CONTRATO 163 – 28 DE JUNIO 2023

INTERVENTORÍA A LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

REVISIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS ADICIONALES SECTORES LA GLORIA Y NAZARETH CARRERA 10 ENTRE CALLES 15 Y 16

CONSORCIO TALUDES SGD

EDWIN ALEXANDER MORANTES RODRÍGUEZ
MAGISTER EN INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS
MP 68202-281761STD

PRESENTADO A:

ALCALDÍA DE BUCARAMANGA

BUCARAMANGA, SANTANDER
MARZO 11 DE 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO 3
2. INTRODUCCIÓN 4
3. OBJETIVOS 4
3.1 OBJETIVO GENERAL 4
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
4.1 SECTOR LA GLORIA 4
4.2 SECTOR NAZARETH 6
4.3 SECTOR PABLO VI 7
5. REVISIÓN ESTRUCTURAL DE LOS COMPONENTES 8
5.1 ESTADO LÍMITE: RESISTENCIA A LA ROTURA DE LOS ANCLAJES 8
5.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TAMAÑO DE LA ZAPATA 9
5.3 CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA ZAPATA 10
5.4 VERIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS 11
5.5 VERIFICACIÓN DE LA PLACA DE ACERO DE LA CABEZA DEL ANCLAJE 12
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 13
7. RECOMENDACIONES Y/O REQUERIMIENTOS AL CONTRATISTA 13

1. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Localización: Bucaramanga, Santander	
Contrato de obra: 104 DEL 17 DE MAYO 2023	Contrato de interventoría: 163 DEL 28 JUN 2023
Objeto del contrato: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y PABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	Objeto del contrato: INTERVENTORIA A LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN LOS SECTORES LA GLORIA, NAZARETH Y POABLO VI DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
Contratante: ALCALDIA DE BUCARAMANGA	Interventoría: CONSORCIO TALUDES SGD
Contratista: CONSORCIO GESA	Plazo contractual: CONSORCIO INTERVENTORIA TALUDES SGD

2. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la especialidad en ingeniería estructural de la interventoría del proyecto y hace parte integral del informe de revisión de los estudios y diseños de las obras adicionales proyectadas en los sectores de los barrios La Gloria y Nazareth en la carrera 10 entre calles 15 y 16 ubicados en cercanías a la escarpa occidental del municipio de Bucaramanga en el marco de la atención a la calamidad pública declarada mediante decreto No. 0398 del 11 de noviembre de 2020 en desarrollo del plan de acción específico.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión técnica de los estados límites a los que se someten los elementos estructurales propuestos en los estudios y diseños para la construcción de las obras de mitigación y estabilización en los sectores de La Gloria y Nazareth y sector de la carrera 10 entre calles 15 y 16 del municipio de Bucaramanga, Santander.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar los estados límites de resistencia de los torones propuestos como sistema de anclajes activos.
- Confrontar el dimensionamiento de las zapatas para la transmisión de los esfuerzos a la masa de suelo.
- Revisar el cálculo de los estados límites de resistencia a flexión, cortante unidireccional y punzonamiento de las zapatas propuestas.
- Verificar la propuesta de reforzamiento de las estructuras hidráulicas: cunetas y estructuras escalonadas.
- Verificar el estado límite de la platina de la cabeza de los anclajes.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 SECTOR LA GLORIA

Los taludes a intervenir en el sector de La Gloria presentan una altura promedio de 19 metros. La obra de estabilización consta de 9 filas de anclajes de 30 metros de

longitud total espaciados cada 2.0 metros horizontal y verticalmente. Concreto lanzado en la cara del talud y una fila de drenes de penetración en la pata del talud.

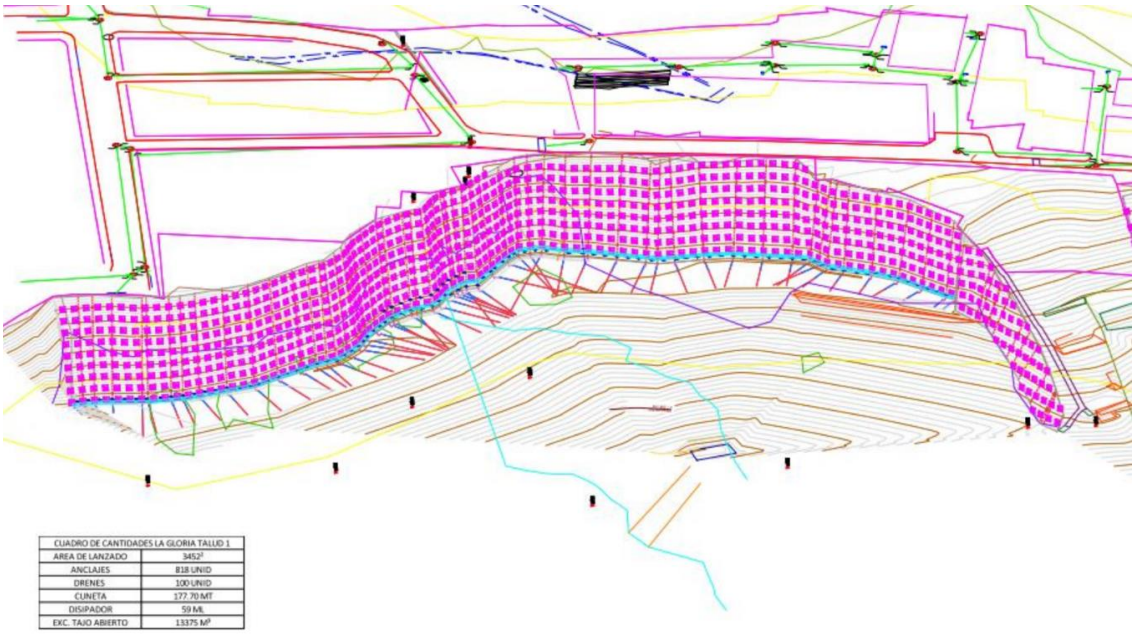
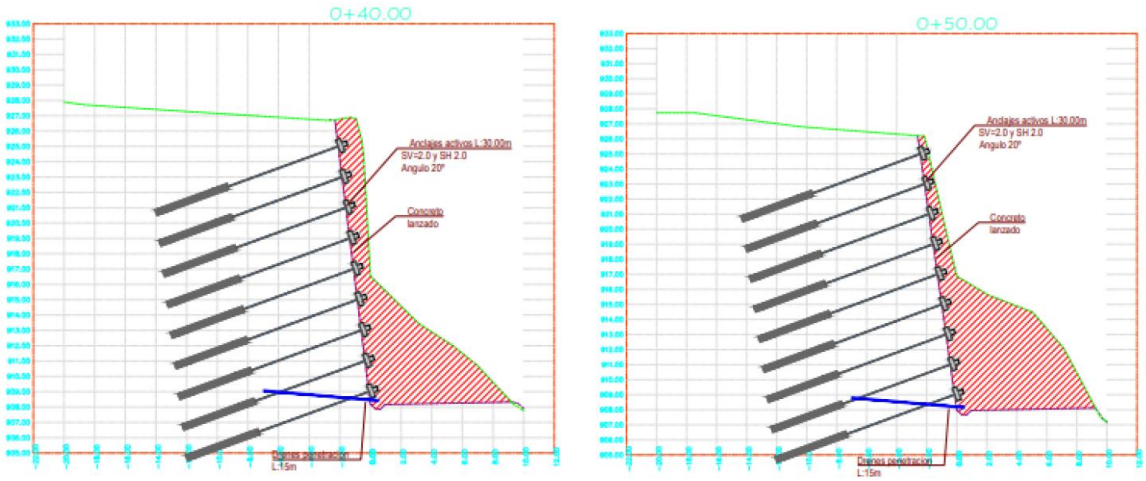


Figura 1. Esquema de las obras a realizar en el sector de La Gloria



Tomado de Planos finales sector La Gloria (Consorcio GESA)

4.2 SECTOR NAZARETH

Los taludes a intervenir en el sector de Nazareth presentan una altura promedio de 19 metros. La obra de estabilización consta de 9 filas de anclajes de 30 metros de longitud total espaciados cada 2.0 metros horizontal y verticalmente. Concreto lanzado en la cara del talud y una fila de drenes de penetración en la pata del talud.

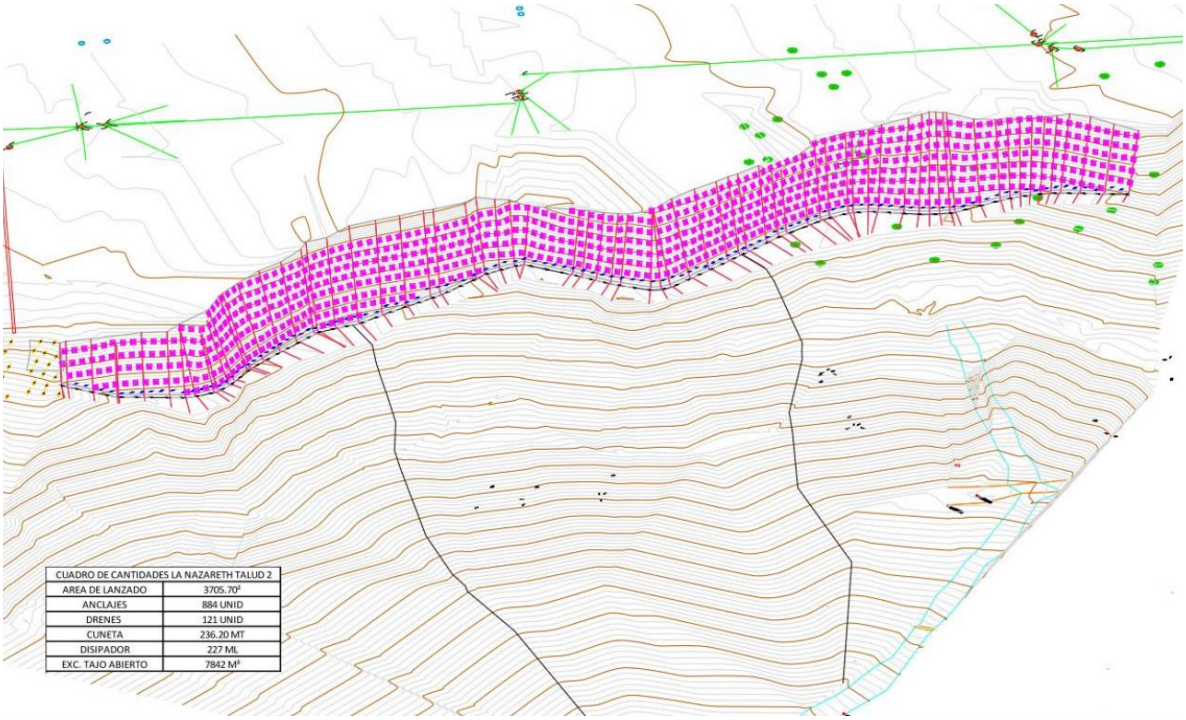
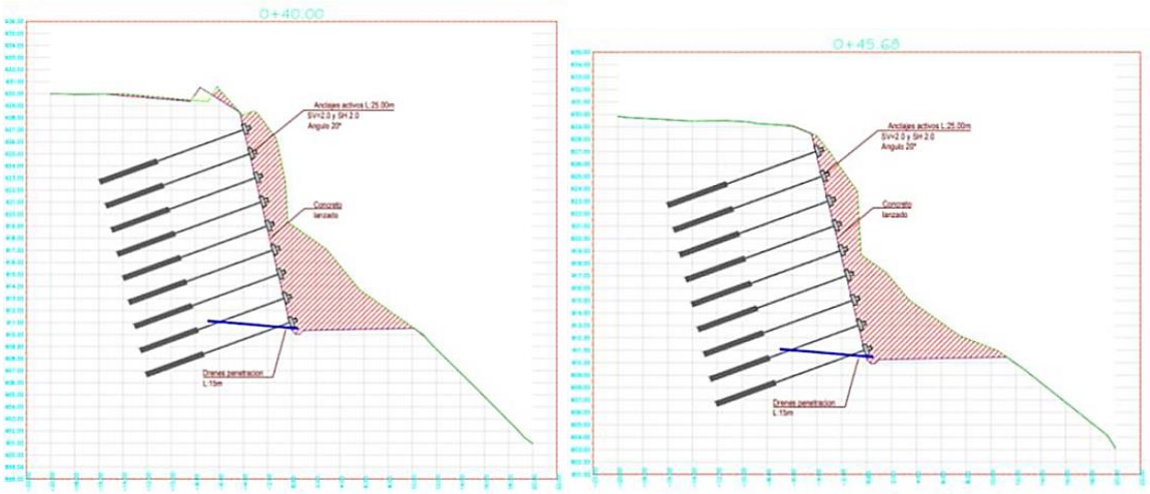


Figura 2. Esquema de las obras a realizar en el sector de Nazareth.



Tomado de Planos finales - Sector Nazareth (Consorcio GESA)

4.3 SECTOR PABLO VI

Los taludes a intervenir en el sector de Pablo VI presentan una altura promedio de 19 metros. La obra de estabilización consta de 9 filas de anclajes de 30 metros de longitud total espaciados cada 2.0 metros horizontal y verticalmente. Concreto lanzado en la cara del talud y una fila de drenes de penetración en la pata del talud.

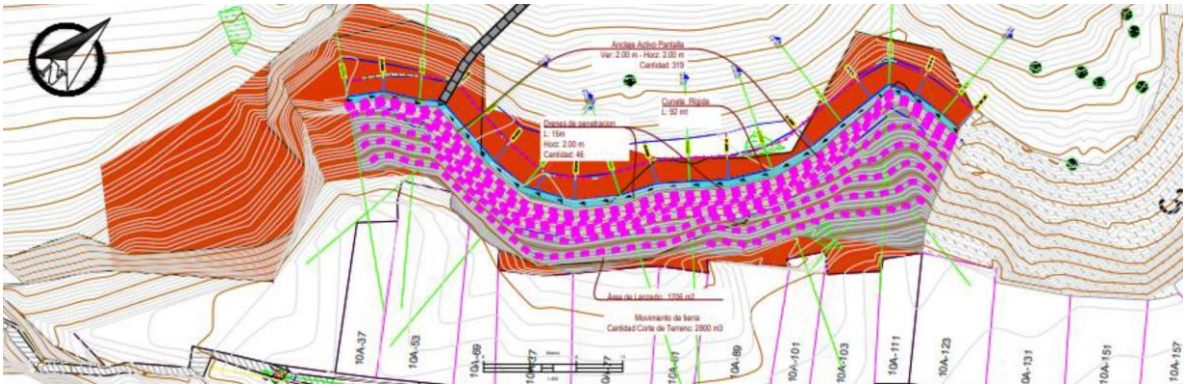
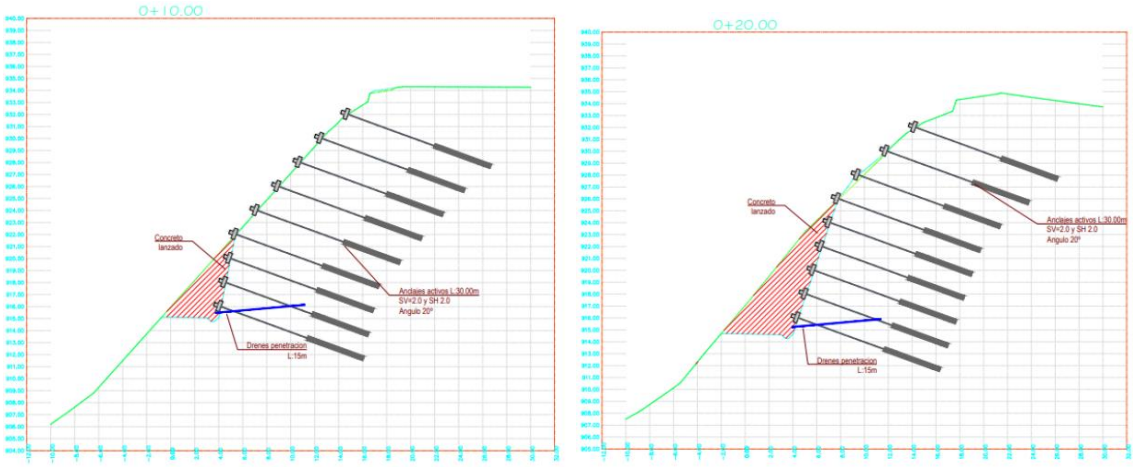


Figura 3. Esquema de las obras a realizar en el sector de Nazareth.



Tomado de Planos finales - Sector Nazareth (Consorcio GESA)

5. REVISIÓN ESTRUCTURAL DE LOS COMPONENTES

5.1 ESTADO LÍMITE: RESISTENCIA A LA ROTURA DE LOS ANCLAJES

Normalmente las tensiones de trabajo de estos aceros son del 60 % de su límite elástico en los anclajes permanentes y del 75 % en los anclajes provisionales.

Tabla 1. Verificación de la resistencia a la rotura

Relajación del acero	Baja
Diámetro nominal	12.7mm (0.5”)
Designación del torón No.	11
Grado	1860 (270)
Resistencia a la rotura mínima	183.7kN
Resistencia a la fluencia mínima	165.3 kN
Tipo de anclaje	Permanente
Tensión de diseño por anclaje	300 kN
Cantidad de torones por anclaje	3
Tensión de diseño por torón	100kN
Relación fuerza por torón/fuerza de fluencia	60.5%
$P_{Nd} / A_T \leq f_{pk} / 1{,}25$ $P_{Nd} / A_T \leq f_{yk} / 1{,}10$	Ok Ok
Porcentaje máximo aplicado en prueba de carga	125%
Tensión máxima en prueba de carga	125 kN

5.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TAMAÑO DE LA ZAPATA

El componente de geotecnia reporta una capacidad portante admisible en el suelo de apoyo de 33.0 ton/m2. A continuación se presenta la tabla resumen presentada en el informe de diseño del contratista de obra. Seguidamente, se corrobora el dimensionamiento para las fuerzas propuestas de tensión de anclaje.

Tabla 2. Capacidad portante del suelo.

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	26,224	34,965	Ton/m²
Meyerhof	24,961	33,281	Ton/m²
Vesic	25,152	33,537	Ton/m²

Tomado del informe de estudios y diseños emitido por el CONSORCIO GESA.

Tabla 3. Asentamiento esperado en cada zapata.

qa=	Capacidad admisible	3,35	kg/cm2
S=	Asentamiento	1,64	cm
B=	Ancho zapata	1,2	mts

Tomado del informe de estudios y diseños emitido por el CONSORCIO GESA.

Tabla 4. Verificación del dimensionamiento de la zapata

Capacidad admisible del suelo de soporte reportada en el componente de geotecnia	33 tn/m^2 (323.6 kN/m^2)
Tensión de diseño del anclaje	300 kN
Tensión máxima de diseño durante prueba de carga	375 kN
Ancho propuesto de zapata	1.20m
Largo propuesto de zapata	1.20
Área de contacto de zapata	1.44 m^2
Presión de trabajo aplicada al suelo de soporte	208 kN/m^2
Presión máxima aplicada al suelo de soporte	260 kN/m^2

5.3 CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA ZAPATA

A continuación, se presenta el cálculo de la resistencia a los siguientes estados límites de resistencia:

- Verificación de la resistencia a flexión.
- Verificación del cortante unidireccional.
- Verificación del punzonamiento.

Tabla 5. Presiones transmitidas por la zapata al suelo.

	ZAPATA				PLATINA						
ID	By	Lx	H	d	bcy	bcx	Pu	q_{1u}	q_{2u}	q_{3u}	q_{4u}
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[kN/m^2]
Trabajo	1.2	1.2	0.30	0.22	0.20	0.20	300.0	208.3	208.3	208.3	208.3
Prueba	1.2	1.2	0.30	0.22	0.20	0.20	375.0	260.4	260.4	260.4	260.4

Tabla 6. Cálculo de la demanda a flexión.

	FLEXIÓN DIRECCIONAL X				
ID	qui	quj	qudi	qudj	Mux
	[kpa]	[kpa]	[kpa]	[kpa]	[kN]
Trabajo	208.3	208.3	208.3	208.3	31.3
Prueba	260.4	260.4	260.4	260.4	39.1

Tabla 7. Cálculo del acero requerido a flexión.

CONCRETO		ACERO DE REFUERZO	
f'c [Mpa]:	21	fy [Mpa]:	420
Ec [Mpa]:	21538	Es [Mpa]:	200000
$\beta 1$ [-]:	0.85		
Factor Φ:	0.9		

ID	Mu	bw	h	r	d	d'	As min	As max	As Traccion
	[kNm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm^2]	[mm^2]	[mm^2]
Trabajo	31.3	1200	300	75	217	83	868	3528	516
Prueba	39.1	1200	300	75	217	83	868	3528	648

Se verifica que la cuantía de acero de refuerzo propuesta para las zapatas cumple con la cuantía de acero de refuerzo requerida para resistir la demanda. As suministrado 1592 mm^2.

Tabla 8. Validación de la resistencia al cortante unidireccional

	UNIDIRECCIONAL X		CORTANTE UNIDIRECCIONAL X				
ID	Vux	ΦVnx	qui	quj	qudi	qudj	Vud
	[kN]	[kN]	[kpa]	[kpa]	[kpa]	[kpa]	[kN]
Trabajo	70.7	152.2	208.3	208.3	208.3	208.33	70.7
Prueba	88.4	152.2	260.4	260.4	260.4	260.42	88.4

Se verifica que la resistencia a cortante suministrada por el concreto es suficiente para resistir la demanda a cortante unidireccional.

Tabla 9. Validación de la resistencia al punzonamiento.

	RESISTENCIA POR PUNZONAMIENTO					
ID	β	αs	bo	Vc (a)	Vc (b)	Vc (c)
	[-]	[-]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]
Trabajo	1.0	40	1.67	846.2	992.2	547.6
Prueba	1.0	40	1.67	846.2	992.2	547.6

Se verifica que la resistencia a cortante bidireccional suministrada por el concreto es suficiente para resistir la demanda por estado límite por punzonamiento.

5.4 VERIFICACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

La propuesta de reforzamiento del canal hidráulico empleado en la estructura escalonado se presenta a continuación.

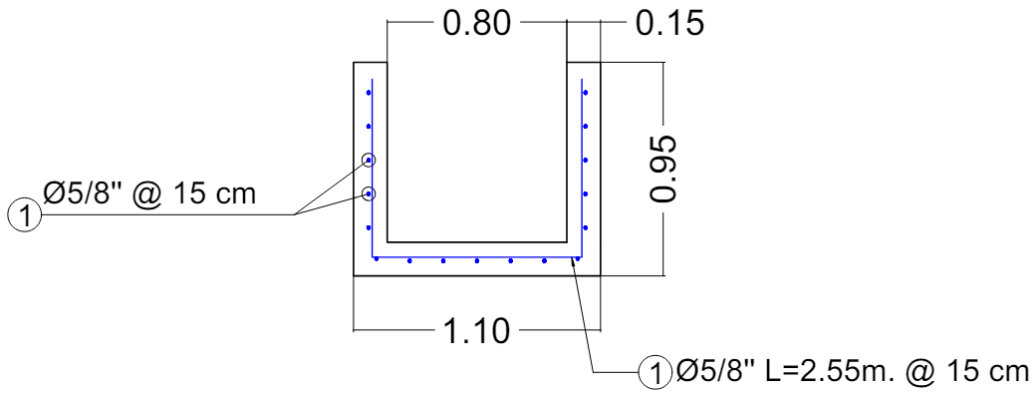


Figura 4. Detalle de reforzamiento del canal hidráulico.

Tomado de los planos presentados por el CONSORCIO GESA

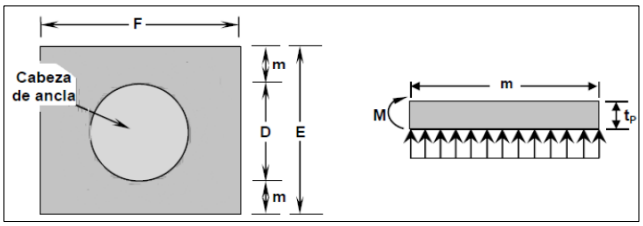
Tabla 10. Verificación del acero de refuerzo suministrado en el canal hidráulico.

Espesor de los muros y losa	0.15m
Acero de refuerzo mínimo	224 mm^2
Cuantía por retracción y temperatura	0.002
Acero de refuerzo por retrac y temp	300 mm^2
Acero de refuerzo suministrado	1 diámetro 5/8” C/0.15m 1326 mm^2

5.5 VERIFICACIÓN DE LA PLACA DE ACERO DE LA CABEZA DEL ANCLAJE

CÁLCULO PLATINA DE APOYO

Diámetro cabeza de anclaje:	0.135	m
Esfuerzo de fluencia acero:	250	Mpa
Distancia "m":	0.0325	m
Área platina "Ap":	0.0400	m2
Área crítica "Acr":	0.0259	m2
CUMPLE		
Momento en la platina "M":	4.401	kN-m
Espesor de la platina "t":	12.00	mm



Se verifica que la platina de 200x200 mm de espesor de 12mm en acero ASTM A36 cumple con la condición de aplastamiento del concreto y el estado límite de fluencia de la misma por demanda a flexión.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda adoptar la especificación INVIAS aplicable a lechadas de inyección donde el artículo 684.5 Condiciones para el recibo de los trabajos establece que las lechadas de inyección deben cumplir lo establecido en el número 684.2 y subnumeral 684.2.7.

Es importante resaltar, que la verificación de la correcta instalación, ubicación, profundidad de la perforación, verificación de materiales de suelo acorde con el diseño al arrancamiento del bulbo y longitud de los cables instalados se deberá remitir al informe de la especialidad de geotecnia. Estas verificaciones no hacen parte de la verificación de la especialidad estructural de la interventoría.

Se han verificado los estados límites de resistencia asociados a los elementos estructurales que hacen parte de la propuesta de obras de mitigación y estabilización de los taludes de los sectores de interés.

Previo a la fundida de concreto se recomienda realizar un diseño de mezcla de concreto que deberá ser revisado y aprobado por la interventoría.

Procedimiento para el tensionamiento de cables. El contratista propone realizar una secuencia de carga aumentando cada paso en 25% hasta alcanzar la carga máxima de prueba de 125% de la carga de diseño sosteniéndola durante 10 minutos y registrando los movimientos a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 10 minutos. En función de los resultados de desplazamientos se considerará aceptado o rechazado. Se solicita al contratista establecer numéricamente los valores de desplazamiento límite que definen la aceptación de los anclajes ya que el documento no los especifica.

Procedimiento de elaboración e inyección de la lechada de cemento: Se inicia un llenado por gravedad y posteriormente se realiza la inyección a presión a una presión de 250 psi como se evidencia en el registro fotográfico del presente informe. Dicho valor de presión se considera aceptable y se ubica ene l rango establecido en la norma CCP14 en la tabla C.11.9.4.2-2 para anclajes inyectados a presión en suelo arenoso o no cohesivo.

7. RECOMENDACIONES Y/O REQUERIMIENTOS AL CONTRATISTA

Los anclajes pretensados y las cabezas de los anclajes se deben proteger contra la corrosión de manera consistente con las condiciones del suelo y el agua

subterránea en el sitio de implantación. El nivel y la importancia de la protección contra la corrosión se deben determinar en función del terreno y de las potenciales consecuencias de la falla de los anclajes. Se recomienda revisar y aplicar la sección 6 de la norma AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications.

Se recomienda mantener distanciado del suelo las parrillas de acero de refuerzo de las zapatas ya instaladas. En caso de reinyección de las perforaciones que están ubicadas sobre excavaciones que ya tienen emplazadas las parrillas de refuerzo, retirar temporalmente dichas parrillas de refuerzo con el objetivo de evitar que sean contaminadas con la lechada de inyección.

FIN DEL DOCUMENTO