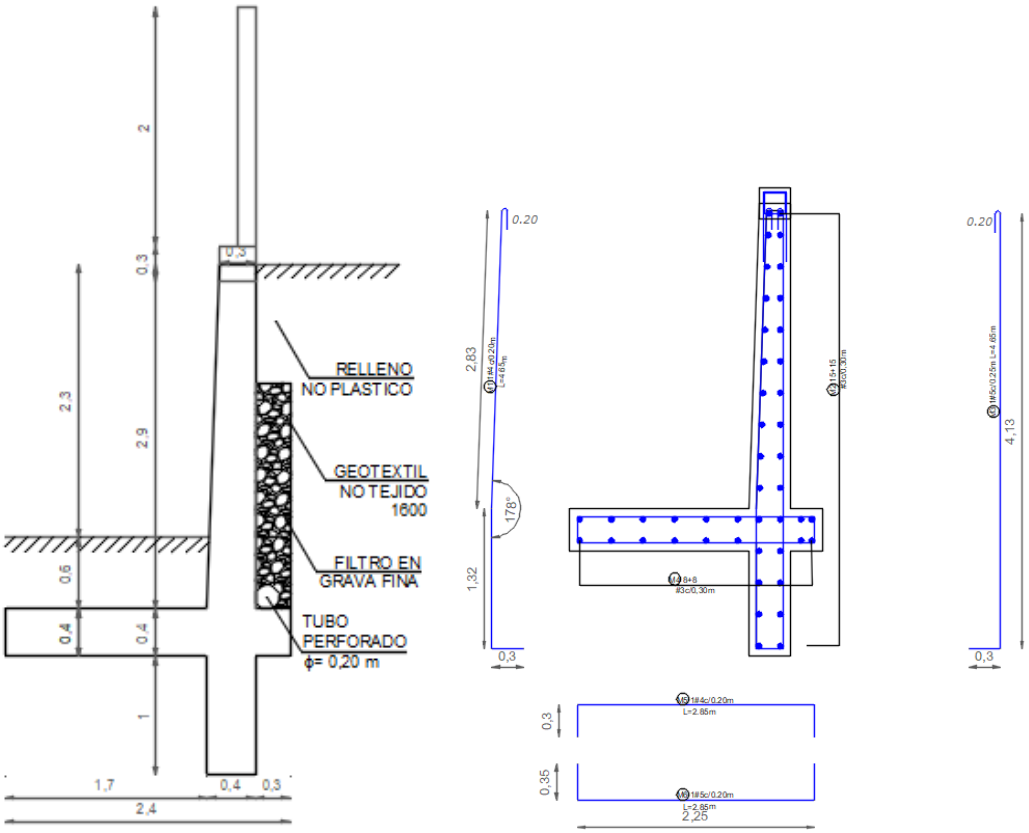
DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ORIENTADAS A LA MITIGACIÓN DEL RIESGO DE DESLIZAMIENTOS EN EL BARRIO SURINAMA DEL MUNICIPIO DE TUNJA (BOYACÁ), EN CUMPLIMIENTO DE LA ACCIÓN DE TUTELA RAD. 2455-2025.



ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA

TUNJA

2026

Nombre del Documento
INFORME Diseño estructural Muro de contención del Surinama
Código Documento
ES001-2026

PROYECTO “Construcción muro del Surinama	
Ubicación Proyecto	Barrio Surinama Tunja - Boyacá
Presentado a:	Alcaldía mayor de Tunja
No copias Escrita	1
No copias Magnéticas	1

FECHA	**DESCRIPCIÓN**	**VERSIÓN Nº**	**OBSERVACIONES**
13/04/2026	Producción del documento	01	

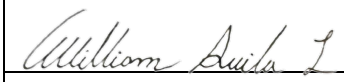
ELABORADO POR:	**REVISADO POR:**	**APROBADO POR:**
Firma 	Firma	Firma
Nombre: Ing William Avila Cargo: Ingeniero Estructural- Profesional externo UMGR SIT	Nombre: Ing Omar Fajardo Cargo: apoyo coordinación de UMGRD	Nombre: Ing Juan Carlos Perez Cargo: Secretario de Infraestructura territorial (E)
Fecha: 04/2026	Fecha: 04/2026	Fecha: 04/2026

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVOS 6
2.1 OBJETIVO GENERAL 6
2.2 objetivos especificos 6
3. ALCANCE 7
4. METODOLOGIA 7
5. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 8
5.1. Localización 8
1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO: 8
1.1 SUELO 8
5.2. ESPECTRO DE ACELERACIÓN 9
2 ESTRUCTURAS EN CONCRETO 10
2.1 DIMENSIONAMIENTO MÍNIMO DE ELEMENTOS: 10
2.2 MATERIALES 11
2.2.1 CONCRETOS 11
2.2.2 ACEROS de refuerzo 11
2.3 EVALUACIÓN DE CARGAS: 12
2.3.1 CARGAS VERTICALES 12
2.3.2 CARGAS HORIZONTALES 12
2.4 COMBINACIONES DE CARGA: 13
2.5 Verificaciones de estabilidad: 14
2.5.1 VOLCAMIENTO: 15
2.5.2 DESLIZAMIENTO: 15
2.5.3 CAPACIDAD PORTANTE: 15
2.6 DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTANTE: 15
3 DISEÑO DE MAMPOSTERÍA CONFINADA 16
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 18
6. BIBLIOGRAFÍA 19

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de capacidad portante suministrada por el estudio de suelos. 9
Tabla 2. Parámetros del suelo 12
Tabla 3. Parámetros para el análisis pseudo estático. 13
Tabla 4. Combinaciones de carga NSR 10 B.2.3.1. 13
Tabla 5. Combinaciones de carga NSR 10 B.2.3.2 14
Tabla 6. Factores de seguridad indirectos título H NSR-10. 14

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Zona de ubicación del proyecto. 8
Ilustración 2. Espectro de aceleración NSR-10. 10
Ilustración 3. Detalle muro de contención. 11
Ilustración 4. Refuerzo muro de contención. 16
Ilustración 5. Muro de cerramiento. 17

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del proyecto “CONSTRUCCIÓN MURO VIVIENDA BARRIO SURINAMA”, debido las condiciones topográficas del predio El proyecto consiste generalmente en la realización de un muro de cerramiento posterior para la vivienda ubicada en el barrio Surinama al sur de la ciudad de Tunja. El muro se realiza de acuerdo a solicitado por el juez mediante la acción de Tutela con radicado 2025-00128, la cual fue interpuesta por el propietario del predio y la defensoría de pueblo. El muro inicial se realizó la demolición de acuerdo a lo solicitado por el juzgado , en donde el muro presentaba grietas tanto transversales como longitudinales, posiblemente por efectos de sobrepresiones en el terreno causados probablemente por la fisuración de una tubería, la cual en épocas de lluvia generaba sobre presiones directas en el muro deformación en las losas del parque posterior.

De acuerdo a un estudio de suelos realizado en este punto, se planteará el diseño estructural de un muro de contención de 2.3 metros de altura libre con una cimentación desplantada a 1 m según el estudio de suelos, realizando las verificaciones de deslizamiento, volcamiento y excentricidad con respecto a la capacidad portante.

El muro comprende la contención en concreto reforzado con un muro tipo cantiléver con un dentellón para minimizar los efectos de desplazamiento en la cimentación. Adicional al muro de contención, se plantea un muro de cerramiento en la parte superior la cual esta realizada en mampostería confinada con bloques de arcilla numero 5.

En este informe se presentarán las verificaciones y el diseño a flexión y verificación a cortante del muro de contención realizado por un profesional de la UMGRD SIT de la alcaldía mayor de Tunja en el año en curso; e igualmente se verificará el diseño del muro de contención aplicando los lineamientos estipulados por la normatividad vigente a la fecha NSR 10.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño estructural del muro de contención para la cancha deportiva y cubierta del proyecto “CONSTRUCCIÓN MURO VIVIENDA BARRIO SURINAMA”, teniendo en cuenta los estudios y ensayos geotécnicos realizados en la zona de estudio.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Verificar los lineamientos previos establecidos en el estudio de suelos.
- Revisar los aspectos sísmicos de la zona.
- Determinar el espectro elástico de diseño de acuerdo a la caracterización del perfil del suelo.
- Realizar las comprobaciones de volcamiento y desplazamiento del muro de contención.
- Realizar el diseño estructural y cálculo de despiece del muro de contención.
- Efectuar recomendaciones frente a la construcción del muro de contención.

3. ALCANCE

Este informe contempla la proyección del muro de contención para la cancha deportiva y cubierta del proyecto “CONSTRUCCIÓN MURO VIVIENDA BARRIO SURINAMA”, dadas las dimensiones del proyecto y las condiciones topográficas del predio. De acuerdo a una visita previa se analiza una posible longitud del muro y junto con el estudio geotécnico se realiza el diseño estructural del muro de contención.

4. METODOLOGIA

La metodología empleada en principio se basa para las verificaciones de deslizamiento, volcamiento, esfuerzo de contacto, excentricidad se basan en factores de seguridad previamente establecidos en el NSR-10 en el titulo H, así como la verificación de cortante y diseño a flexión de acuerdo al titulo C del presente reglamento.

.

5. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1. LOCALIZACIÓN

La vivienda se ubica en la Calle 1C No. 11A-17 en la ciudad de Tunja y se ubica geográficamente con coordenadas geográficas WGS 84 5°30'56.06"N 73°22'10.43"O

Ilustración 1. Zona de ubicación del proyecto.



Fuente: Geovisor Tunja.

1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

1.1 SUELO

El estudio de suelos para el proyecto, fue realizado por la empresa BEINCO, a través de la dirección técnica de estudios y diseños, donde se realiza una descripción general del proyecto junto con su ubicación, así mismo como la geología regional, distribución de

sondeos, exploraciones de campo, ensayos, perfil estratigráfico. Dentro de lo anteriormente referenciado, presenta los resultados de análisis del suelo.

De acuerdo al estudio realizado, se clasifica el perfil de suelo como suelo tipo D. Por otro lado, el estudio recomienda zapata rectangular.

Tabla 1. Tabla de capacidad portante suministrada por el estudio de suelos.

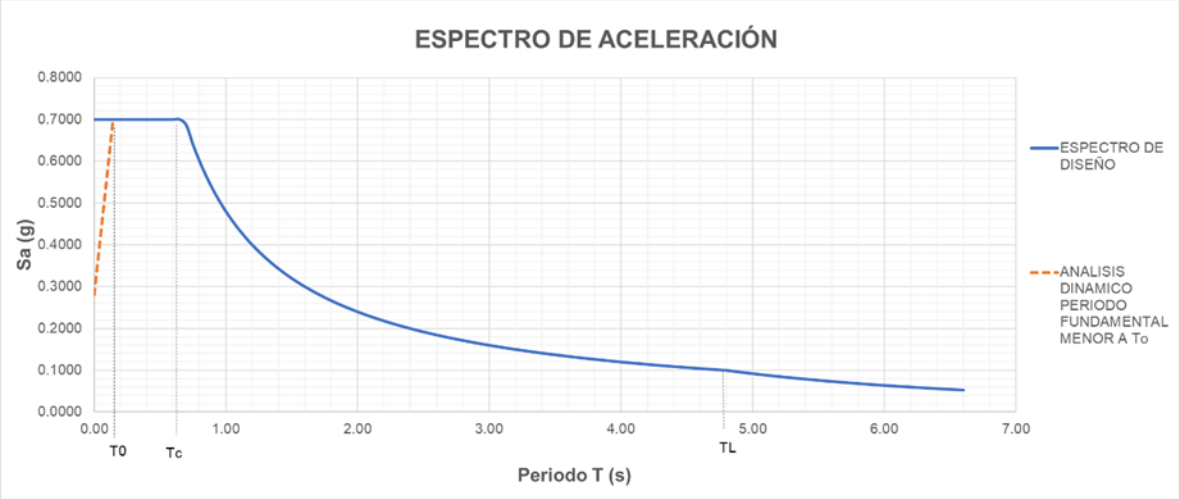
B	***L***	B/L	Df/B	A	σ_u	σ_{adm}	σ_{adm}	F_a
m	*m*			*m2*	kN/m²	kN/m²	T/m²	T
0.50	1.00	0.50	2.00	0.50	804.53	**268.18**	**26.82**	**13.41**
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	999.01	**333.00**	**33.30**	**33.30**
1.50	1.00	1.50	0.67	1.50	1084.28	**361.43**	**36.14**	**54.21**
2.00	1.00	2.00	0.50	2.00	1136.92	**378.97**	**37.90**	**75.79**
2.50	1.00	2.50	0.40	2.50	1145.38	**381.79**	**38.18**	**95.45**
3.00	1.00	3.00	0.33	3.00	1105.81	**368.60**	**36.86**	**110.58**
3.50	1.00	3.50	0.29	3.50	1016.53	**338.84**	**33.88**	**118.60**
4.00	1.00	4.00	0.25	4.00	876.75	**292.25**	**29.22**	**116.90**
0.50	6.00	0.08	2.00	3.00	690.77	**230.26**	**23.03**	**69.08**
1.00	6.00	0.17	1.00	6.00	820.97	**273.66**	**27.37**	**164.19**
1.50	6.00	0.25	0.67	9.00	911.17	**303.72**	**30.37**	**273.35**
2.00	6.00	0.33	0.50	12.00	1012.00	**337.33**	**33.73**	**404.80**
2.50	6.00	0.42	0.40	15.00	1111.88	**370.63**	**37.06**	**555.94**
3.00	6.00	0.50	0.33	18.00	1206.98	**402.33**	**40.23**	**724.19**
3.50	6.00	0.58	0.29	21.00	1295.62	**431.87**	**43.19**	**906.94**
4.00	6.00	0.67	0.25	24.00	1377.00	**459.00**	**45.90**	**1101.60**

Fuente: D. T. ESTUDIOS Y DISEÑOS.

5.2. ESPECTRO DE ACELERACIÓN

Realizando la clasificación del suelo, se procede a realizar el espectro de aceleración basado en el NSR 10, para la el municipio de Tunja, en donde por medio de la zonificación establecida en el presente reglamento, se realiza el espectro de aceleración para un valor de amortiguamiento del 5%.

Ilustración 2. Espectro de aceleración NSR-10.



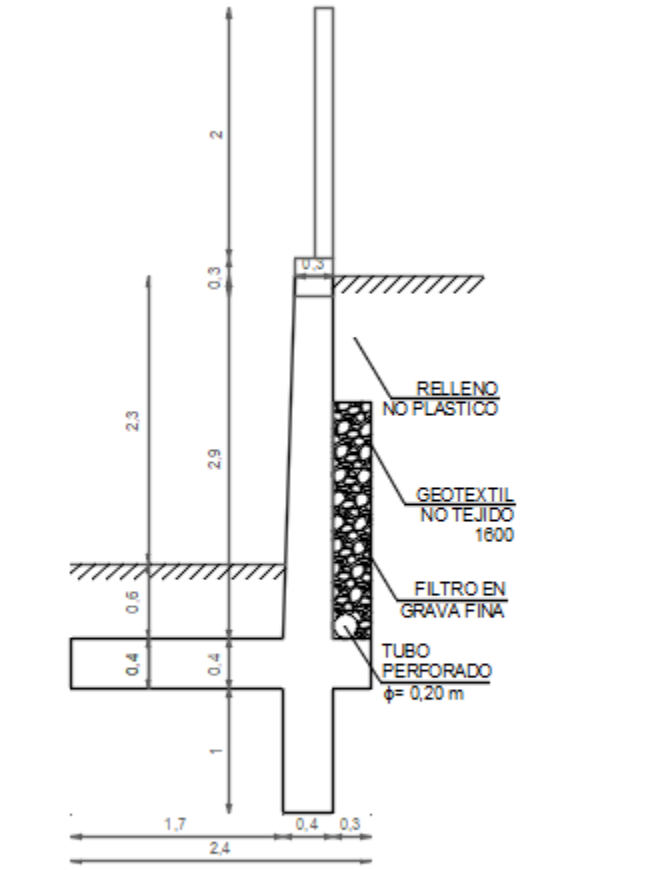
Fuente: Autor.

2 ESTRUCTURAS EN CONCRETO

2.1 DIMENSIONAMIENTO MÍNIMO DE ELEMENTOS:

De acuerdo a la altura del muro se procede a dimensionar el muro, cumpliendo con condiciones de estabilidad.

Ilustración 3. Detalle muro de contención.



Fuente: Autor.

2.2 MATERIALES

2.2.1 **CONCRETOS**

Para todos los elementos elaborados en concreto, se hizo uso de un concreto de:

- Concreto para VASTAGO Y ZARPA (f´c) = 3000 PSI = 21 MPa
- Módulo de elasticidad del concreto 3900√F´c MPa

2.2.2 **ACEROS de refuerzo**

- Acero de refuerzo pasivo (fy) = 60.000 PSI = 420 Mpa

características de los materiales		
fc	21	Mpa
fy	420	Mpa

2.3 EVALUACIÓN DE CARGAS:

Se realiza el análisis de cargas estáticas tanto verticales como horizontales. Dentro de las cargas verticales se analiza el peso propio de la estructura de concreto y el empuje vertical del relleno. Para la evaluación de las cargas horizontales, se tiene en cuenta el ángulo de fricción basada en la teoría de Rankine, en la profundidad por el peso propio y la actuación de las cargas a un tercio de la altura medida desde la base.

Tabla 2. Parámetros del suelo

Características del suelo y relleno					
SUELO			RELLENO		
ϒ	2	t/m3	ϒ	2	t/m3
ϕf	31		ϕf	31	
C	0	T/m2	β	0	
Capacidad portante					
qr	37.03	T/m2	Z	1	m

Fuente: Autor.

Como algunos muros cuentan con pedestales, se realizará un análisis para estabilidad del muro partiendo de una carga puntual sobre la estructura, este valor fue tomado directamente de las memorias de cálculo de la carga que llega a la cimentación en el diseño de las zapatas. El valor descrito en la memorial de cálculo es de 0.50 ton/m2 teniendo en cuenta carga viva mas carga muerta (L+D).

2.3.1 CARGAS VERTICALES

Se realiza el procedimiento de avaluó de las cargas verticales y ubicación de los centroides, para calcular la sumatoria de momentos para la realización de los 4 tipos de muros los cuales se verificarán en el anexo.

2.3.2 CARGAS HORIZONTALES

Basado en la teoría de Rankine y teniendo en cuenta que el empuje del suelo es para una condición sin fricción en el vástago ni cohesión, se calcula el coeficiente de presión activa a partir del ángulo de fricción interna de material de relleno, que para este caso será de 25°.

Por otra parte se calcula la carga efectuada por el paso de tráfico, de acuerdo a las tabla 3.11.6.4-2 altura equivalente para carga vehicular sobre muros de contención paralelos al tráfico.

Determinada la carga viva efectuada por en tránsito, se procede a calcular la carga efectuada por las condiciones sísmicas, ara eso se determina el sobre empuje generado por la condición pseudo estática del relleno.

Tabla 3. Parámetros para el análisis pseudo estático.

CONDICIONES SISMICAS		
I	1	F. Import
Aa	0.2	Coefi. Pico
Fa	1.4	Coefi. Acele
Kst/amax	0.8	Tabla H.5.2-1

Fuente: Autor.

2.4 COMBINACIONES DE CARGA:

Ya determinadas las condiciones de carga efectuar, se procede a realizar el análisis de estabilidad del muro. En primer lugar se verifican las condiciones de estabilidad general a partir de las combinaciones de carga de los esfuerzos de trabajo y se realiza el diseño y verificación de cortante por medio de la combinación de resistencia ultima.

Tabla 4. Combinaciones de carga NSR 10 B.2.3.1.

$D+F$	(B.2.3-1)
$D+H+F+L+T$	(B.2.3-2)
$D+H+F+(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-3)
$D+H+F+0.75(L+T)+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-4)
$D+H+F+W$	(B.2.3-5)
$D+H+F+0.7E$	(B.2.3-6)
$D+H+F+0.75W+0.75L+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-7)
$D+H+F+0.75(0.7E)+0.75L+0.75(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.3-8)
$0.6D+W+H$	(B.2.3-9)
$0.6D+0.7E+H$	(B.2.3-10)

Fuente: NSR-10

Tabla 5. Combinaciones de carga NSR 10 B.2.3.2

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

Fuente: NSR 10

Se procede a verificar la estabilidad del muro para una condición limite, en donde se verifica la capacidad portante y los esfuerzos de la zapata, cumpliendo con la excentricidad máxima.

2.5 VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD:

Previo al diseño de un muro de contención, se requiere realizar diferentes verificaciones de estabilidad con el fin de garantizar no solo el diseño, sino tambien la seguridad de la contrucción. Se realizan las verificaiones de Volcamiento, deslizamiento y capacidad portante del suelo, adiconalmente se verifica la excentricidad maxima del muro de contención. A continuación se presentan los facotes de seguridad para cada una de las verificaciones tanto en una condición estatica como pseudoestatica.

Tabla 6. Factores de seguridad indirectos título H NSR-10.

Tabla H.6.9-1
Factores de seguridad indirectos mínimos

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de				
Momento Resistente/ Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Titulo C; Madera-Título G; etc.)			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

Fuente: NSR 10

2.5.1 VOLCAMIENTO:

La verificación de volcamiento representa el análisis en función de la relación del momento vertical sobre el momento generado por las cargas horizontales o empujes de tierras, esto permite verificar de una mejor manera el dimensionamiento de la estructura de contención a proyectar. El fator de seguridad recomendado para condición estática de acuerdo al título H es mayor a 3 y condición pseudoestática mayor a 2. Para el caso se realiza la correspondiente verificación de volcamiento para cada uno de los 4 muros presente en los anexos.

2.5.2 DESLIZAMIENTO:

La verificación de deslizamiento corresponde a la resistencia del suelo de fundación comprendida tanto en los parámetros de resistencia al corte de suelo, la fricción entre suelo estructura y la carga normal transmitida, la cual se relaciona igualmente con los empujes horizontales del suelo. El factor de seguridad recomendado es de 1.6 para condición estática y 1.05 para condición pseodoestatica.

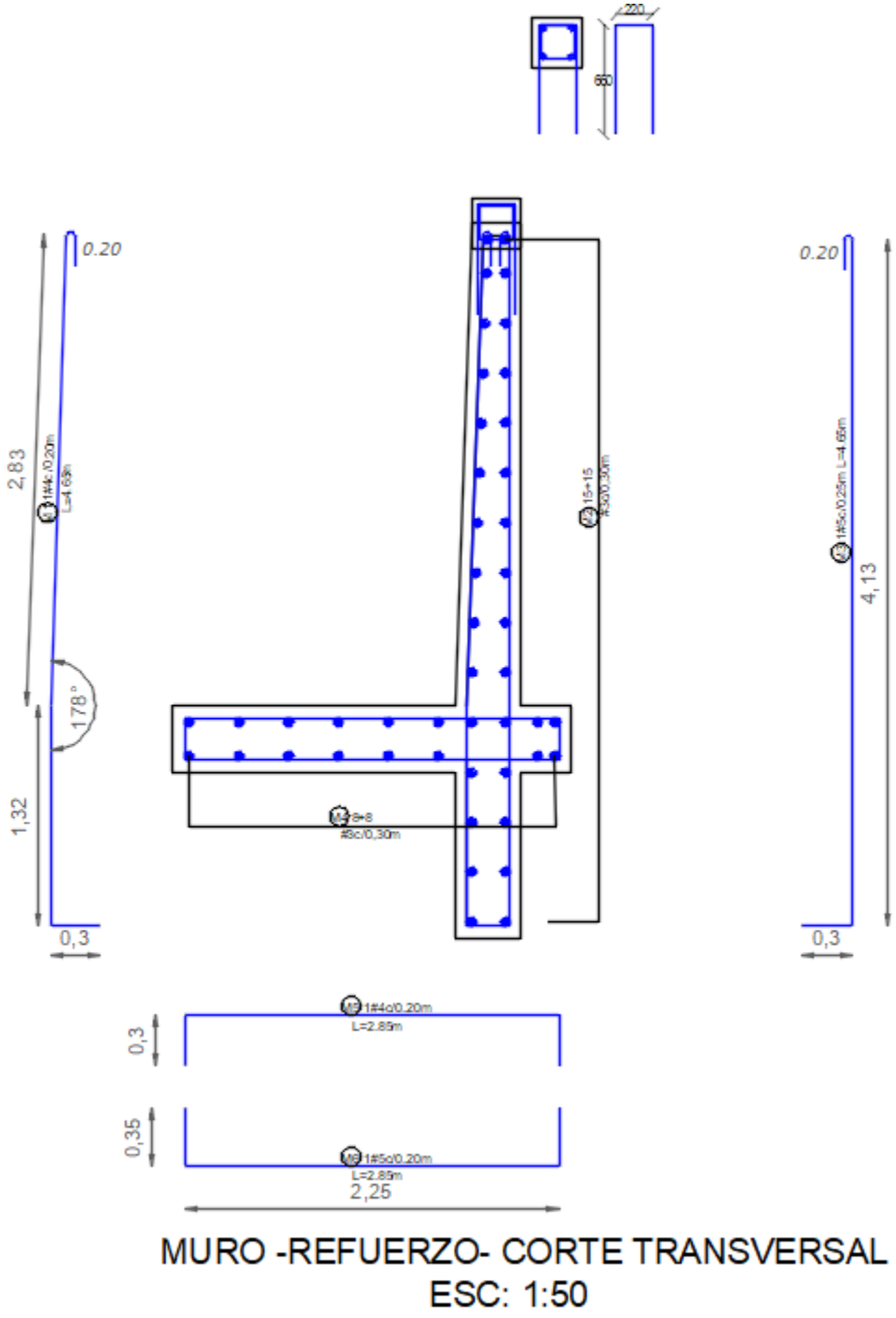
2.5.3 CAPACIDAD PORTANTE:

La verificación de la capacidad portante obedece a la resistencia del suelo ante esfuerzos verticales. En el caso del análisis de capacidad portante se debe tener presente que al ser una estructura que transmite sus fuerzas de manera excéntrica al suelo presenta una condición de esfuerzos de manera distribuida en forma trapezoidal expuesta en un esfuerzo máximo y mínimo, tratando que el esfuerzo mínimo siempre sea mayor que 0 con el fin de evitar un arrancamiento de la cimentación.

2.6 DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTANTE:

Se procede a realizar el diseño a flexión para el vástago y la zarpa, de la misma manera verificando que el cortante actuante sea menor al cortante resistente, así como el diseño a flexión de los elementos de concreto a partir de resistencia ultima y verificación de cuantías mínimas y cuantías por temperaturas para elementos tipo placa. El refuerzo de las estructuras y el dimensionamiento se presenta a continuación.

Ilustración 4. Refuerzo muro de contención.



Fuente: Autor.

3 DISEÑO DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

Para realizar el muro de cerramiento se toma como referencia el titulo E del reglamento NSR-10, en donde enmarcan las casa de uno y dos pisos en mampostería confinada. En estos casos se cumple con los criterios de distanciamiento de confinamiento de columnas

de 35 veces el espesor efectivo, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos o 4m. adicionalmente se coloca los siguientes frefuerzos en las columnas.

E.4.3.4 - REFUERZO MÍNIMO - El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

(a) ***Refuerzo longitudinal*** — No debe ser menor de 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó 3 barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm).

(b) ***Refuerzo transversal*** — Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.

Para las vigas de confinamiento se toma las siguientes referencias:

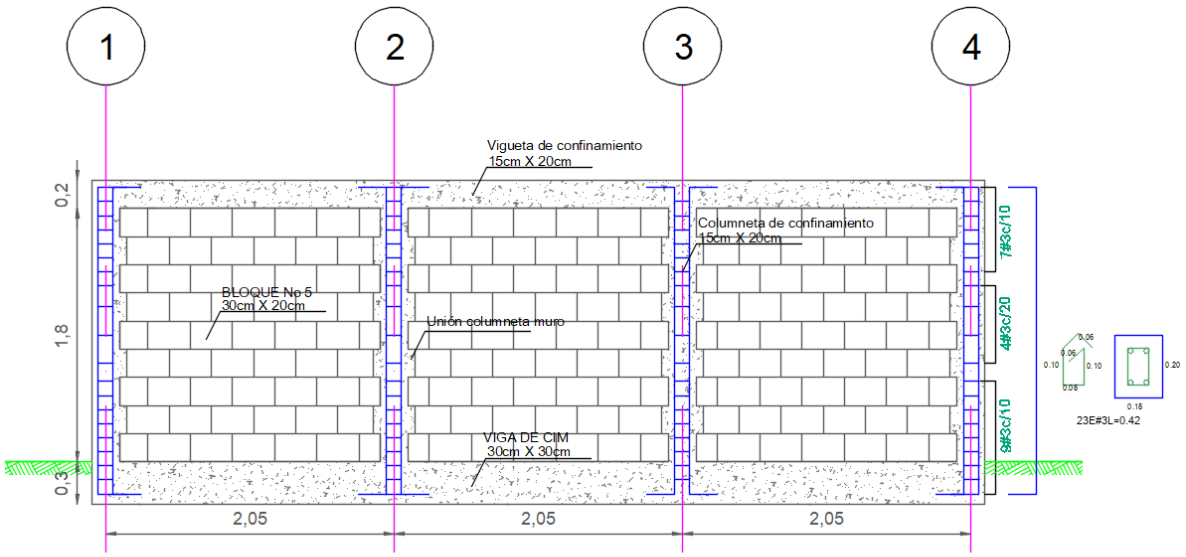
E.4.4.4 — REFUERZO MÍNIMO — El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

(a) ***Refuerzo longitudinal*** — El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110 mm. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) con límite de fluencia, f_y no inferior a 420 MPa.

(b) ***Refuerzo transversal*** — Considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 100 mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz.

Igualmente tanto para columnas como para vigas de confinamiento de toma una dimensión de área no menor a 200 cm2. A continuación se presenta el siguiente resultado:

Ilustración 5. Muro de cerramiento.



DESPIECE COLUMNETAS MURO DE CERRAMIENTO
ESC: 1:30

Fuente: Autor.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la tabla 1, se especifica la capacidad portante de acuerdo al estudio de suelos, dende la capacidad portante es de 37.03 ton/m2.
- Se deben verificar la correcta instalación de las uniones de la estructura de concreto.
- Para despreciar toda carga efecto de sobrepresiones de agua, se debe garantizar la salida total de ella por medio de filtros y drenes, ya que el empuje ejercido puede llegar a afectar considerablemente la estabilidad de la estructura.
- Todo elemento expuesto al contacto con el terreno natural, debe estar protegido por un concreto pobre y el recubrimiento del refuerzo debe estar como mínimo a 5 cm. El recubrimiento en zonas expuestas con el suelo deberá ser de 7.5 cm.
- La estructura proyectada fue diseñada para un concreto de 21 MPa y un acero de 420 MPa.
- El diseño se basa bajo factores de seguridad para el análisis de estabilidad y diseño por medio del método de resistencia ultima.
- No se tuvo en cuenta cargas por impacto y cargas hidrostáticas, asumiendo que las cargas de aguas obedecen a presiones de nivel freático, sin embargo, se presenta un dimensionamiento de filtros y drenes para abatir posibles efectos de presión de poros posterior a la estructura.
- Se debe verificar la ubicación para el muro de contención y la verificación de la implantación.
- Cualquier cambio o variación al diseño original, se debe informar al ingeniero calculista del proyecto. De lo contrario el ingeniero calculista no se hace responsable de afectaciones que se puedan llegar a presentar.



ING. WILLIAM ANDRES AVILA LÓPEZ

Esp. Estructuras

M.P. 15202-366899 BYC

6. BIBLIOGRAFÍA

BRAJA, M. DAS. Fundamentos de ingeniera geotécnica, México D.F, Thomson Learning, 2001, ISBN 97-0686-061-4

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 926 de 2010: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10. Bogotá, Marzo de 2010.

VALLECILLA, CARLOS. Fundamentos de diseño de puentes. Primera edición. Bogotá. 2018.