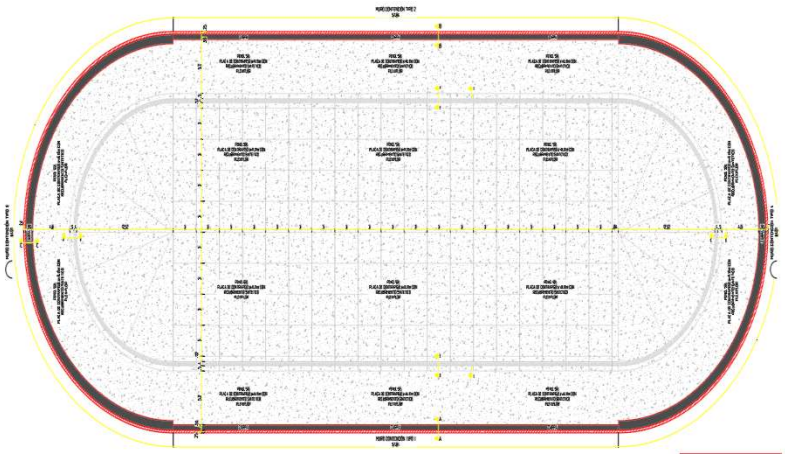
CO-099-2025

COINGEST
CONSULTORIA E INGENIERIA ESTRUCTURAL

PROYECTO

ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL COMPLEJO DEPORTIVO EN EL NÚCLEO RURAL ESCOLAR, CULTURAL Y RECREATIVO DE CHICHIMENE EN EL MUNICIPIO DE ACACIAS - META.

BLOQUE - PISTA DE PATINAJE



Matrícula Inmobiliaria: 232-1991
Cédula catastral: 030000020003000

Rev	Fecha	Descripción	Elaborado	Revisado	Aprobado
IV					
III					
II					
I	ENERO 2025	Inicial			

MEMORIA DE CÁLCULO

Calle 5ª No. 16ª - 34 Macunaima
Villavicencio, Meta
Celular: 311 441 9127
proyectos@coingest.com.co
wwww.coingest.com.co

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 3
1 NORMATIVAS 4
2 MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD 5
2.1 MATERIALES 5
2.2 COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA DISEÑO DE CONCRETO 5
3 CARGAS 7
3.1 CARGAS MUERTAS (CM) 7
3.2 CARGA DE RELLENO (PPH) 7
3.3 CARGAS HIDROSTÁTICAS (F) 7
3.4 EMPUJE LATERAL DEL SUELO (H) 7
3.5 SOBRECARGA EN LA SUPERFICIE 8
4 DISEÑO MURO DE CONTENCION 9
4.1 MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1 & 2 9
4.2 MURO DE CONTENCIÓN TIPO 3 & 4 22
5 DISEÑO PLACA DE CONTRAPISO 35
6 DISEÑO DE CÁRCAMO 40

INTRODUCCIÓN

En la presente memoria se desarrollan los cálculos estructurales realizados, se definen las normas, los materiales, las cargas, los métodos de análisis y diseño a los que se ajustará el diseño estructural de los muros en concreto que conforman la pista de patinaje de entretenimiento del municipio de Acacias, en el departamento del Meta.

Unidades: Ton-m

1 NORMATIVAS

- Norma Colombiana Sismo Resistente NSR-10
  - ✓ Decreto 2525 de 2010
  - ✓ Decreto 092 de 2011
  - ✓ Decreto 0340 de 2012
  - ✓ Decreto 945 de 2017
- Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318 – 14)
- Code requirements for Environmental Engineering concrete structures and Commentary (AC1 350 – 06)
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes - CCP14

2 MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

2.1 MATERIALES

a) Concretos:

- Concreto de limpieza: f´c=11MPa.
- Concreto para Muro de Contención: f´c=21Mpa.

Módulo de elasticidad para el concreto: $E = 3900*\sqrt{f'c}$

Ec =17872.04 MPa.

b) Aceros:

- Acero para barras de refuerzo Ø≥3/8" fy=420MPa.
- Acero para barras de refuerzo Ø<3/8" fy=240MPa.

Módulo de elasticidad para el acero:
Es = 200000 MPa.

c) Cuantía Mínima para Contracción y refuerzo por Temperatura

TABLE 7.12.2.1—MINIMUM SHRINKAGE AND TEMPERATURE REINFORCEMENT

Length between movement joints, ft	Minimum shrinkage and temperature reinforcement ratio	
	Grade 40	Grade 60
Less than 20	0.0030	0.0030
20 to less than 30	0.0040	0.0030
30 to less than 40	0.0050	0.0040
40 and greater	0.0060*	0.0050*

*Maximum shrinkage and temperature reinforcement where movement joints are not provided.
Note: This table applies to spacing between expansion joints and full contraction joints. When used with partial contraction joints, the minimum reinforcement ratio shall be determined by multiplying the actual length between partial contraction joints by 1.5.

2.2 COEFICIENTES DE SEGURIDAD PARA DISEÑO DE CONCRETO

- Flexión, sin carga axial $\phi = 0.90$
- Fuerza axial, y fuerza axial con flexión. (Para fuerza axial con flexión, tanto la resistencia nominal a fuerza axial como la resistencia nominal a momento, deben ser multiplicadas por el mismo valor apropiado de ϕ

  a) Tracción axial, con o sin flexión $\phi = 0.90$
  b) Compresión axial, con o sin flexión
- Elementos con refuerzo en espiral que cumplen C.10.9.3 $\phi = 0.75$
- Elementos reforzados de otra manera $\phi = 0.70$

Para elementos donde **fy** no excede 420 MPa con refuerzo simétrico y con **(h-d'-ds)/h** no menor de **0.7**, ϕ puede aumentarse linealmente hasta **0.90** en la medida que **ϕPn** disminuye de **0.10 fc′Ag** a cero.

- Para otros elementos, cuando los valores de la compresión axial sean bajos, el valor del coeficiente de reducción de resistencia ϕ, puede aumentarse linealmente hasta **0.90** en la medida que **ϕPn** disminuya de **0.10f′c Ag** o **ϕPb**, el menor de los dos, hasta cero.

a) Cortante y torsión ϕ = 0.85
b) Contacto sobre el concreto, o aplastamiento ϕ = 0.70
c) Flexión, compresión, cortante y esfuerzos de contacto en concreto simple ϕ = 0.65

3 CARGAS

3.1 CARGAS MUERTAS (CM)

Peso propio (PP) Corresponde a la carga de los elementos por sus dimensiones

$$PP = L*b*\gamma c$$

Donde:
L= longitud de 1.00m
b= Ancho o espesor del muro.
γc = Peso específico del concreto 1.71t/m^3

3.2 CARGA DE RELLENO (PPH)

En estructuras enterradas se considera el peso del suelo encima de ella.

$$PH = L*H*\gamma s$$

Donde:
L= longitud de 1.00m
H= Altura del terreno
γs = Peso específico del suelo 1.71t/m^3

3.3 CARGAS HIDROSTÁTICAS (F)

Corresponde a las cargas generadas por el agua de las estructuras.

$$F = \frac{\gamma L*h^2}{2}$$

Donde:
h= Altura del espejo de Agua.
γL= Peso específico del líquido contenido 1.0t/m^3

3.4 EMPUJE LATERAL DEL SUELO (H)

La presión lateral del suelo sobre la estructura está basada en las condiciones de flexibilidad de los elementos estructurales enterrados. Se considera la condición de empuje en reposo, estimada introduciendo en la ecuación de Coulomb para empuje activo un factor de movilización para el ángulo de fricción interna de 2/3.
Las cargas de presión lateral del suelo serán tratadas como cargas vivas en el diseño.

Empuje Activo

$$Ea = (1/2\,\gamma H^2)ka$$

Donde:
ϕ= Angulo de fricción interna
γ= Peso específico del suelo 1.71Ton/m^3
H= Altura del relleno.
Ka= Coeficiente de presión activa

3.5 SOBRECARGA EN LA SUPERFICIE

La sobrecarga en la superficie corresponde a las cargas adicionales aplicadas en la parte superior del terreno, generadas por el transito o actividades de personas. Estas cargas producen un incremento uniforme en las presiones laterales actuantes sobre el muro.

Para efectos de diseño, la sobrecarga en la superficie se modela como una carga distribuida uniformemente equivalente, aplicada sobre el relleno

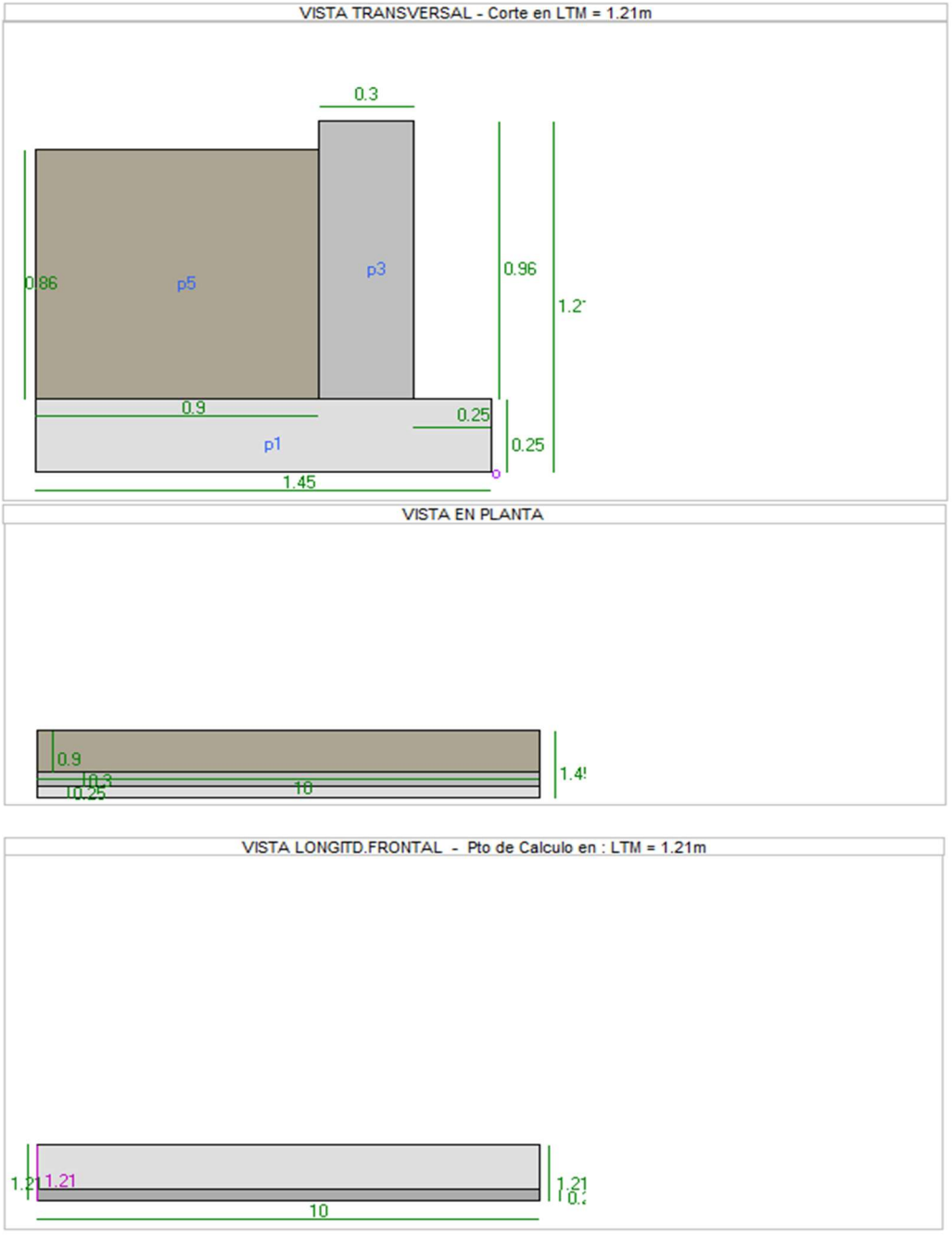
sobrecarga

W= 0.50 Ton/m

Se establece la carga correspondiente 0.50 Ton/m^2 x ancho aferente de 1.00m para área recreativa acorde a tabla B.4.2.1-1 considerando que la pista de patinaje es una zona de reunión de deportistas.

4 DISEÑO MURO DE CONTENCION

4.1 MURO DE CONTENCIÓN TIPO 1 & 2



Especificaciones del Muro

GEOMETRÍA DEL MURO	
Longitud Total del Muro, LTM (m)	10
Altura Máxima del Muro, Hmáx Muro (m)	1.21
Altura Mínima del Muro, Hmín Muro (m)	1.21
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de la Zapata, LTZ (m)	1.45
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.25
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.25
Sección en Estudio (a diseñar)	LTM
CONSTANTES DEL SUELO	
Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	17.28
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	30.72
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	24.96
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.71
Ángulo Inclinación Talud Relleno β (grados)	0
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ'f (grados)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ'f (grados)	30
Áng Rozamiento terreno - zapata δ (grados)	0
Altura de Suelo sobre Zarpa Del , Hszd (m)	0
Peso Específ. Suelo sobre Zarpa Del (t/m3)	1.8
Altura Libre entre Tope de Muro y Relleno (m)	0.1
Altura Nivel Freático desde fondo zapata, Hnf(m)	0
CONSTANTES SÍSMICAS	
Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.2
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	D
SOBRECARGA VEHICULAR (obligatoria en proximidad vías)	
Definición del Tipo de Muro	Vinculado a Puente o Vía
Distancia respaldo muro a borde tráfico (m)	0

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	8.7	0.725	6.307
p2	0	0	0
p3	6.912	0.4	2.765
p4	0	0	0
Σ	15.612		9.072

	Valor	Simbología
P DC	15.612	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.581	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.144	Excentricidad de PDC (m)
M DC	2.246	Mom por PDC a ycg zap(t-m)
M DCo	9.072	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	13.235	1	13.235
p6	0	0	0
Σ	13.235		13.235

	Valor	Simbología
P EV	13.235	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.275	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-3.64	Mom por PEV a ycg zap(t-m)
M EVo	13.235	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \emptyset'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[sin(\emptyset'_f + \delta)sin(\emptyset'_f - \beta)/(sin(\theta - \delta)sin(\theta + \beta))]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	0.633	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1.11	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	3.511	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	0.633	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	3.511	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.37	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	1.299	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.684	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.2	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	0.9	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	6.156	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.275	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-1.693	Mom por LS vert en el ycg zap (t-m)
MLso	6.156	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.684	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	8.276	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.605	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	5.007	Momento por LS horiz en ycg zap(t-m)
MLs	3.314	Mom Total por LS en ycg zap (t-m)

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	8.7	0.125	1.088
p2	0	0.57	0
p3	6.912	0.73	5.046
p4	0	0.57	0
Σ	15.612		6.133

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	13.235	0.68	9
p6	0	0	0
Σ	13.235		9

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.28	x Fpga
kh	0.14	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	7.97°	ArcTg(kh)
i	0°	Áng Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Áng Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Áng de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Áng entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.425	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	5.325 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	1.813 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	1.32 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi cos\theta sin^2\beta sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{sin(\emptyset+\delta)sin(\emptyset-\theta-i)}{sin(\beta-\delta-\theta)cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

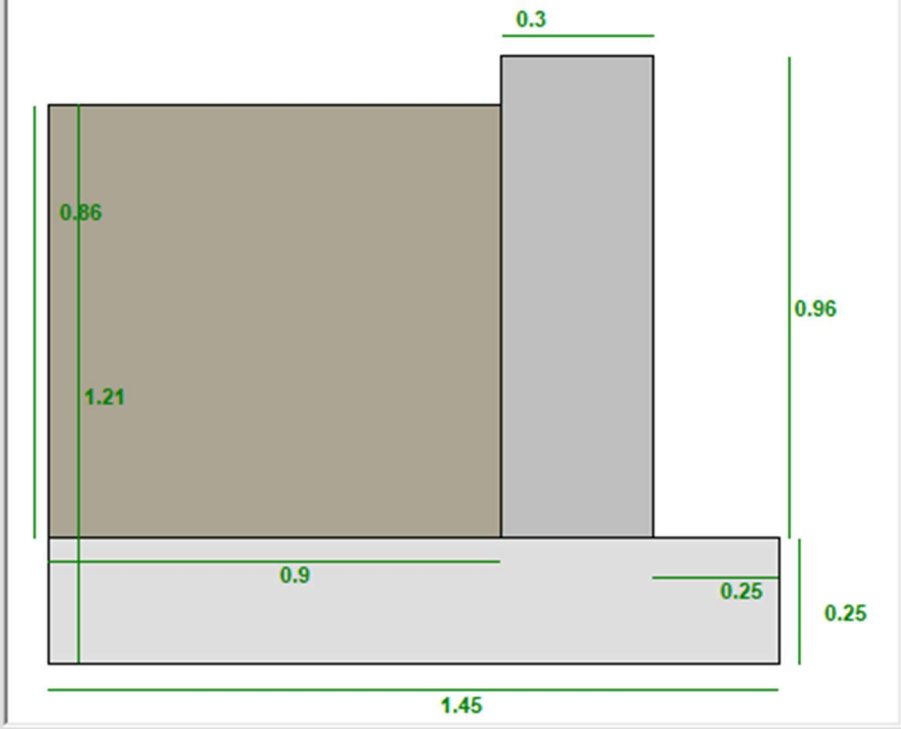
Carga Total de Sismo : PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	15.612	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	13.235	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.14	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	4.039	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	3.511	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	1.813	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	3.833	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	5.794	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**5.794**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.484	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**2.804**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**5.794**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**2.804**	Suma Total de Msismo (t-m)

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas

	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.612		2.246	15.612		2.246	15.612		2.246
EH		3.511	1.299		3.511	1.299		3.511	1.299
EV	13.235		-3.64	13.235		-3.64	13.235		-3.64
LS	6.156	8.276	5.007	6.156	8.276	5.007	6.156	8.276	5.007
EQ									
Σ				35.003	11.787	4.913	35.003	11.787	4.913

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.612		2.246	19.515		2.808	14.051		2.022
EH		3.511	1.299		5.267	1.949		3.16	1.169
EV	13.235		-3.64	17.868		-4.914	13.235		-3.64
LS	6.156	8.276	5.007	10.773	14.484	8.763	10.773	14.484	8.763
EQ									
Σ				48.156	19.75	8.606	38.059	17.644	8.314

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	15.612		2.246	19.515		2.808	14.051		2.022
EH		3.511	1.299		5.267	1.949		3.16	1.169
EV	13.235		-3.64	17.868		-4.914	13.235		-3.64
LS	6.156	8.276	5.007	3.078	4.138	2.504	3.078	4.138	2.504
EQ		5.794	2.804		5.794	2.804		5.794	2.804
Σ				40.461	15.199	5.151	30.364	13.092	4.859

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 24.96 t/m2 — Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	35	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.45	Ancho de la Zapata (m)
L	10	Longitud de la Zapata (m)
d	0.46	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.27	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	3.83	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE:Servicio

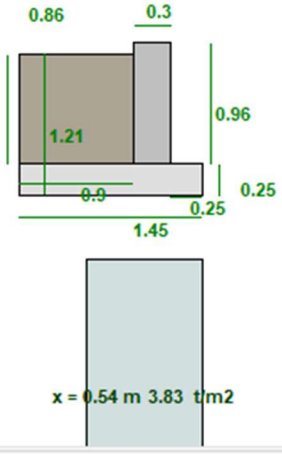
$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2 .Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	9.07	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	13.24	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	22.31	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.3	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	5.01	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	6.31	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	35	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.46	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.27	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.48	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

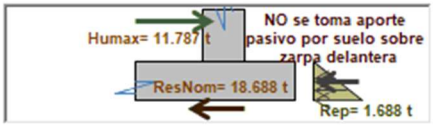
ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.25	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.35	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.688	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	18.688	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	20.376	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	11.787	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.579	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín}$ =0

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 17.28 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	48.16	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.45	Ancho de la Zapata (m)
L	10	Longitud de la Zapata (m)
d	0.38	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.34	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	6.27	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE:Resistencia I

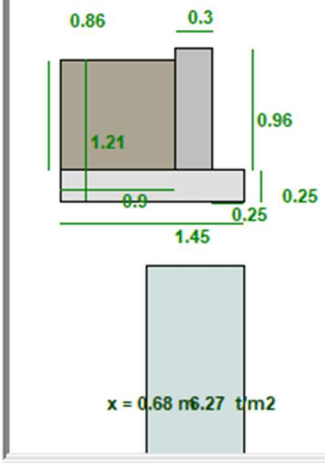
$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$Y_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $Y_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2 Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	11.34	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	17.87	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	29.21	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.95	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	8.76	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	10.71	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	48.16	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.38	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.34	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.48	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

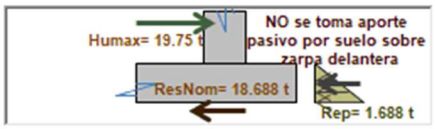
ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.25	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.35	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.688	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	18.688	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	20.376	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	19.75	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.969	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín}$ =0

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 30.72 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	40.46	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.45	Ancho de la Zapata (m)
L	10	Longitud de la Zapata (m)
d	0.54	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.18	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	3.73	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE:Evento Extremo I

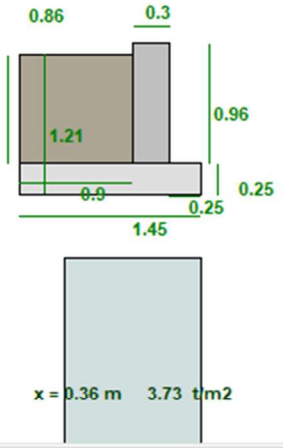
$e_{máx}$= B/3 (Est Lím Resistencia) | Caso: MÁXIMO

$Y_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $Y_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2 Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	11.34	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	17.87	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	29.21	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.95	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	2.5	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	2.8	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	7.26	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	40.46	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.54	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.18	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.53	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

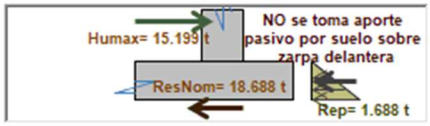
ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.25	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.35	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	1.688	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	18.688	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	20.376	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	15.199	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.746	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

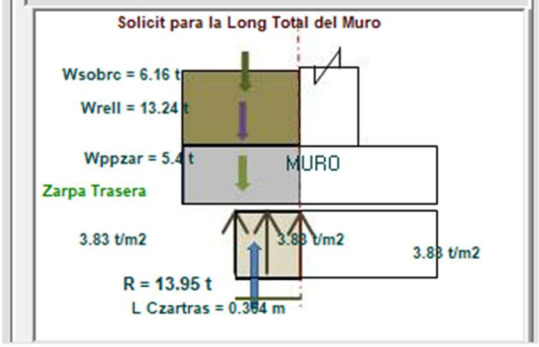
Estado Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-13.95 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	5.4 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	13.24 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	6.16 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	10.85 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	2.43 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	5.96 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	5.54 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	13.93 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

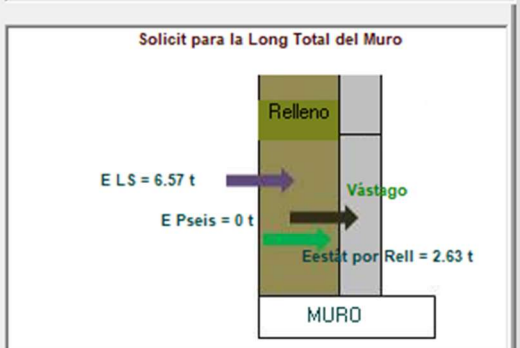


DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	2.63 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	6.57 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	9.19 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	0.84 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	3.15 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	3.99 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

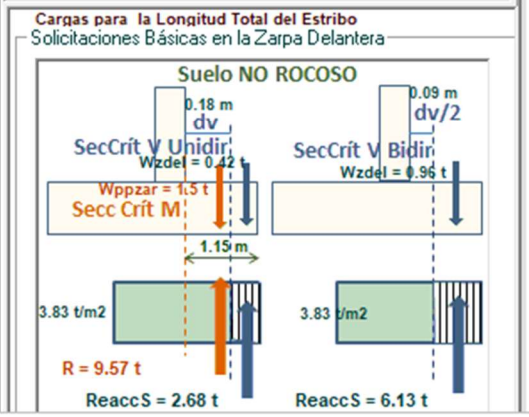


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	9.57 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.5 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.26 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.2 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.19 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.01 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



Estado Límite: Resistencia I

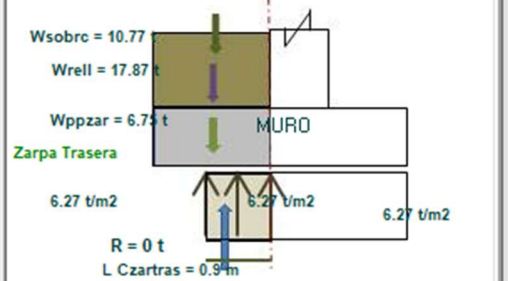
DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	6.75 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	17.87 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	10.77 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	35.39 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	3.04 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	8.04 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	9.7 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	20.77 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



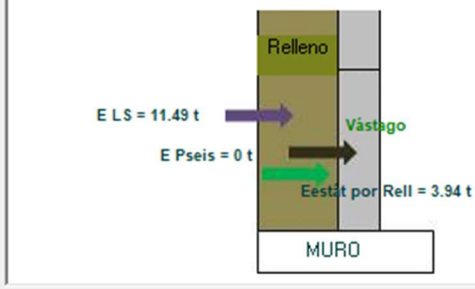
DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	3.94 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	11.49 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	15.43 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	1.26 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	5.52 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	6.78 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

Solicit para la Long Total del Muro



DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

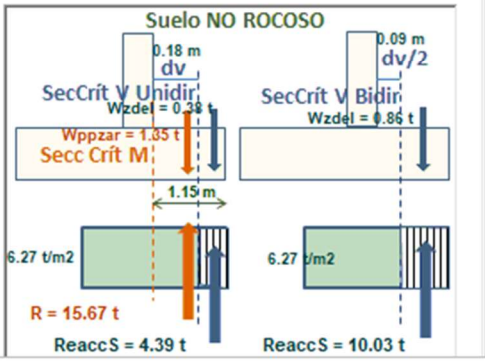
SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	15.67 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.35 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	4.01 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.96 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.17 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.79 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño

Cargas para la Longitud Total del Estribo

Solicitaciones Básicas en la Zarpa Delantera



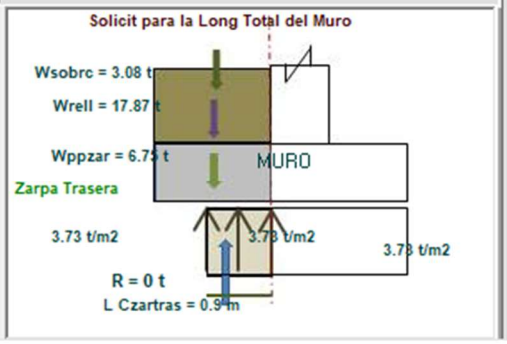
Estado Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	6.75 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	17.87 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.08 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	27.7 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	3.04 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	8.04 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	2.77 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	13.85 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

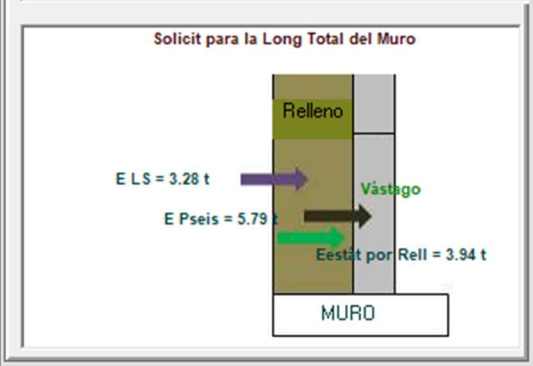


DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	3.94 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	5.79 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	3.28 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	13.02 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	1.26 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	2.8 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	1.58 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	5.64 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

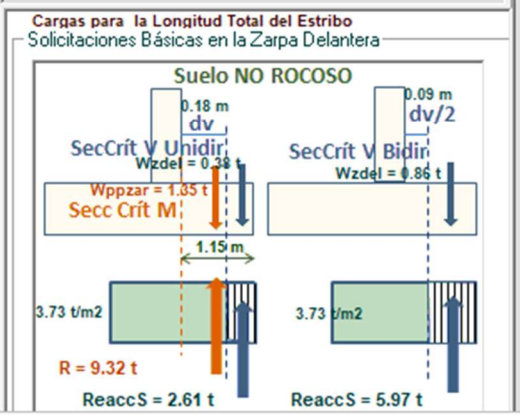


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	9.32 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.35 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	2.23 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.17 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.17 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



ENVOLVENTE DE DISEÑO DEL MURO

ENVOLVENTE DE DISEÑO DEL MURO

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	54.53	11.36	15.19
Resistencia I	30.73	3.48	9.05
Ev Extremo I	55.21	4.45	10.73
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DEL MURO

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	54.53	11.36	15.19
Resistencia I	30.73	3.48	9.05
Ev Extremo I	55.21	4.45	10.73
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para el Muro

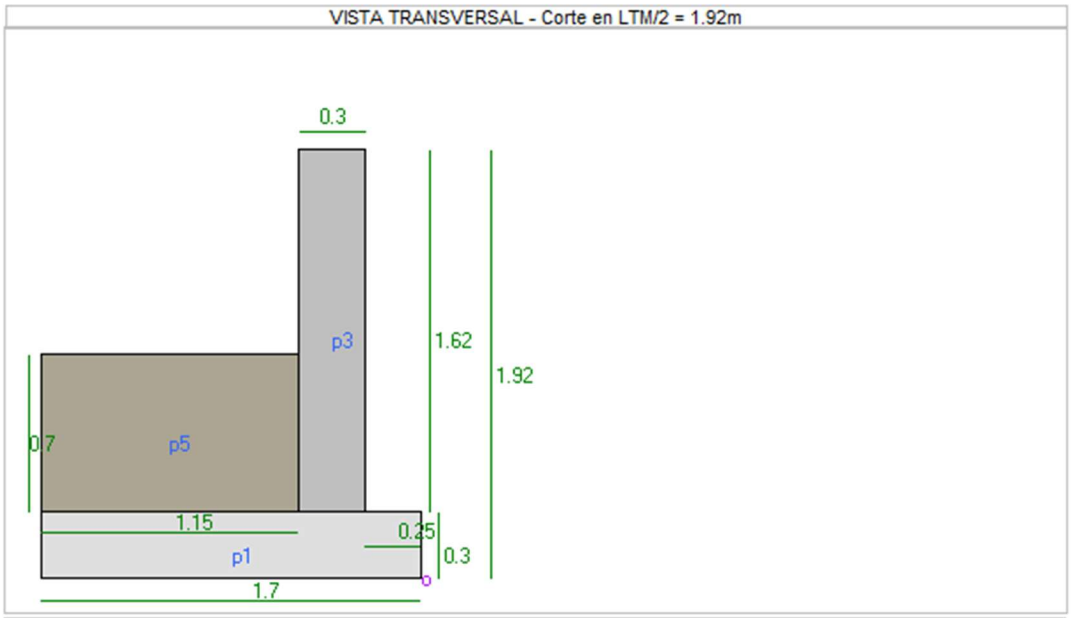
Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	210
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	10
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	4
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

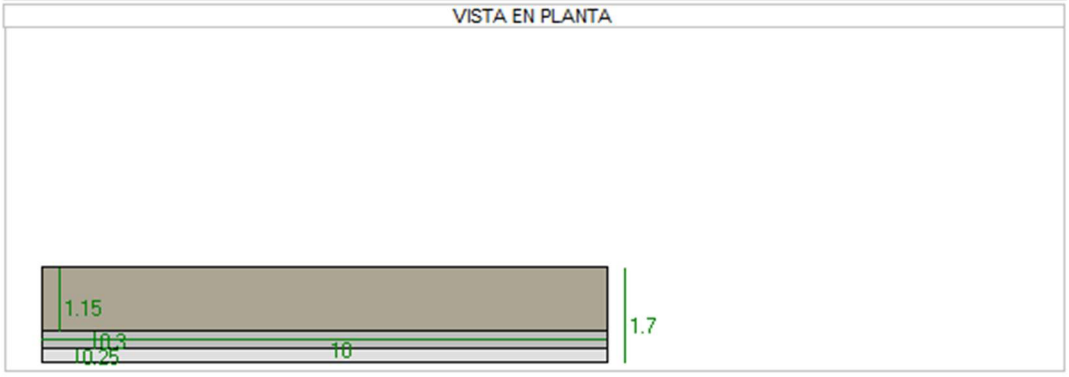
$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

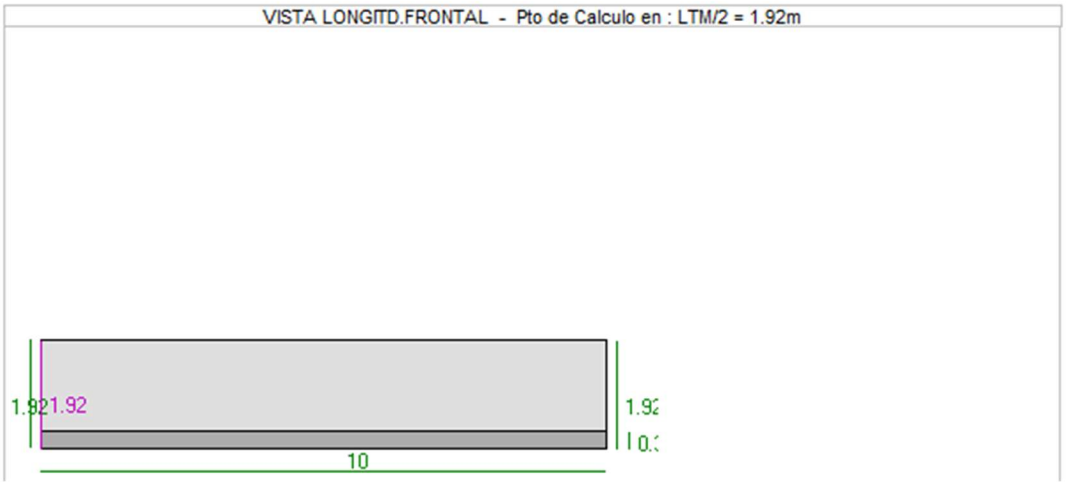
Índice de Acero Rho:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

4.2 MURO DE CONTENCIÓN TIPO 3 & 4







GEOMETRÍA DEL MURO	
Longitud Total del Muro, LTM (m)	10
Altura Máxima del Muro, Hmáx Muro (m)	1.92
Altura Mínima del Muro, Hmín Muro (m)	1.92
Ancho de Corona del Vástago, AC (m)	0.3
Proyección Trasera Vástago, BZ (m)	0
Proyección Delantera Vástago, BD (m)	0
Longitud Total de la Zapata, LTZ (m)	1.7
Longitud de la Zarpa Delantera, LZD (m)	0.25
Espesor de la Zapata, Hzap (m)	0.3
Sección en Estudio (a diseñar)	LTM/2
CONSTANTES DEL SUELO	
Resistencia Suelo E Lím de Resistencia(t/m2)	17.28
Resistencia Suelo E.Lím Evento Extrem (t/m2)	30.72
Resistencia Suelo Est.Lím de Servicio (t/m2)	24.96
Peso Especifico Suelo de Relleno (t/m3)	1.71
Ángulo Inclinación Talud Relleno β (grados)	0
Áng Fricción Interna Suelo Relleno ϕ'f (grados)	30
Áng Fricción Interna Suelo Cimentac ϕ'f (grados)	30
Áng Rozamiento terreno - zapata δ (grados)	0
Altura de Suelo sobre Zarpa Del , Hszd (m)	0
Peso Específ. Suelo sobre Zarpa Del (t/m3)	1.8
Altura Libre entre Tope de Muro y Relleno (m)	0.92
Altura Nivel Freático desde fondo zapata, Hnf(m)	0
CONSTANTES SÍSMICAS	
Coeficiente Aceleración Pico Horiz, PGA	0.2
Clase de Sitio (Clase de Suelo)	D
SOBRECARGA VEHICULAR (obligatoria en proximidad vías)	
Definición del Tipo de Muro	Vinculado a Puente o Vía
Distancia respaldo muro a borde tráfico (m)	0

Cargas y Momentos

Cargas y Momentos DC por el Muro Total

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p1	12.24	0.85	10.404
p2	0	0	0
p3	11.664	0.4	4.666
p4	0	0	0
Σ	23.904		15.07

	Valor	Simbología
P DC	23.904	Carga por P.P. Muro (t)
yDC	0.63	Ubicación PDC resp a o (m)
eDC	0.22	Excentricidad de PDC (m)
M DC	5.249	Mom por PDC a yog zap(t-m)
M DCo	15.07	Mom por PDC resp a o (t-m)

Cargas y Momentos EV por el Relleno

Polig	Peso(t)	Brazo y(m)	Mom Mo (t-m)
p5	13.766	1.125	15.486
p6	0	0	0
Σ	13.766		15.486

	Valor	Simbología
P EV	13.766	Carga por Peso Relleno (t)
yEV	1.125	Ubicación PEV resp a o (m)
eEV	-0.275	Excentricidad de PEV (m)
M EV	-3.786	Mom por PEV a yog zap(t-m)
M EVo	15.486	Mom por PEV resp a o (t-m)

Empuje de Tierras

PRESIÓN DE TIERRAS (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.5.3)

$$k_a = sin^2(\theta + \varnothing'_f)/(\Gamma(sin^2\theta sin(\theta - \delta))$$

$$\Gamma = \{1 + \sqrt{[\sin(\varnothing'_f + \delta)\sin(\varnothing'_f - \beta)/(\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta))]}\}^2$$

	Valor	Simbología
θ	90	Ang Cara Trasera Muro con Horiz (°)
β	0	Ang Talud Relleno con la Horiz (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Muro (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricción Interna (°)
Ka	0.333	Coefic. de Presión Lateral Activa
po1	0.57	Presión por suelo nat seco (t/m2)
H1	1	Altura Suelo Nat Seco (m)
E1	2.85	Emp por Suelo Nat Seco (t)
po2	0.57	Presión por Suelo Sumergido (t/m2)
H2	0	Altura del Suelo Sumergido (m)
E2	0	Empuje por Suelo Sumergido (t)
pagua	0	Presión del Agua (t/m2)
Eagua	0	Empuje del Agua (t)
EHtot.	2.85	Empuje Total EH (t)
Bzo.Etot	0.333	Brazo del Empuje Total Z_EH (m)
M EH	0.95	Momento por Empuje Total EH (t-m)

SOBRECARGA VIVA (AASHTO 2014 y CCP14 Art. 3.11.6.4)

Carga Vertical

	Valor	Simbología
pv	0.636	Presion Vert por sobrecarga (t/m2)
d	0	Dist del muro a borde tráfico (m)
heq	1.116	Altura equiv de sobrecarga (m)
ls	1.15	Ancho accion sobrecarga viva (m)
PLs	7.315	Peso por sobrec. viva:Vertical (t)
yLs	1.125	Ubicación sobrecarga viva (m)
eLs	-0.275	Excentricidad Sobrecarga Viva (m)
MLsv	-2.012	Mom por LS vert en el yog zap (t-m)
MLso	8.23	Momento por LS vertical (o) (t-m)

Presión Lateral (Horizontal) Ec 3.11.6.4-1

	Valor	Simbología
p1	0.636	Presion horiz por sobrec viva (t/m2)
eLs	12.214	Empuje de Tierras por sobrec viva (t)
ZLs	0.96	Ubicación de Emuje desde x-x (m)
MLsh	11.725	Momento por LS horiz en yog zap(t-m)
MLs	9.713	Mom Total por LS en yog zap (t-m)

Sismo

CÁLCULO SÍSMICO . AASHTO y CCP14 Art 3.10

Carga Cálculo Aceler por Masa Muro Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p1	12.24	0.15	1.836
p2	0	0.84	0
p3	11.664	1.11	12.947
p4	0	0.84	0
Σ	23.904		14.783

Carga Cálculo Aceler por Masa Relleno Art. 11.6.5.2.2

Polig	Peso(t)	Brazo z (m)	Mom M (P*z) (t-m)
p5	13.766	0.65	8.948
p6	0	0	0
Σ	13.766		8.948

Cálculo Empuje y Momento Sísmico. Mononobe Okabe

	Valor	Descripción
kho	0.28	x Fpga
kh	0.14	Coef de Aceleración Horizontal
kv	0	Coef de Aceleración Vertical
θ	7.97°	ArcTg(kh)
i	0°	Áng Inclinación Talud Relleno
ϕ	30°	Áng Fricción Interna Suelo Relleno
δ	0°	Áng de Rozamiento Terreno Muro
β	90°	Áng entre Vertical y Paramento Muro
KAE	0.425	Coef Sísmico de Presión Activa Suelo
PAE	13.407 t	Emp Dinámico Horiz Activo (inc.PEstát)
ΔPAE	10.557 t	Empuje Pseudo Estático
MEAE	12.16 t-m	Momento por Emp Dinám Horiz Activo

Ecuación Empuje Activo Sísmico Mononobe Okabe

$$K_{AE} = \frac{sin^2(\emptyset + \beta - \theta)}{\psi cos\theta sin^2\beta sin(\beta - \delta - \theta)}$$

$$\theta = \arctan(k_h/(1-k_v))$$

$$\beta = Ang\ entre\ vert\ y\ param.muro$$

$$i = Talud\ del\ Relleno$$

$$\psi = \{1 + \sqrt{\frac{sin(\emptyset+\delta)sin(\emptyset-\theta-i)}{sin(\beta-\delta-\theta)cos(i+\beta)}}\}^2$$

Global

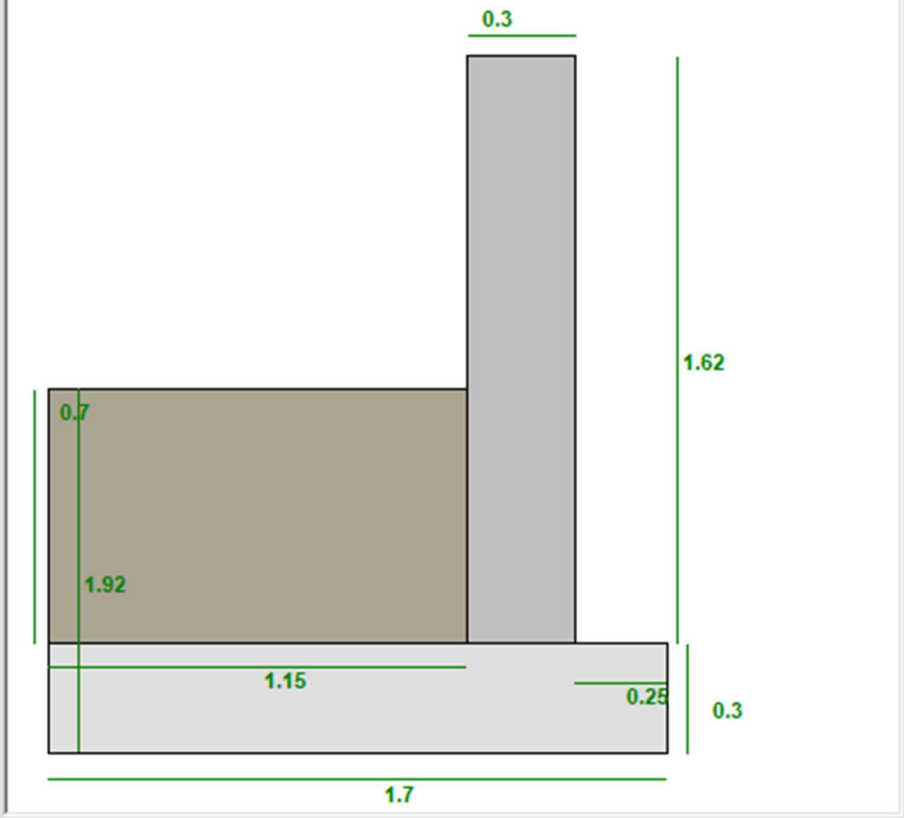
Carga Total de Sismo : PIR y Hbu

	Valor	Simbología
Ww	23.904	Peso del Cuerpo del Muro (t)
Ws	13.766	Peso del Suelo del Relleno (t)
Kh	0.14	Coef Acelerac Sísmica Horiz
PIR	5.274	Fza Inercial Horiz: kh(Ww+Ws) (t)
EH	2.85	Empuje Estático de Suelos (t)
DeltaPAE	10.557	Difer. Emononobe - EH (t)
Pseis_1	13.194	100%DeltaPAE + 50%PIR (t)
Pseis_2	10.552	50%(DeltaPAE(>=EH)) + 100%PIR
Pseis_dom	**13.194**	Carga Psísmica dominante (t)
Brazo Y	0.768	Brazo de Aplic: 0.4Htot_Muro (m)
Mseis	**10.133**	Mom por Carga Psísmica (t-m)
Sumat Fsism	**13.194**	Suma Total de Fsismo (t)
Sumat Msism	**10.133**	Suma Total de Msismo (t-m)

EstLím	SERVICIO I		RESISTENCIA I		EV EXTREMO I	
Combin.	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN	γMAχ	γMIN
DC	1.00	1.00	1.25	0.90	1.25	0.90
DW	1.00	1.00	1.50	0.65	1.50	0.65
LL	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
BR	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
EH	1.00	1.00	1.50	0.90	1.50	0.90
EV	1.00	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
LS	1.00	1.00	1.75	1.75	0.00	0.00
TU	1.00	1.20	0.50	1.20	0.50	1.20
SH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
WS	0.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
WL	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Denominacion Cargas

	DESCRIPCIÓN
DC	P.P. Comp.Estr y Accesor.
DW	P.P. Rodadura e Instalac.
LL	Carga Viva Vehicular
BR	Fuerza Frenado Vehicular
EH	Empuje Horizont del Suelo
EV	Presión Vert Suelo Relleno
LS	Sobrecarga por C_Viva
TU	Fuerza por Temp Uniforme
SH	Fuerzas por Retracción
WA	Pres Agua y Corriente
WS	Viento sobre Estructura
WL	Viento sobre C Viva
EQ	Carga Sísmica



Estado Límite de SERVICIO I

Servicio I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	23.904		5.249	23.904		5.249	23.904		5.249
EH		2.85	0.95		2.85	0.95		2.85	0.95
EV	13.766		-3.786	13.766		-3.786	13.766		-3.786
LS	7.315	12.214	11.725	7.315	12.214	11.725	7.315	12.214	11.725
EQ									
Σ				44.985	15.064	14.138	44.985	15.064	14.138

Estado Límite de RESISTENCIA I

Resisten I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	23.904		5.249	29.88		6.561	21.514		4.724
EH		2.85	0.95		4.275	1.425		2.565	0.855
EV	13.766		-3.786	18.583		-5.11	13.766		-3.786
LS	7.315	12.214	11.725	12.802	21.374	20.519	12.802	21.374	20.519
EQ									
Σ				61.265	25.649	23.394	48.081	23.939	22.312

Estado Límite de EVENTO EXTREMO I

Ev.Extrem I	P (t)	H (t)	M (t-m)	Pu Máx (t)	Hu Máx (t)	Mu máx (t-m)	Pu Mín (t)	Hu Mín (t)	Mu mín (t-m)
DC	23.904		5.249	29.88		6.561	21.514		4.724
EH		2.85	0.95		4.275	1.425		2.565	0.855
EV	13.766		-3.786	18.583		-5.11	13.766		-3.786
LS	7.315	12.214	11.725	3.658	6.107	5.862	3.658	6.107	5.862
EQ		13.194	10.133		13.194	10.133		13.194	10.133
Σ				52.121	23.576	18.871	38.937	21.866	17.789

Estado Límite Servicio I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

Solicitaciones Estado Límite : **Servicio**

Resistencia Suelo 24.96 t/m2 — Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	44.98	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.7	Ancho de la Zapata (m)
L	10	Longitud de la Zapata (m)
d	0.4	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.45	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	5.66	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE:Servicio

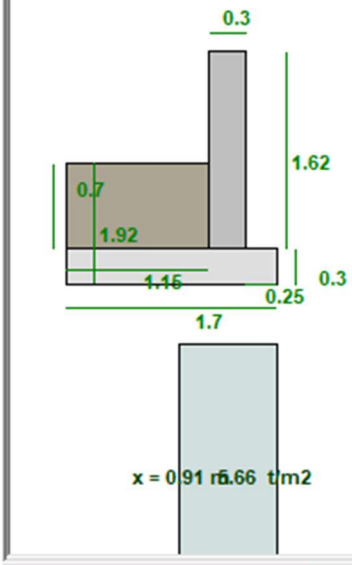
$e_{máx}$= B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2, Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	15.07	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	15.49	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	30.56	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	0.95	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	11.72	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	12.67	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	44.98	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.4	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.45	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.57	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

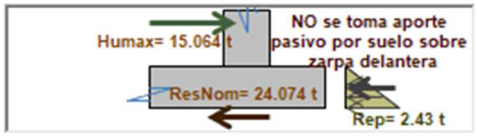
ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Servicio**



CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: **Servicio**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	2.43	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	24.074	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	26.504	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	15.064	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.568	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Estado Límite Resistencia I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

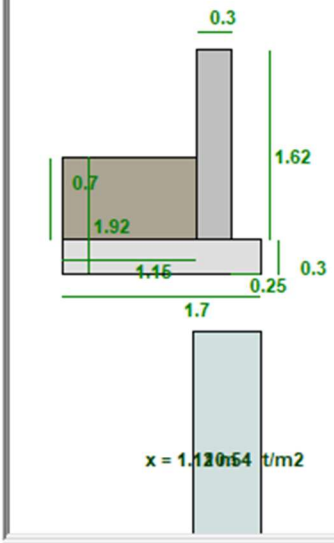
Solicitaciones Estado Límite : **Resistencia I**

Resistencia Suelo 17.28 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	61.27	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.7	Ancho de la Zapata (m)
L	10	Longitud de la Zapata (m)
d	0.29	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.56	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	10.54	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Resistencia I**



CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE:Resistencia I

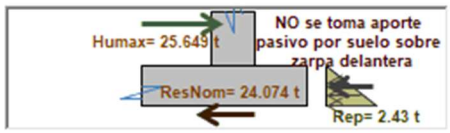
$e_{máx}$= B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

Y_{EQ} = 1 $e_{máx}$= (8B/10)/2 Y_{EQ} = 0 $e_{máx}$= (2B/3)/2 Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	18.84	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	20.91	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	39.74	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.42	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	20.52	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	21.94	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	61.27	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.29	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.56	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.57	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: **Resistencia I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	2.43	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	24.074	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	26.504	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	25.649	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.968	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín}$ =0

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

Estado Límite Evento Extremo I

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO

Solicitaciones Estado Límite : **Evento Extremo I**

Resistencia Suelo 30.72 t/m2 | Caso: MÁXIMO

	Valor	Simbología
ΣP	52.12	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	1.7	Ancho de la Zapata (m)
L	10	Longitud de la Zapata (m)
d	0.43	(MomEstab - MomVolc) /SumatP (m)
e calc	0.42	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σv	6.08	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σv1	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σv2	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE:Evento Extremo I

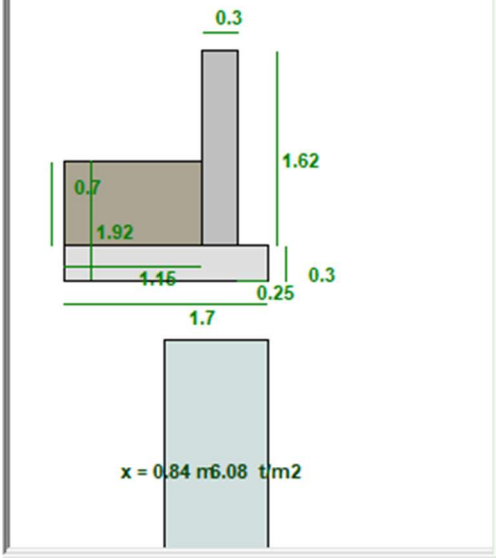
$e_{máx}$=.B/3 (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO

$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{máx}$= (8B/10)/2 $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{máx}$= (2B/3)/2 .Ev Extr

	Valor	Simbología
DCmuro	18.84	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	20.91	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	39.74	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	1.42	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	5.86	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	10.13	Mom(o) por FzaSísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	17.42	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	52.12	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.43	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.42	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.62	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

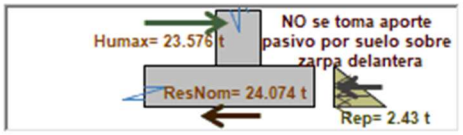
ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN EL SUELO (t/m2)

ESTADO LÍMITE: **Evento Extremo I**



CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: **Evento Extremo I**

	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant (°)
β	90	Áng Pared Del. (ZarpDel) con Horizont (°)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo (°)
ϕ	30	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo (°)
Kp	3	Coeficiente de Presión Lateral Pasiva
hp1	0.3	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
qp1	1.62	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m2)
Rep	2.43	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	24.074	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	26.504	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
Humáx	23.576	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
Hu/Rntot	0.89	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave



d = (MomEstab - MomVolc) /SumatP e = B / 2 - d 11.6.3.2-2 (3) tercio medio

Suelo NO ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B - 2e}\right)/L$$

11.6.3.2-1

Suelo ROCOSO

$$\sigma_v = \left(\frac{\Sigma P}{B}\left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)\right)/L$$

Suelo ROCOSO R fuera tercio medio

$$\sigma_{v\,máx} = \frac{2\Sigma P}{3B\left(\frac{B}{2} - e\right)}$$

$\sigma_{v\,mín} = 0$

11.6.3.2-4 (5)

REVISIÓN GLOBAL DE ESFUERZOS EN SUELO Y ESTABILIDAD

ENVOLVENTE

CHEQUEO	Evaluación	Observación
Esfzos Suelo	EMáx<Qa EMín>0	Esfuerzos OK
Deslizamiento	NO Req Llave	-
Volcamiento	OK	-

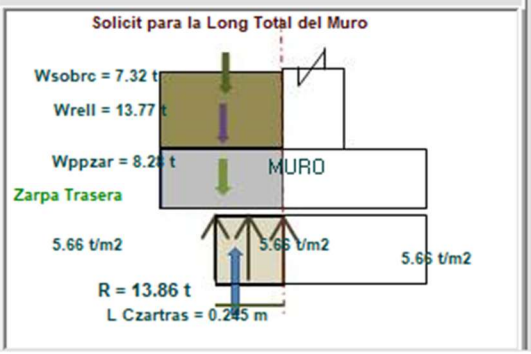
Estado Límite: Servicio I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	-13.86 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	8.28 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	13.77 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	7.32 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	15.5 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	4.76 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	7.92 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	8.41 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	21.09 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

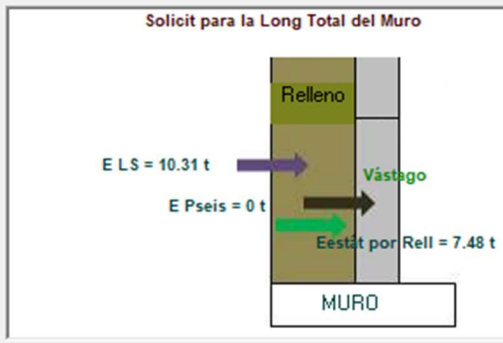


DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	7.48 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	10.31 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	17.78 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	4.04 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	8.35 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	12.39 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

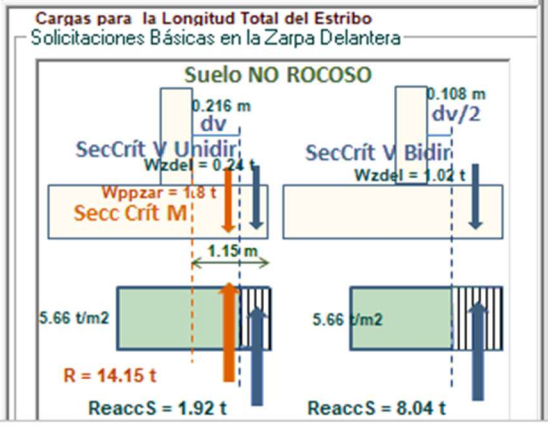


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Servicio

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	14.15 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.8 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.68 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.77 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.22 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.54 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



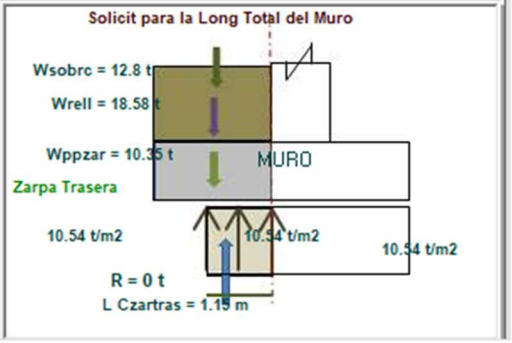
Estado Límite: Resistencia I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	10.35 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.58 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	12.8 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	41.74 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	5.95 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	10.69 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	14.72 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	31.36 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

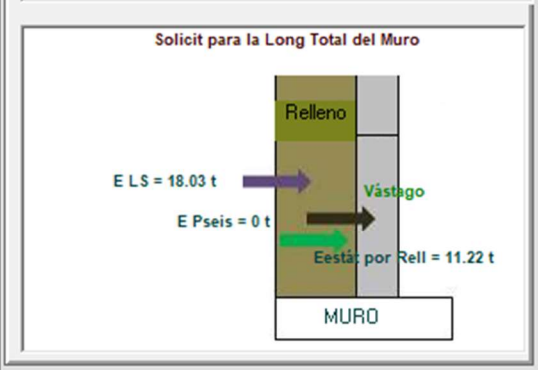


DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	11.22 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	0 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	18.03 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	29.25 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	6.06 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	0 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	14.61 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	20.67 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

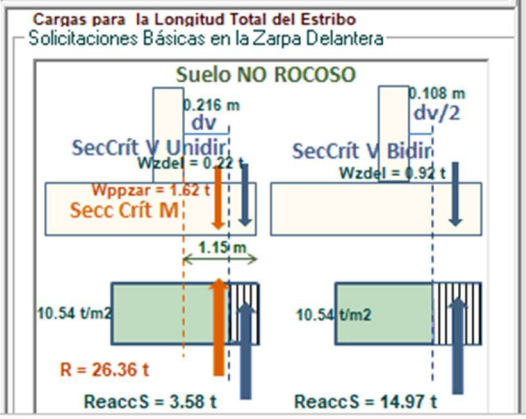


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Resistencia I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	26.36 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.62 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	3.36 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	3.29 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.2 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	3.09 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



Calle 5ª No. 16ª – 34 Macunaima
Villavicencio, Meta
Celular: 311 441 9127
proyectos@coingest.com.co
wwww.coingest.com.co

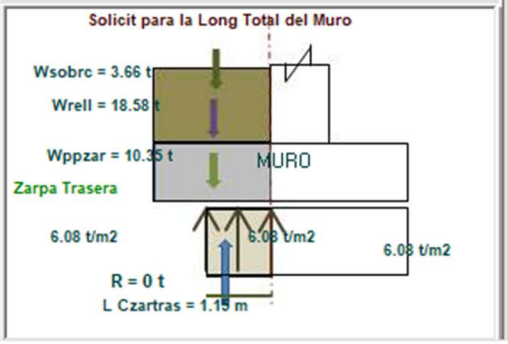
Estado Límite: Evento Extremo I

DISEÑO DE LA ZARPA TRASERA O TALÓN

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzartras	0 t	Carga Total por Reacc Sue Zarp Tras
Wzarptras	10.35 t	Carga Total por P.P. Zarpa Trasera
Wrelleno	18.58 t	Carga Total por Peso del Relleno
Sobrec.Ver	3.66 t	Carga por Comp. Vert Sobrecarga
Vu	32.59 t	Sumat Cargas Vert: Vu de Diseño
MuxReacc Sue	0 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x PPzarp	5.95 t-m	Momento por P.P. Zarpa Trasera
Mu x Wrell	10.69 t-m	Momento por Peso del Relleno
Mu x Sobrec	4.21 t-m	Momento por CompV Sobrecarga
Sumat Mu	20.84 t-m	Sumat de Momentos. Mu diseño

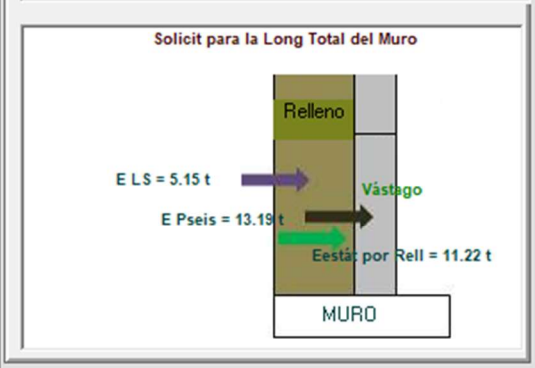


DISEÑO DEL VÁSTAGO O PANTALLA

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
E de Tierras EH	11.22 t	Emp Estático de Tierras
E sísmico E Pseis	13.19 t	Empuje Sísmico Pseis
E Sobrecarga LS	5.15 t	Emp por Sobrecarga Viva
Sumat Empujes	29.57 t	Sumat de Empujes = Vu diseño
Mom x E.Tierra EH	6.06 t-m	Mom x Emp de Tierras
Mom por Pseis	10.13 t-m	Mom por Fza Sísmica Pseis
Mom por LS	4.17 t-m	Mom x SobrecViva LS
Sumat Momentos	20.36 t-m	Sumat de Momentos = Mu diseño

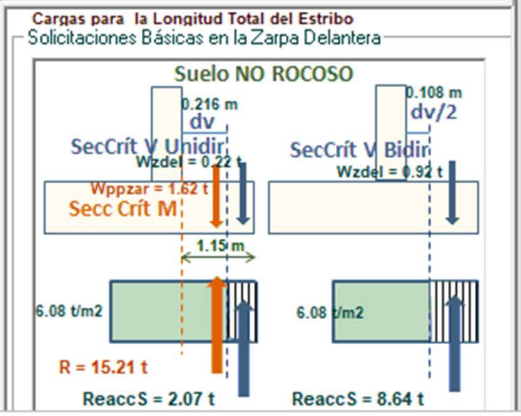


DISEÑO DE LA ZARPA DELANTERA O DEDO

SOLICITACIONES ESTADO LÍMITE: Evento Extremo I

Solicitaciones | Diseño a Flexión | Diseño a Cortante

	Valor	Descripción
Pzardel	15.21 t	Carga Total Reacc Suelo Zarp Del
Wzardel	1.62 t	Carga Total por P.P. Zarpa Delant
Vu	1.85 t	Sumat Cargas:Cortante Ult Diseño
Mu x ReaccSue	1.9 t-m	Momento por Reacc Suelo
Mu x Wzarp	-0.2 t-m	Momento por P.P. Zarpa
Sumat Mu	1.7 t-m	Sumatoria Momentos. Mu diseño



ENVOLVENTE DE DISEÑO DEL MURO

ENVOLVENTE DE DISEÑO DEL MURO

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	88.07	9.54	7.85
Resistencia I	43.95	3.54	4.77
Ev Extremo I	80	4.54	4.72
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

ENVOLVENTE DE DISEÑO DEL MURO

Armad Principal a Flexión | **Chequeo a Cortante**

Estado Límite	ZarDelant Vr / Vu	ZarTrasera Vr / Vu	Vástago Vr / Vu
Servicio I	88.07	9.54	7.85
Resistencia I	43.95	3.54	4.77
Ev Extremo I	80	4.54	4.72
Envolvente	**OK CORTE**	**OK CORTE**	**OK CORTE**

Constantes de Diseño para el Muro

Resistencia del Concreto F'c (kg/cm2)	210
Límite de Fluencia del Acero, Fy (kg/cm2)	4200
Recubrim Concreto al Centroide Armad Principal (cm)	10
Usar Diámetro Varillas en milímetros o en pulgadas	
Diámetro Mínimo a usar para Acero Principal, #	4
Diámetro Mínimo a usar para Acero Secundario, #	4
Separación Máxima Varillas Armadura Principal, (cm)	20

$$K = \frac{Mu}{bd^2} \qquad m = \frac{Fy}{0.85f'c}$$

Índice de Acero Rho:

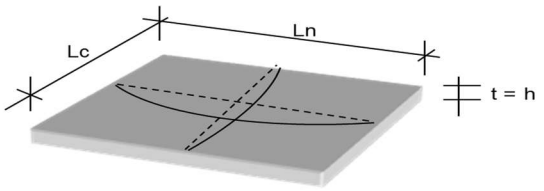
$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK}{\emptyset fy}}\right)$$

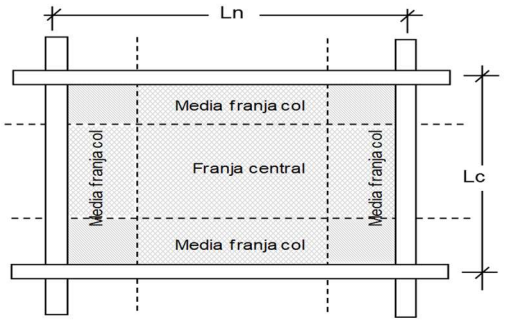
5 DISEÑO PLACA DE CONTRAPISO

17. CALCULO DE PLACA DE CONTRAPISO SOBRE RELLENO DE MATERIAL SELECCIONADO PISTA DE SKATE

Con los datos obtenidos del analisis estructural, se considera dimensionar la placa de fondo o contrapiso por medio de una losa maciza en dos direcciones

Figura. Modelo considerado para el diseño





17.1 CALCULO DE REFUERZOS PLACA

Generalidades

Elementos Rectangulares		Todos los ejes
Carga maxima de corte V13 o V23 (KN/m)		
Momento (KN.m/m) 1-1		
Momento (KN.m/m) 2-2		
Momento (KN.m/m) 1-2		
f'c (MPa)	21	Resistencia del concreto mínima

Hacemos un análisis conservador para comparar resultados:

17.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLACA MACIZA C.9.5.3 NSR-97

Espesor de placas macizas en dos direcciones sin vigas interiores NSR-10C.9

Luz mayor entre vigas de carga (m):		
Vigas entre apoyos	no	
Vigas de borde	no	
Lb (m)	3.00	Lb=Ln: Longitud larga
La (m)	3.00	Con α > 0.8, se aplica la tabla C.9-3
Espesor minimo (m) C.13-C.9.5: (sin ábacos)		
L/30 (m) - panel exterior	0.10	
L/33 (m) - panel exterior	0.09	
L/33 (m) - panel interior	0.09	
Espesor minimo (m) C.13-C.9.5: (con ábacos)		
L/33 (m) - panel exterior	0.09	
L/36 (m) - panel exterior	0.08	
L/36 (m) - panel interior	0.08	
Tipo y método de diseño	Método de los coeficientes	
Espesor final asumido (m)	0.10	

Carga de peso propio de Placas y estructuras encima (KN/m2)		
Peso propio losa	2.40	
Piso y alistado	0.11	No se considera alistado
Muros eventuales	1.40	
D (Sin carga por muros divisorios)	**3.91**	
Carga viva	1.80	
Impacto 10%	0.18	
L	**1.98**	
wu (KN/m2)	**8.84**	Cargas mayoradas

17.3 ANALISIS LOSAS EN DOS DIRECCIONES C.13.3 NSR 10

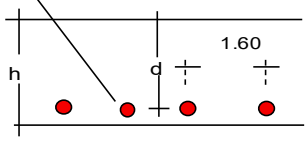
Esfuerzos de flexión:	
m (la/lb)	1.00
Caso	2
C a,j -	0.045
C b,j -	0.045

Franjas centrales

Momentos Negativos ABAJO	
Ma- (KN.m/m)	3.58
Mb- (KN.m/m)	3.58

Momentos Positivos ARRIBA	
C a,j + (L)	0.027
C b,j + (L)	0.027
Ma+ (KN.m/m) - L	0.48
Mb+ (KN.m/m) - L	0.48
C a,j + (D)	0.018
C b,j + (D)	0.018
Ma+ (KN.m/m) - D	0.63
Mb+ (KN.m/m) - D	0.63
Ma+ (KN.m/m)	1.70
Mb+ (KN.m/m)	1.70

Momentos Positivos ABAJO		
Fy	420000000	
fc	28000000	
b	1.00	Analisis por metro cuadrado.
h	0.10	
d'	0.02	
d	0.08	
Mu	3580.20	Nota: Cuando el momento máximo negativo no implique el cálculo de acero a compresión, deberá tenerse en cuenta que son dos recubrimientos los que es necesario sustraer.
ϕ	0.9	
a=	23788800	
b=	2688000	
c=	3978.00	
ρ−	**0.001499818**	
ρ+	0.111494532	Utilizar malla 6mmc/15
As (mm/m)	178.00	
ϕMn max	33226.26	
As	1280	
a (mm)	22.59	
c (mm)	26.57	
ε's	0.000742188	
F's	148437500	
ϕMn1	33226.26	
ϕMn2	-29646.06	
Cs	-549001.12	
As'	**-3698.53**	
As_2	-1307.15	
As_t	**-27.15**	



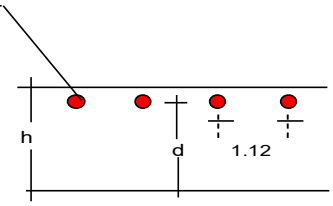
Momentos Negativos ARRIBA

Fy	420000000
fc	28000000
b	1.00
h	0.10
d'	0.02
d	0.08
Mu	1704.73
ϕ	0.9
a=	23788800
b=	2688000
c=	1894.14
ρ	**0.000709115**
ρ	0.112285235
As (mm/m)	178.00
ϕMn max	33226.26
As	1280
a	22.59
c	26.57
ε's	0.000742188
F's	148437500
ϕMn1	33226.26
ϕMn2	-31521.53
Cs	-583732.12
As'	**-3932.51**
As_2	-1389.84
As_t	**-109.84**

Analisis por metro cuadrado.

Nota: Cuando el momento máximo negativo no implique el cálculo de acero a compresión, deberá tenerse en cuenta que son dos recubrimientos los que es necesario sustraer.

Utilizar malla 6mmc/15



Franjas de columnas

Momentos Negativos ABAJO

Ma- (KN.m/m)	2.39
Mb- (KN.m/m)	2.39

Momentos Positivos ARRIBA

Ma+ (KN.m/m) - L	0.32
Mb+ (KN.m/m) - L	0.32
Ma+ (KN.m/m) - D	0.42
Mb+ (KN.m/m) - D	0.42
Ma+ (KN.m/m)	1.14
Mb+ (KN.m/m)	1.14

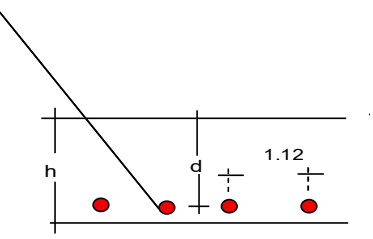
Momentos Positivos ABAJO

Fy	420000000
fc	28000000
b	1.00
h	0.10
d'	0.02
d	0.08
Mu	2386.80
ϕ	0.9
a=	23788800
b=	2688000
c=	2652.00
ρ−	**0.000995375**
ρ+	0.111998975
As (mm/m)	178.00
ϕMn max	33226.26
As	1280
a	22.59
c	26.57
ε's	0.000742188
F's	148437500
ϕMn1	33226.26
ϕMn2	-30839.46
Cs	-571101.12
As'	**-3847.42**
As_2	-1359.76
As_t	**-79.76**

Analisis por metro cuadrado.

Nota: Cuando el momento máximo negativo no implique el cálculo de acero a compresión, deberá tenerse en cuenta que son dos recubrimientos los que es necesario sustraer.

Utilizar malla 6mmc/15



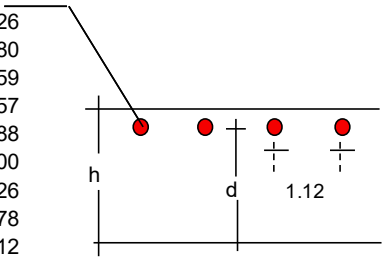
Momentos Negativos ARRIBA

Fy	420000000
fc	28000000
b	1.00
h	0.10
d'	0.02
d	0.08
Mu	1136.48
ϕ	0.9
a=	23788800
b=	2688000
c=	1262.76
ρ	**0.000471746**
ρ	0.112522604
As (mm/m)	178.00
ϕMn max	33226.26
As	1280
a	22.59
c	26.57
ε's	0.000742188
F's	148437500
ϕMn1	33226.26
ϕMn2	-32089.78
Cs	-594255.12
As'	**-4003.40**
As_2	-1414.89
As_t	**-134.89**

Analisis por metro cuadrado.

Nota: Cuando el momento máximo negativo no implique el cálculo de acero a compresión, deberá tenerse en cuenta que son dos recubrimientos los que es necesario sustraer.

Utilizar malla 6mmc/15



Esfuerzo cortantes:

El esfuerzo a cortante tambien sera resistido por el acero que se calcule para la flexión, el cálculo se hace con base en la tabla C.13.8, para el caso correspondiente

m (la/lb)	1.00
Caso	8
wa	0.5
wb	0.5
Va (KN/m)	6.63
Vb (KN/m)	6.63

Diseño cortante luz mayor:

f'c (MPa)	21.0
bw (m)	1.000
h(m)	0.100
d'	0.02
d	0.08
vu b (KN/m2)	82.88
ϕvc (KN/m2)	649.20
Vu<ϕVc	**OK**
vu - ϕvc (KN)	-566.32
s (m) d = 3/4"	-0.179
s (m) d = 1/2"	-0.081
s (m) d = 3/8"	-0.045
s (m) d = 1/4"	-0.020
s (m) d = 5mm	-0.012

Carga por metro cuadrado

$$V = \phi \frac{\sqrt{f'c}}{6} \times b \times d$$

Criterio para refuerzo de cortante

Diseño cortante luz menor:

f'c (MPa)	21.0	Carga por metro cuadrado
bw (m)	1.000	Ver Diseño estructural SAP
h(m)	0.100	Columnas
d'	0.02	
d	0.08	$V = \phi \frac{\sqrt{f'c}}{6} \times b \times d$
vu b (KN/m2)	82.88	
ϕvc (KN/m2)	649.20	
Vu<ϕVc	**OK**	Criterio para refuerzo de cortante
vu - ϕvc (KN)	-566.32	
s (m) d = 6mm	0.150	

TABLA C.3-2
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm²	Perímetro mm	
Nº 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
Nº 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
Nº 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
Nº 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
Nº 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
Nº 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
Nº 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
Nº 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
Nº 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
Nº 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
Nº 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
Nº 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

6 DISEÑO DE CÁRCAMO

Predimensionamiento

Volumen Total	0.12	m^3

Medidas externas			Espesor de muros	Medidas internas	
(Longitud mayor) L (x)	1.00	m	0.08 m	0.84	m
(Longitud menor) B (y)	0.40	m	0.08 m	0.24	m
			Area Total	0.20	m^2

Altura de lámina de agua total	0.20	m	
Borde Libre	-	m	
Altura Total del Tanque	0.20	m	(Medida interna - Altura libre)

Altura Total del Tanque	0.58	m	(Medida externa)

Concreto		
f'c =	21	Mpa

Placa de tanque

Luz	0.24	m	
Espesor	0.08	m	(De acuerdo con C.20.2.3)
Espesor	0.01	m	(De acuerdo con tabla C.9.5.b)
Espesor adoptado	0.08	m	

Muros

Espesor	0.08	m

0.08 m

Dimensiones del tanque

Largo:	1.00 m	Atura Total:	0.58 m
Ancho:	0.40 m	Altura Agua:	0.20 m

Tapa				
Espesor losa superior:	0.05 m			
Viguetas: Ancho	0.00 m	Alto	0.00 m	
Peso de tapa:	*0.0 ton*	0.048		

Placa de fondo			
Espesor losa inferior:	0.08 m		
Viguetas Ancho	0.00 m	Alto	0.00 m
Peso placa de fondo:	*0.1 ton*		

Muros	
Espesor de muros:	0.08 m
Peso de muros:	*0.2 ton*

Peso del tanque vacío:	0	ton
Presión del tanque vacío:	0.70	ton/m²

Peso del tanque Lleno:	0.319	ton
Presión del tanque Lleno:	0.80	ton/m²
Carga Viva	0.2	ton/m²
Presion de contacto σ_{cont}=	1.00	ton/m²

De acuerdo al estudio de suelos de_____

σ_{adm}= 12.80 ton/m² ***ok!!***

Diseño de la placa de Fondo

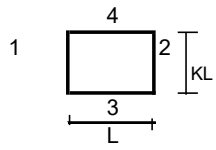
Avaluo de Cargas:

Espesor adoptado: 0.08 m

Presion de contacto del tanque vacio 0.605 ton/m² Sin incluir el peso de la p

Carga Muerta	0.605	ton/m²
Carga Viva	0.180	ton/m²
Carga Ultima	1.014	ton/m²

Selección Tipo de Apoyo



TIPOS DE APOYOS	
1	Libre
2	Simple
3	Empotrado

DEFINICIÓN DE LOS APOYOS		
Apoyo 1	2	Simple
Apoyo 2	2	Simple
Apoyo 3	2	Simple
Apoyo 4	2	Simple

Definición de Variables

L =	0.84 m	β=	1.35		db=	129.00
KL =	0.24 m	s=	300.00	mm	fs(calculadc	111.87
K =	0.30	Qu =	1.01	ton/m²	**fs(Asumido)=**	170.00 MPa
h placa =	0.08 m	f'c =	210	kg/cm²	γ=	1.29
d' =	0.075 m	f'y =	4200	kg/cm²	**Sd=**	1.72

Cuantia mínima

De acuerdo a la tabla C.20-1

(Longitud mayor) L (x) 1.00 Cuantia mínima $\rho_{min\ ret}$= 0.0030

(Longitud menor) B (y) 0.40 Cuantia mínima $\rho_{min\ ret}$= 0.0030

Por retracción el refuerzo se reparte en las dos caras, así: 1.20 cm²/m No.4 c/30

Diseño

	Refuerzo del apoyo 1 al 2 (Luz 1-2)	APOYO 1	APOYO 2	Refuerzo del apoyo 3 al 4 (Luz 3-4)	APOYO 3	APOYO 4
M/qK^2L^2 o M/qL^2	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**	**0.0000**
M (ton-m)	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**
Cuantia ρ	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Area Req(cm²/m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Area Min.(cm²/m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Area def. (cm²/m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Refuerzo	ø6.0mm c/15	ø6.0mm c/15	ø6.0mm c/15	ø6.0mm c/15	ø6.0mm c/15	ø6.0mm c/15

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó el diseño estructural del **BLOQUE PISTA DE PATINAJE**, del proyecto **ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL COMPLEJO DEPORTIVO EN EL NÚCLEO RURAL ESCOLAR, CULTURAL Y RECREATIVO DE CHICHIMENE MATRICULA EN EL MUNICIPIO DE ACACIAS - META,** La estructura principal está conformada por una placa maciza unidireccional en concreto, apoyada sobre un mejoramiento de suelo y muros de contención de concreto, los cuales delimitan y conforman la pista de patinaje. El diseño se desarrolló siguiendo la metodología y los lineamientos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, cumpliendo así con los requisitos aplicables a este tipo de estructuras. La cimentación de la estructura se proyectó a una profundidad variable entre 1.80 m y 2.40 m, utilizando muros de contención en concreto y zarpas, de acuerdo con las recomendaciones emitidas por el ingeniero geotecnista.

Se recomienda que cualquier ajuste o modificación a los planos estructurales sea informado oportunamente al diseñador estructural, con el fin de analizar y brindar una solución adecuada de manera oportuna.

Villavicencio, enero de 2025

Señores:
SECRETARIA DE PLANEACIÓN
Acacias, Meta.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Miguel Ángel Pinzón Diaz** Ingeniero Civil con matrícula profesional NO. **25202-261734** CND, e identificado con CC. **1.026.575.035** de Bogotá, Certifico que avalo, en calidad de ingeniero consultor el estudio estructural de:

Proyecto: **ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL COMPLEJO DEPORTIVO EN EL NÚCLEO RURAL ESCOLAR, CULTURAL Y RECREATIVO DE CHICHIMENE EN EL MUNICIPIO DE ACACIAS - META. BLOQUE - PISTA DE PATINAJE.**

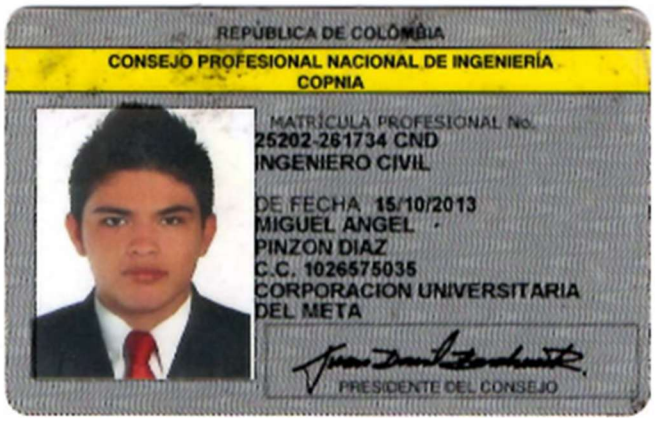
Matrícula Inmobiliaria: **232-1991**
Cédula catastral: **030000020003000**

Municipio: Acacias
Departamento: Meta

Declaro que este estudio, se desarrolló de acuerdo con las normas sismo resistentes vigentes del país NSR – 10 expedido por medio del Decreto 926 del 19 de Marzo de 2010 y modificado por el decreto 092 del 17 de Enero de 2011.

Aclaro que hago el aval del estudio realizado, siempre y cuando en la etapa de construcción se sigan y se hayan seguido todas y cada una de las especificación y recomendaciones, suscritas en el mismo.

Cordialmente,



MIGUEL ANGEL PINZON DIAZ
Ingeniero Civil
M.P. 25202-261734 CND

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3298970

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MIGUEL ANGEL PINZON DIAZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1026575035, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-261734 desde el 15 de Octubre de 2013, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1863.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los diecisiete (17) días del mes de Enero del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA
Calle 78 Nº 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 1.026.575.035
PINZON DIAZ
APELLIDOS
MIGUEL ANGEL
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 05-FEB-1993
BOGOTA D.C
(CUNDINAMARCA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.58 O+ M
ESTATURA G.S. RH SEXO
07-FEB-2011 BOGOTA D.C
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES
INDICE DERECHO
P-1500150-00285377-M-1026575035-20110325 0026255552A 1 36042177

República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Creada mediante Decreto 2655 de 1953 y Ley 73 de 1962

Teniendo en cuenta que:

Miguel Angel Pinzón Díaz

C. C. Nº 1.026.575.035 de Bogotá D.C.

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos, le confiere el título de

Especialista en Estructuras

En testimonio de ello, otorga el presente DIPLOMA

en Tunja, a los 24 días del mes de febrero de 2017

Secretario General

Decano

Rector

Admisiones y Control de Registro Académico
Diploma No. 101636
Libro de Registro No. 39
Folio No. 164
Fecha 24-03-2017

Coordinador