas Piscinas Tanques de almacenamiento Muros de contención	Hasta 373 KPa	Pequeños o moderados	A-15
Túneles Galerías Presas Diques	Hasta 597 KPa	Moderados a considerables	A-22
Pisos		Moderado	P-18

Fuente: Corps of Engineers "Waterstops and other Joint Materials" EM 1110-2-2102.

Figura 2: Especificaciones cinta de PVC. Tomado de: <https://www.toxement.com.co/media/5991/cinta-pvc-a10-15-22.pdf>

En el caso particular de los muros de contención no existe cabeza hidrostática, pero si esfuerzos producto de los empujes de tierra.

En el caso de los muros de hasta 25cm de espesor se observa que el esfuerzo en la base del muro no supera las 373kPa y por ende es viable el uso de la cinta de 15cm.

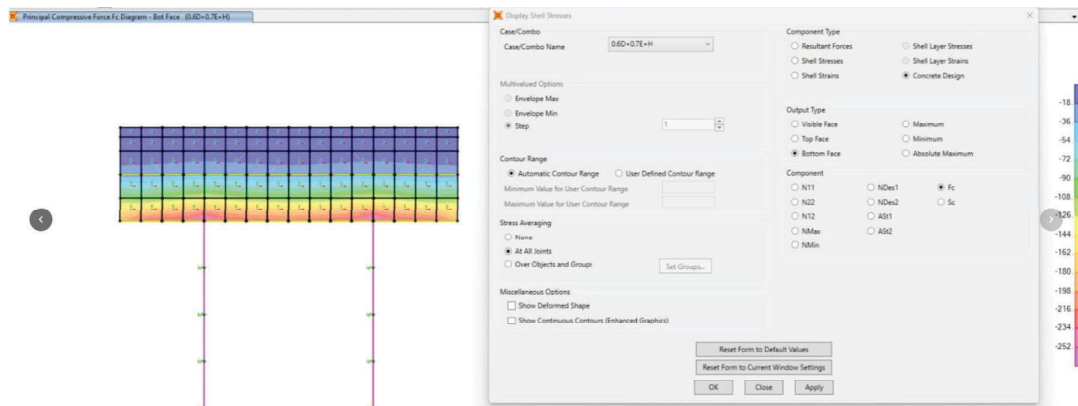


Figura 3: Esfuerzos en muro de 25cm. Max 252kPa.

En el caso de los muros que superan los 25cm se observa que los esfuerzos ascienden, pero encontrándose en el rango para el uso de la cinta de 22cm.

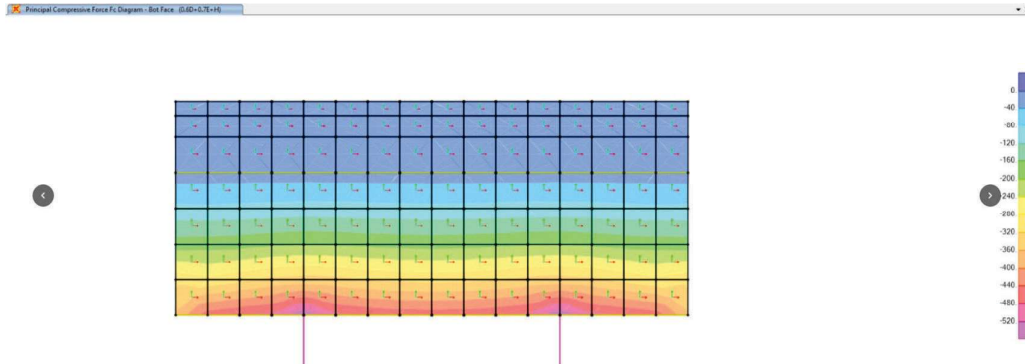


Figura 4: Esfuerzos en muro de 30cm. Max 520kPa.

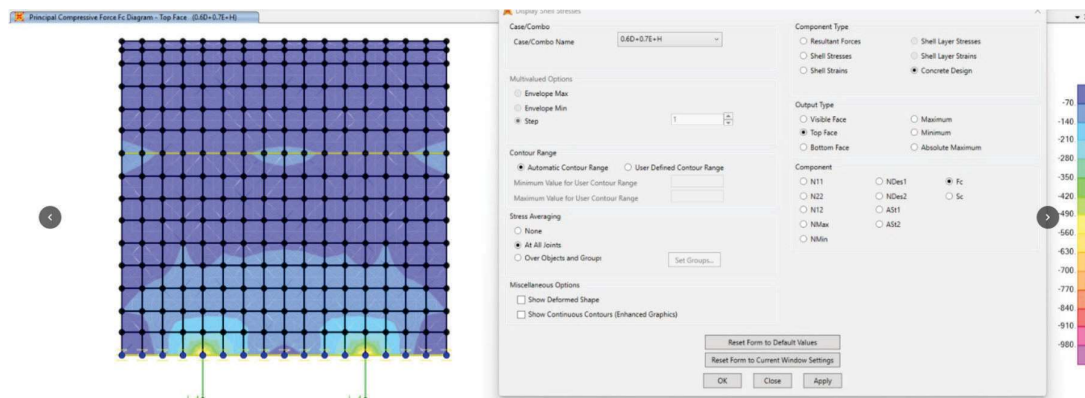


Figura 5: Esfuerzos en muro de 50cm. Max 560kPa.

Por ende y bajo las condiciones de esfuerzo de los muros el esquema de cinta PVC propuesto en la figura 1 es válido.

Att:

TOMAS ENRIQUE GOMEZ SUAREZ

C.C. 91.498.007 de Bucaramanga

MAT 68202-091503 STD

