

MURO DE CONTENCIÓN H=3.5m

Diseño Vial

Sección Diseño : M-3.50-CC

Capacidad Admisible: 1.5 kg/cm²

I. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

MATERIAL DE RELLENO:

Peso Vol. del material de Relleno (γ_{Rel}): 1900 Kg./m³.

MATERIALES DEL MURO:

Resistencia a la Compresión Concreto ($F'c$): 210 Kg./cm²

Límite de Fluencia del acero (F_y): 4200 Kg./cm²

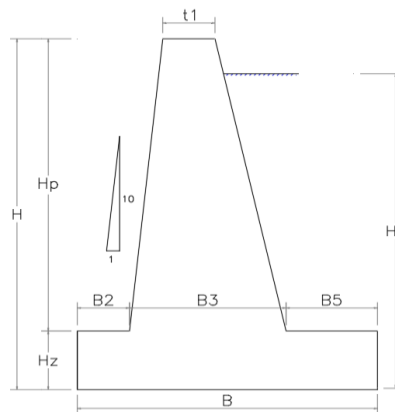
Densidad del Concreto (γ_c): 2300 Kg./m³.

SUELO DE FUNDACIÓN:

Esfuerzo Último del Suelo $\phi = 0.550$
 $\phi(\sigma_{ult})$: 2.48 Kg./cm² (Capacidad Admisible 1.5Kg/cm²)

II. CARÁCTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL MURO:

- Altura Total del Muro (H): 3.50 m.
- Altura de Pantalla (H_p): 2.95 m.
- $H_z \geq H/10$ Altura de Zapata (H_z): 0.55 m.
- $B/4 \leq B_2 \leq B/3$ Ancho de Punta (B_2): 0.5 m.
- Ancho de Talón (B_5): 0.8 m.
- $B_3 \geq H/10$ Ancho de cuerpo en la Base (B_3): 1.50 m.
- $0.4H \leq B \leq 0.7H$ Ancho de la Zapata (B): 2.80 m.
- $r1 \geq 0.25$ Ancho de Sección en Talud (t_1): 0.4 m.
- Altura de Muro a nivel de Rasante : 0.40 m.



- Altura Total de Relleno (H_r): 3.10 m.
- Altura de Pantalla con Relleno (H_{pr}): 2.55 m.
- Longitud Talud Posterior: 0.81 m.

III. CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO DE TIERRAS

COEFICIENTE DE EMPUJE LATERAL DE TIERRAS AASHTO LRFD (3.11.5.3)

- Angulo de Fricción Interna de Relleno (ϕ): 33 °
- Angulo del respaldo del muro con la horizontal (θ): 84.29 °
- Angulo de Fricción entre el relleno y el muro (δ): 29 °
- Angulo del talud del relleno con la horizontal (β): 0 °
- Angulo del respaldo del muro con la vertical (α): 5.71 °

Table 3.11.5.3-1

$$K_a = 0.3108775$$

PRESION LATERAL EN LA BASE DE LA ZAPATA, DISTRIBUCION TRIANGULAR:

$$P_{EH} = K_a \times \gamma_{rell} \times H_r = 1831.068 \text{ kg/m}^2.$$

RESULTANTE DE LA PRESION LATERAL DE TIERRAS ACTIVA:

$$EH = 0.50 \times P_{EH} \times H_r = 2838.1554 \text{ kg/m}.$$

COMPONENTES HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA PRESION LATERAL DE TIERRA ACTIVA:

$$EH_h = EH \times \cos(\delta) = 2482.307$$

$$EH_v = EH \times \sin(\delta) = 1375.965$$

IV. CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO DINAMICO:

ANÁLISIS PSEUDO - DINAMICO (Mononobe - Okabe):

Realizaremos un cálculo de las fuerzas sísmicas del suelo que actuarían sobre el muro utilizando la aceleración sísmica de acuerdo a la zona de estudio:

$$A = 0.45 \text{ g}$$

$$k_h = 0.50 \cdot A \quad k_h = 0.23 \text{ g}$$

$$k_v = 0.50 \cdot k_h \quad k_v = 0.113 \text{ g}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right)$$

$$\theta = 14.2260^\circ$$

Donde:

k_h : Coeficiente Sísmico Horizontal

k_v : Coeficiente Sísmico Vertical

COEFICIENTE DE EMPUJE LATERAL DINÁMICO DE TIERRAS (Kae):

$$K_{ae} = \frac{M}{[Nx(1+P^{1/2})^2]}$$

Donde:

$$K_{ae} = \frac{M}{[Nx(1+P^{1/2})^2]} \quad M = \cos^2(\phi - \alpha - \theta) = 0.949$$

$$N = \cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \theta + \delta) = 0.63$$

$$P = \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - \beta)}{[\cos(\alpha + \delta + \theta) \cos(\beta - \alpha)]} = 0.435$$

$$K_{ae} = 0.5469$$

EMPUJE ACTIVO DINÁMICO:

$$E_d = 0.50 \times \gamma_{rell} \times H_r^2 \times (1 - K_v) \times K_{ae} = 4431.220$$

INCREMENTO DINÁMICO DEL EMPUJE ACTIVO DE LA TIERRA:

$$EH_h = EH_x \cos(\delta) = 3875.632$$

$$EH_v = EH_x \sin(\delta) = 2148.298$$

INCREMENTO DINÁMICO DEL EMPUJE ACTIVO DE LA TIERRA:

$$\Delta EQ = E_d - EH_h = 1393.325 \text{ Kg/m.}$$

V. CÁLCULO DE LA PRESIÓN LATERAL DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

CÁLCULO DE LA ALTURA EQUIVALENTE DE TIERRAS: AASHTO LRFD (1.3.11.6.4-2).

Altura de suelo equivalente por sobrecarga vehicular, en muros de sostenimiento paralelo al tráfico:

H (m.)	h _{eq} (m.)
1.5	1.5
3	1.05
> 6	0.6

$$H(m.) = 3.50 \text{ m.}$$

$$h_{eq}(m.) = 0.900 \text{ m.}$$

PRESIÓN LATERAL EQUIVALENTE DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$P_{Lsh} = K_a \times \gamma_{rell} \times h_{eq} = 531.600468 \text{ Kg/m}^2.$$

RESULTANTE DE LA PRESIÓN LATERAL EQUIVALENTE DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$LS_h = P_{Lsh} \times H_r = 1647.961452 \text{ Kg/m.}$$

VI. CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL DE TIERRA DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$P_{LSV} = \gamma_{rell} \times h_{eq} = 1710.0 \text{ kg./m}^2$$

RESULTANTE DE LA PRESIÓN VERTICAL DEBIDO A LA SOBRECARGA VIVA:

$$LS_v = P_{Lv} \times (B5 + B7) = 2308.5 \text{ Kg/m.}$$

VII. CÁLCULO DE LAS FUERZAS ESTABILIZADORAS Y DESESTABILIZADORAS:

FUERZAS ESTABILIZADORAS:

CARGAS	Vi (Ton./m2)	Di (m.) X	Mu (Ton.-m.)
DC Peso del muro	9.988	1.056	10.548
EHV Componente Vertical del Empuje	1.376	2.800	3.853
EV Peso del relleno	4.494	1.817	8.165
L.S. Presión por Sobrecarga Viva	2.309	2.400	5.540

FUERZAS DESESTABILIZADORAS

CARGAS		Hi (Ton./m2)	Di (m.) (Y)	Mu (Ton.-m.)
EH_h	Componente Horizontal del Empuje	2.482	1.033	2.565
ΔEQ	Empuje Lateral por Sismo	1.393	1.860	2.591
F_{spp}	Fuerza Sismica del Muro	2.247	1.230	2.764
F_{svolt}	Fuerza Sismica del Relleno	1.011	1.888	1.909
LS_h	Empuje por Sobrecarga Viva	1.648	1.550	2.554

VIII. CÁLCULO DE LAS FUERZAS ESTABILIZADORAS MAYORADAS:

COMBINACIONES DE CARGA Y FACTORES DE CARGA POR RESISTENCIA Y SERVICIO:

Combinaciones de Carga	Factores de Carga					
	DC	EH	EV	LL	LS	EQ
Resistencia I	1.2500	1.5000	1.3500	1.7500	1.7500	1.0000
Resistencia I-a	0.9000	1.5000	1.0000	1.7500	1.7500	1.0000
Servicio I	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Evento Extremo I	1.2500	1.5000	1.3500	0.5000	0.5000	1.0000
Evento Extremo I-a	0.9000	1.5000	1.0000	0.5000	0.5000	1.0000

FUERZAS ESTABILIZADORAS MAYORADAS:

Cargas Estabilizadoras (Ton./m)

Notations	DC	EV	LS_v	EHv	TOTAL (Ton./m.)
V _i	9.988	4.494	2.309	1.376	24.650
Resistencia I	12.480	6.070	4.040	2.060	19.580
Resistencia I-a	8.990	4.490	4.040	2.060	18.170
Servicio I	9.990	4.490	2.310	1.380	21.760
Evento Extremo I	12.480	6.070	1.150	2.060	16.690
Evento Extremo I-a	8.990	4.490	1.150	2.060	

Momentos Estabilizantes (Ton.-m/m)

Notations	DC	EV	LS_v	EHv	TOTAL (Ton./m.)
MV _i	10.5478	8.1651	5.5404	3.8527	39.680
Resistencia I	13.180	11.020	9.700	5.780	33.140
Resistencia I-a	9.490	8.170	9.700	5.780	28.110
Servicio I	10.550	8.170	5.540	3.850	32.750
Evento Extremo I	13.180	11.020	2.770	5.780	26.210
Evento Extremo I-a	9.490	8.170	2.770	5.780	

IX. CÁLCULO DE LAS FUERZAS DESESTABILIZADORAS MAYORADAS:

Cargas Desestabilizadoras (Ton./m)

Notations	EH_h	ΔEQ	F_{spp}	F_{svolt}	LS_h	TOTAL (Ton./m.)
V _h	2.482	1.393	2.247	1.011	1.648	6.600
Resistencia I	3.720	0.000	0.000	0.000	2.880	6.600
Resistencia I-a	3.720	0.000	0.000	0.000	1.650	4.130
Servicio I	2.480	0.000	0.000	0.000	0.820	9.191
Evento Extremo I	3.720	1.393	2.247	1.011	0.820	9.191
Evento Extremo I-a	3.720	1.393	2.247	1.011		

Momento Desestabilizadores (Ton.-m/m)

Notations	EH_h	ΔEQ	F_{spp}	F_{svolt}	LS_h	TOTAL (Ton./m.)
MV _h	2.565	2.591	2.764	1.909	2.554	8.320
Resistencia I	3.850	0.000	0.000	0.000	4.470	8.320
Resistencia I-a	3.850	0.000	0.000	0.000	2.550	5.110
Servicio I	2.560	0.000	0.000	0.000	1.280	12.394
Evento Extremo I	3.850	2.591	2.764	1.909	1.280	12.394
Evento Extremo I-a	3.850	2.591	2.764	1.909		

X. CRITERIOS DE ESTABILIDAD:

X.1 EXCENTRICIDAD:

AASHTO LRFD (11.6.3.3)

$$\% = \frac{(e_{Mdx} - e)}{e_{Mdx}} \times 100\%$$

Notations	VESTABILIZANTE	VDESESTABILIZANTE	MESTABILIZANTE	MDESESTABILIZANTE	Xo (3-4)/1	e (m.) B/2-Xo	emax B/4	
	VL (Ton.) 1	HL (Ton.) 2	MV (Ton.-m.) 3	MH (Ton.-m.) 4				
Resistencia I	24.650	6.600	39.680	8.320	1.272	0.128	0.700	OK
Resistencia I-a	19.580	6.600	33.140	8.320	1.268	0.132	0.700	OK
Servicio I	18.170	4.130	28.110	5.110	1.266	0.134	0.700	OK
Evento Extremo I	21.760	9.191	32.750	12.394	0.935	0.465	0.933	OK
Evento Extremo I-a	16.690	9.191	26.210	12.394	0.828	0.572	0.933	OK

X.2 DESLIZAMIENTO:

AASHTO LRFD (11.6.3.6.10.6.33)

$$\% = \frac{(\phi_s F_r - H_L)}{\phi_s F_r} \times 100\%$$

ϕ_s

S	R	E
1	0.8	1

	$u = \tan(\delta)$		Carga Desestabilizante				
	Carga Estabilizante	Coef. Fricción	Fr	ϕ_s	$\phi_s Fr$	HL	
	Fr (Ton.) 1	u 2	Fr 2*1	ϕ_s 3	$\phi_s Fr$ 3*2*1	HL 4	
Resistencia I	24.650	0.554	13.664	0.800	10.930	6.600	OK
Resistencia I-a	19.580	0.554	10.853	0.800	8.680	6.600	OK
Servicio I	18.170	0.554	10.072	1.000	10.070	4.130	OK
Evento Extremo I	21.760	0.554	12.062	1.000	12.060	9.191	OK
Evento Extremo I-a	16.690	0.554	9.251	1.000	9.250	9.191	OK

X.3 PRESIONES:

AASHTO LRFD (11.6.3.2)

$$e_x \leq \frac{B}{6}$$

$$\sigma_{Min} = \frac{F_e}{B} \left(1 - \frac{6e_x}{B} \right)$$

$$\sigma_{Max} = \frac{F_e}{B} \left(1 + \frac{6e_x}{B} \right)$$

TRANSMITIDAS

	Excentricidad	Excentric. Máx B/6	Presión Máx (Ton./m2)	Presión Min. (Ton./m2)	Presión Rectangular (Ton./m2)	
Resistencia I	0.128	0.467	11.214	6.393	9.688	OK
Resistencia I-a	0.132	0.467	8.977	5.009	7.723	OK
Servicio I	0.134	0.467	8.355	4.623	7.177	OK
Evento Extremo I	0.465	0.467	15.507	0.036	11.630	OK
Evento Extremo I-a	0.572	0.467	13.441	0.000	10.081	OK

$$\sigma_{Max} = \frac{F_e}{(B - 2e)}$$

XI.- VERIFICACION DEL CONCRETO POR CORTANTE

FUERZA CORTANTE RESISTENTE:

$$\begin{aligned} H_p &= 2.95 \text{ m} \\ b &= 100 \text{ cm} \\ d &= 150 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{F'c} b d = 115206.45 \text{ Kg}$$

$$\phi V_c = 103685.81 \text{ Kg}$$

FUERZA CORTANTE ACTUANTE:

$$q_{s/c} = 1710.00 \text{ Kg./m}^2$$

$$T = \frac{1.5 \gamma x k_a x h^2}{2} + 1.75 k_a x q_{(s/c)} x h = 6599.60 \text{ Kg OK!}$$