MEMORIA DE CÁLCULOS

INTRODUCCIÓN

El diseño presentado a continuación corresponde a un muro de contención que se ubicará en la vía Ecuador sector puente del municipio de Anzoátegui en el departamento del Tolima.

Descripción geométrica

Este muro tendrá una altura libre desde su zarpa de 4.00 m, una longitud total de 15 m y su cota de desplante será de 1.50 m.

Descripción Estructural

El sistema estructural de este muro de contención será de tipo voladizo en concreto refozado.

Datos Generales

El análisis y diseño de la estructura se realizó con hojas electrónicas que tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Análisis de estabilidad considerando posible volcamiento, deslizamiento, sobreesfuerzo del suelo en la zona más comprimida y verificación de que toda la zarpa del muro está a compresión sobre el suelo.
- La filosofía de diseño tenida en cuenta para el diseño de los muros en voladizo está basada en la suposición de que todos sus elementos (muro, talón, base y dentellón) están trabajando en voladizo apoyados con un empotramiento en la intersección con los demás elementos.
- Incluye automáticamente el peso propio de todos los elementos del muro.
- El análisis realizado se hizo con modelos lineales elásticos de los materiales.
- Permite tener en cuenta condiciones sísmicas en situaciones pseudo-estáticas.

Información concerniente al diseño estructural

- Procedimiento de diseño: **Método del estado límite de la resistencia**
- Sistema estructural usado: **Muros en voladizo de concreto reforzado.**

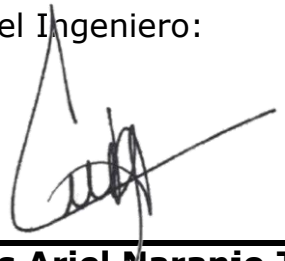
- Capacidad de disipación de energía: Capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (DMO)
- Tipo de análisis estructural: **Estático lineal**

Materiales

Concreto con f'_c = 28 MPa (280 kg/cm², 4000 psi) de resistencia a la compresión a los 28 días.

Acero con f_y = 420 MPa (4200 kg/cm², 60000 psi) de resistencia en el límite de fluencia.

El Diseño Estructural estuvo a cargo del Ingeniero:



Carlos Ariel Naranjo Torres
Ing. Civil, Esp. y Mg. en Estructuras
Matr # 63202 - 100984 QND.

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE MUROS EN VOLADIZO

El análisis de estabilidad del muro correspondiente a este proyecto consistió en la consideración de posible volcamiento, deslizamiento, sobreesfuerzo del suelo en la zona más comprimida y verificación de que toda la zarpa del muro está a compresión sobre el suelo.

La filosofía de diseño tenida en cuenta para el diseño de los muros en voladizo está basada en la suposición de que todos sus elementos (muro, talón, base y dentellones) están trabajando en voladizo apoyados en la intersección con los demás elementos.

El método de diseño empleado fue el de la Resistencia Última, que considera que las resistencias teóricas se deben reducir con un coeficiente de reducción de resistencia y las cargas empleadas se deben mayorar con unos coeficientes de amplificación.

Los coeficientes de reducción empleados para el diseño de los muros fueron de 0.90 y 0.75 para flexión y cortante respectivamente.

Las cargas de empuje de suelo y sobrecargas fueron amplificadas por un coeficiente de mayoración de 1.60.

El refuerzo principal de cada elemento del muro se suministró para que trabajando como sección compuesta con el concreto fuera capaz de resistir las cargas impuestas. El refuerzo adicional corresponde al necesario para evitar fisuración por retracción de fraguado y se suministró con base en una cuantía mínima de 0.0020.

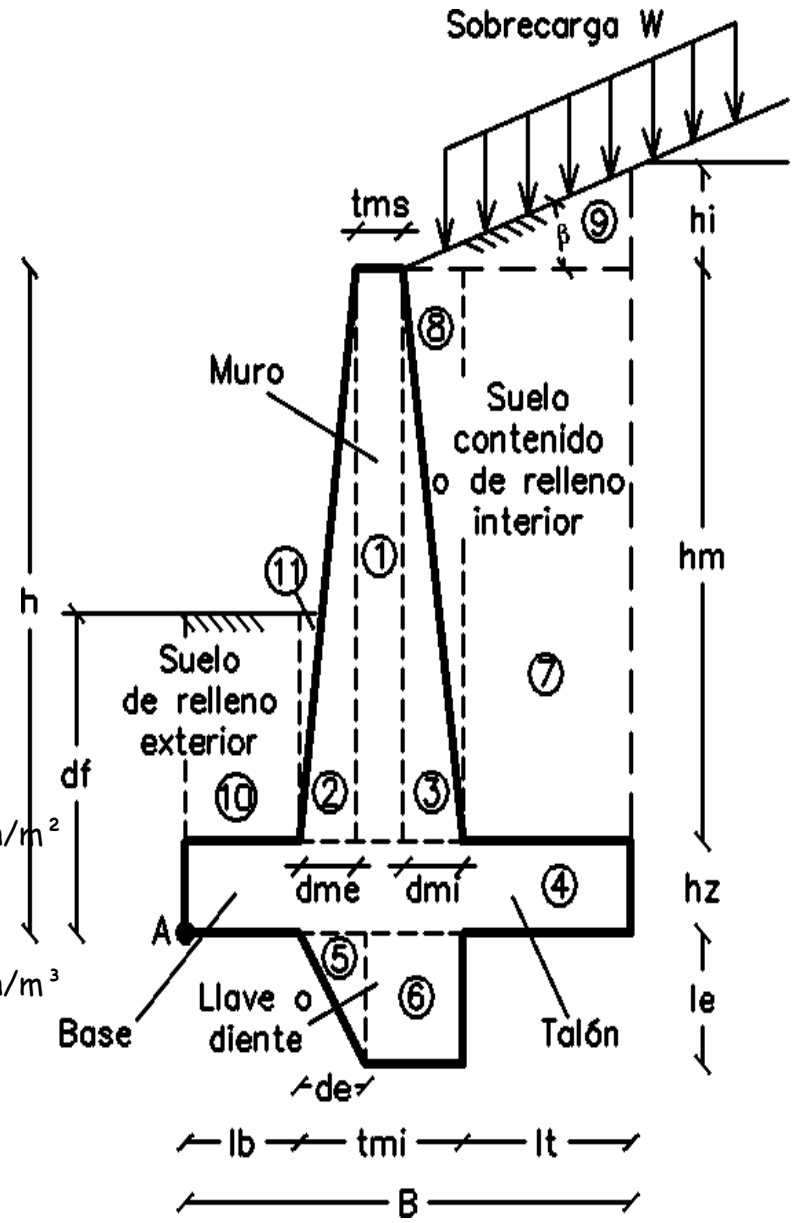
La totalidad de la responsabilidad de la resistencia a cortante fue provista por el concreto y se ignoró cualquier aporte que el refuerzo pudiera ofrecer en este aspecto.

GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA

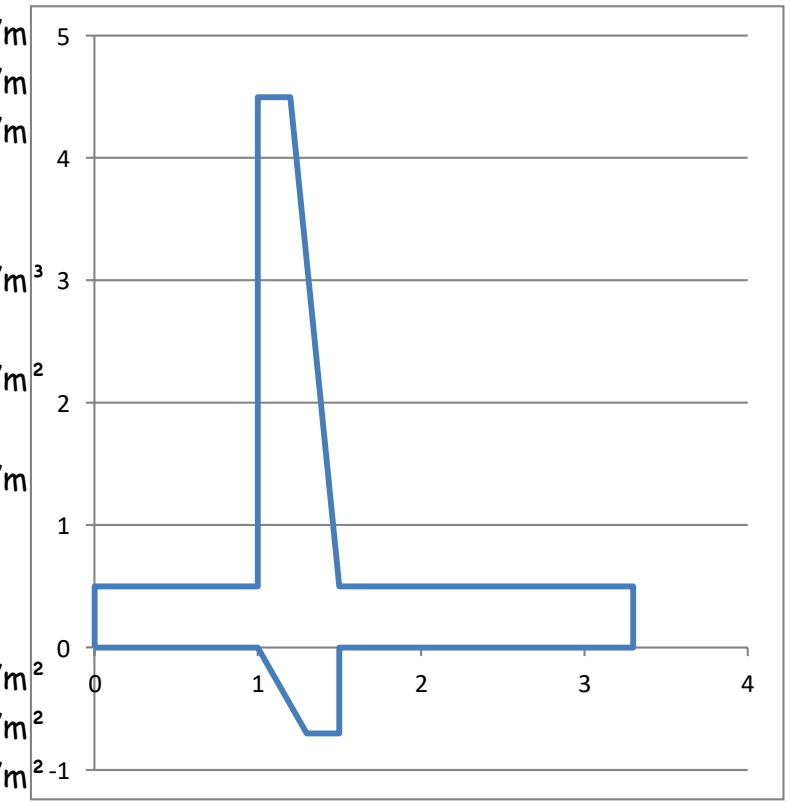
Altura Muro	hm =	4.00	m
Inclinación talud	β =	0.00°	
Altura talud	hi =	0.00	m
Altura Zapata	hz =	0.50	m
Altura muro hasta desplante	h =	4.50	m
Altura suelo contenido	h' =	4.50	m
Espesor superior muro	tms =	0.20	m
Desaplome muro interior	dmi =	0.30	m
Desaplome muro exterior	dme =	0.00	m
Espesor inferior muro	tmi =	0.50	m
Base zarpa	B =	3.30	m
Long. Base	lb =	1.00	m
Longitud talón	lt =	1.80	m
Desaplome Llave	de =	0.30	m
Altura llave	le =	0.70	m
Sobrecarga	w =	1.00	ton/m²
Mayoración Sobrecarga	μw =	1.20	

CARACTERÍSTICAS SUELO CONTENIDO

Densidad	γsc =	2.00	ton/m³
Ángulo de fricción interna	ϕsc=	30.00°	
Coef. Presión activa	kac =	0.33	



Presión activa	Pa =	6.75	ton/m
Presión activa vertical	Pa_v =	0.00	ton/m
Presión activa horizontal	Pa_h =	6.75	ton/m
CARACTERÍSTICAS SUELO DE RELLENO EXTERNO			
Desplante	df =	0.00	m
Densidad	γsr =	0.00	ton/m^3
Ángulo de fricción interna	ϕsr=	0.00°	
Cohesión	c =	0.00	ton/m^2
Coef. Presión pasiva	kpr =	1.00	
Presión pasiva	Pp =	0.00	ton/m
CARACTERÍSTICAS SUELO DE FUNDACIÓN			
Ángulo de fricción interna	ϕsf=	30.00°	
Ángulo de fricción efectiva	δ_b=	20.10°	
Cohesión	c =	1.00	ton/m^2
Coeficiente de adhesión	c´ =	0.60	ton/m^2
Capacidad admisible	q_{adm} =	10.00	ton/m^2
Coeficiente de fricción	μ =	0.50	
CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES DEL MURO			
Densidad del concreto	γc =	2.40	ton/m^3
Resistencia del concreto	f´c =	280.00	kg/cm^2
Resistencia del acero	fy =	4200.00	kg/cm^2
Recubrimiento del acero	d´ =	0.090	m



CHEQUEO POR VOLCAMIENTO
FUERZAS RESISTENTES VERTICALES

ITEM		γ Material o Sobrecarga (ton/m²)/m	Área/longitud (m²/m)	Peso (ton)	Brazo (m)	Momento (ton·m)
Nombre	#					
Núcleo muro	**1**	2.40	0.800	1.920	1.100	2.112
Desaplome exterior	**2**	2.40	0.000	0.000	1.000	0.000
Desaplome interior	**3**	2.40	0.600	1.440	1.300	1.872
Zapata Muro	**4**	2.40	1.650	3.960	1.650	6.534
Desaplome Llave	**5**	2.40	0.105	0.252	1.200	0.302
Llave	**6**	2.40	0.140	0.336	1.400	0.470
Suelo interior 1	**7**	2.00	7.200	14.400	2.400	34.560
Suelo interior 2	**8**	2.00	0.600	1.200	1.400	1.680
Suelo interior 3 (Talud)	**9**	2.00	0.000	0.000	2.600	0.000
Suelo exterior 1	**10**	0.00	-0.500	0.000	0.500	0.000
Suelo exterior 2	**11**	0.00	0.000	0.000	1.000	0.000
Sobrecarga	**12**	1.20	1.800	2.160	2.400	5.184

Presión activa vertical Pa_v	0.00	3.30	0.00

TOTAL	**25.67**	**52.71**

FUERZAS ACTUANTES HORIZONTALES

ITEM	FUERZA ton	BRAZO m	MOMENTO ton·m
Suelo interior	6.750	1.500	10.125
Sobrecarga	2.080	1.900	3.952
TOTAL	8.830		14.077

FS VOLCAMIENTO	3.74		
FS Mínimo	3.00	→	CHEQUEA
			Según tabla H.6.9-1 NSR-10

CHEQUEO POR DESLIZAMIENTO

FUERZAS RESISTENTES HORIZONTALES

Fuerza de fricción	Fr =	14.81 ton		
Fuerza pasiva suelo relleno	Fre =	0.00 ton		
TOTAL		14.81 ton		
FS DESLIZAMIENTO		1.68		
FS Mínimo		1.60	→	CHEQUEA
				Según tabla H.6.9-1 NSR-10

CHEQUEO DE ESFUERZOS EN EL SUELO					
Punto de aplicación respecto al punto A	xA =	1.51			
Excentricidad	e =	0.14			
Excentricidad Permisible	B / 6 =	0.55	→	Todo el apoyo está a compresión	
Esfuerzos en los extemos de la zapata	σ_{max} =	9.82	ton/m²	→	OK
	σ_{min} =	5.73	ton/m²	→	OK

DISEÑO ESTRUCTURAL

MURO					
	FUERZA	BRAZO	MOMENTO		
ITEM	ton	m	ton·m		
Suelo interior	5.33	1.33	7.11		
Sobrecarga	1.60	2.00	3.20		
TOTAL	6.93		10.31		
Cortante	Vu =	11.09	n		
	ϕVc =	27.27	n	→	CHEQUEA
Flexión	Mu =	16.50	n.m		
	As =	10.90	²		
	As_{min} =	10.00	²	→	CHEQUEA As min

BASE					
Cortante	Vu =	12.81	ton		
	ϕVc =	27.27	ton	→	CHEQUEA
Flexión	Mu =	6.57	ton.m		
	As =	4.28	cm²		
	As_{min} =	10.00	cm²	→	USAR Asmin

TALÓN					
Cortante	Vu =	10.23	ton		
	ϕVc =	27.27	ton	→	CHEQUEA
Flexión	Mu =	10.17	ton.m		
	As =	6.66	cm²		
	As_{min} =	10.00	cm²	→	USAR Asmin