



GOBERNACIÓN DEL TOLIMA
NIT: 800.113.6727
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HABITAT



SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA Y HABITAT
GOBERNACION DEL TOLIMA

INFORME OBRAS COMPLEMENTARIAS

VIA LOCALIZADA EN LA AVENIDA TULUNI ENTRE CARRERA 3 Y
CARRE 2 ESTE, BARRIO TULUNI MUNICIPIO DE CHAPARRAL EN EL
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

REALIZADO POR

LEIDY CAMILA HERNANDEZ CARRILLO
Ingeniera Civil MBA
Magister (c) en ingeniería civil con énfasis en geotecnia
Contratista
Secretaria de Infraestructura y Hábitat

IBAGUE, TOLIMA
JUNIO DE 2024

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	5
2.1. OBJETIVO GENERAL	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
4. GEOLOGÍA LOCAL	7
5. FALLAMIENTO	8
6. SISMICIDAD	9
6.1. Aceleración y velocidad pico efectiva	9
7. TIPO PERFIL DE SUELO	10
8. RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS	11
8.1. DATOS GEOTÉCNICOS ESTUDIO DE SUELOS	11
8.2. PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO	11
9. DESCRIPCIÓN PROBLEMÁTICA ABSCISA K0+024 A LA K0+030	11
10. PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS	12
11. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	14
11.1 Acero de refuerzo	14
11.2. Concreto	14
12. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES	14
12.1. Material de relleno	14
12.2. Suelo de fundación	14
13. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO	15
13.2. ESTADO LÍMITE DE FALLA	15
13.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	16
14. GEOMETRÍA MURO DE CONTENCIÓN	18
15. CHEQUEO DEL MURO DE CONTENCIÓN	19
15.2. VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA	19
15.3. VERIFICACIÓN CONTRA VOLCAMIENTO	19
15.4. VERIFICACIÓN CONTRA DESLIZAMIENTO	20

.....	20
16. AREAS Y VOLUMENES DE CORTE Y LLENO DE MATERIAL GRANULAR	20
17. RECONFORMACIÓN GEOMÉTRICA DE TALUDES (SEPARADOR PAR VIAL)	21
18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto	6
Figura 2. Mapa geológico colombiano, SGC, 2020.....	7
Figura 3. Mapa geológico colombiano sobre Google Earth, SGC, 2020.....	8
Figura 4. Zonas de amenaza sísmica	9
Figura 5. Valores típicos de A_v y A_a Aceleración y velocidad pico efectiva	10
Figuras 6. Ubicación abscisa K0+020 a la K0+030.....	11
Figuras 7. Ubicación abscisa K0+020 a la K0+030.....	11
Figura 8. Presión de tierras naturales en un muro de retención.	12
Figura 9. Dimensión del muro de contención.	16
Figura 10. Ubicación abscisa K0+430	19
Figura 11. Ubicación abscisa K0+520.....	19
Figura 12. Implantación Ubicación abscisa K0+480.....	20
Figura 13. Ubicación abscisa K0+520.....	20
Figura 14. Implantación Ubicación abscisa K0+620.....	21
Figura 15. detalle sistema de drenaje de la reconformación.....	21
Figuras 16. Césped (grama)	22
Figuras 17. Césped (grama)	22
Figura 18. Pasto vetiver.....	22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aceleración y velocidad pico efectiva	9
Tabla 2. Factores de seguridad	15
Tabla 3. Capacidades de carga admisibles	15
Tabla 4. Verificación de capacidad de carga del muro.....	17
Tabla 5. Verificación contra volcamiento del muro.....	17
Tabla 6. Verificación contra deslizamiento del muro.....	18
Tabla 7. Cantidades de volúmenes de lleno y corte para el muro.....	18
Tabla 8. Cantidades del sistema de drenaje.....	18
Tabla 9. Cantidades de metros cuadrados de revegetalización.....	24
Tabla 10. Cantidades de volúmenes de lleno y corte y corte de secciones viales y reconformación de taludes	27

1. INTRODUCCIÓN

El informe de OBRAS COMPLEMENTARIAS expone las características geotécnicas de las obras adicionales necesarias para la complementación de los procesos constructivos, para el caso concreto se analizará las condiciones geotécnicas del muro de contención y la reconfiguración del separador sobre el par vial de la avenida Tuluni-señoritas del municipio de Chaparral- Tolima

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un informe de obras complementarias para estudios y diseños para la pavimentación de vías urbanas del municipio de Chaparral departamento del Tolima especialmente de la avenida Tuluni- señoritas del Municipio de Chaparral, Departamento del Tolima.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la determinación de los parámetros geotécnicos mínimos requeridos para el muro de concreto reforzado ubicado entre las abscisas K0+024 a la K0+030.
- Realizar la reconfiguración de los taludes ubicados sobre el separador del par vial desde la abscisa K0+305 hasta la K0+620
- Realizar la reconfiguración de los taludes ubicados desde la abscisa K0+620 hasta la K0+655.
- Brindar las recomendaciones para la protección contra la erosión superficial de los taludes.

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El tramo objeto de intervención se encuentra localizado en la vía que, del municipio de Chaparral, departamento del Tolima, específicamente en las siguientes coordenadas y ubicación.

INICIO: 3°43'13.35"N - 75°28'55.22"O

FINALIZACIÓN: 3°42'58.43"N - 75°28'38.45"O

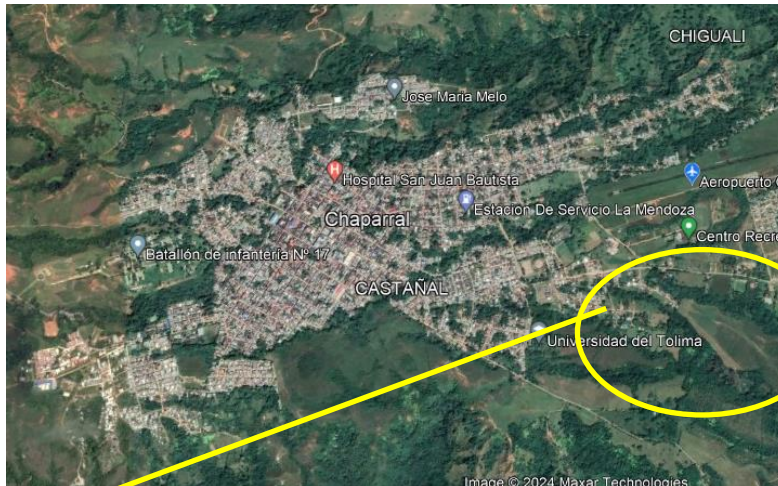


Figura 1. Localización del proyecto

Fuente. Google Earth, 2021

4. GEOLOGÍA LOCAL

El municipio de Chaparral, departamento del Tolima, específicamente el área de intervención corresponde a suelos conformados por abanicos aluviales y depósitos coluviales, de edad cuaternaria con simbología Q-ca. Sin embargo, presenta cercanía con formaciones de arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados de edad Serravaliano. Mesiniano, tal y como se evidencia en el mapa geológico colombiano del año 2020.

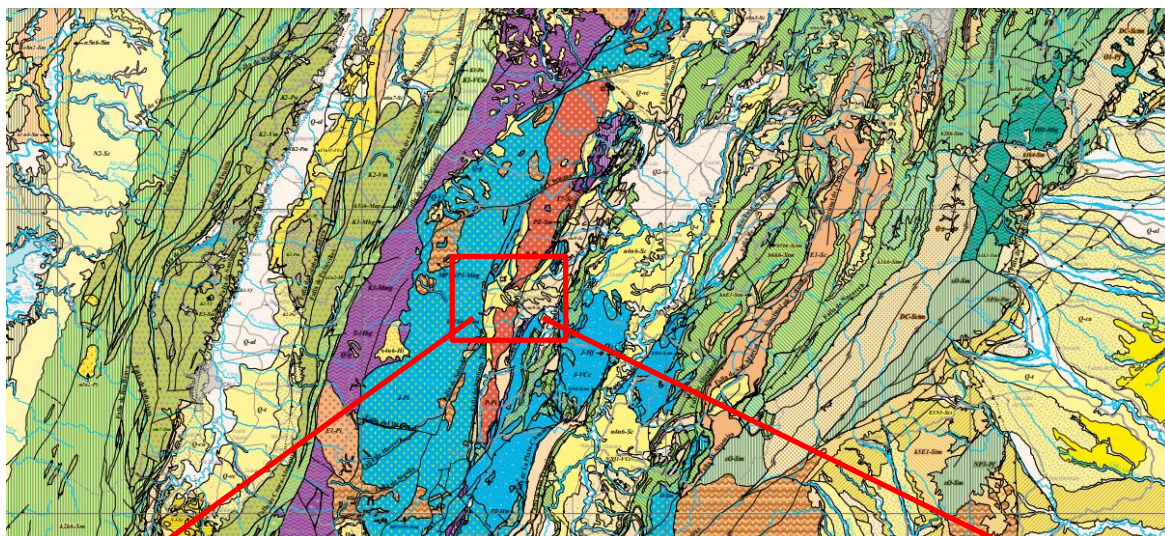
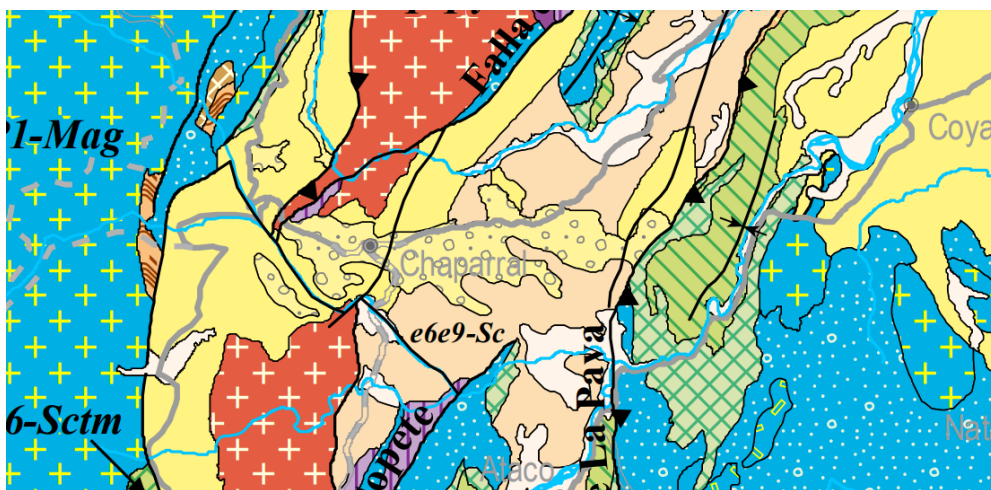


Figura 2. Mapa geológico colombiano, SGC, 2020

5. FALLAMIENTO

El tramo objeto de estudios y diseños es atravesada a una distancia menor a un kilómetro por un ramal del sistema de fallas de La Colorada-Samaria, Ubicadas en el sur del departamento marcan el límite entre el Valle Superior del Magdalena y la Cordillera Central; los estudios de Vergara et al., (en edición), indican la existencia de tramos con indicios fuertes de actividad neotectónica. El Sistema de Fallas de Samaria - La Colorada o Calarma, cruza al occidente de Ortega y es truncado por la Falla de Ibagué. Sus movimientos parecen ser más antiguos que los del Sistema Chusma (MOJICA y FRANCO, 1992).

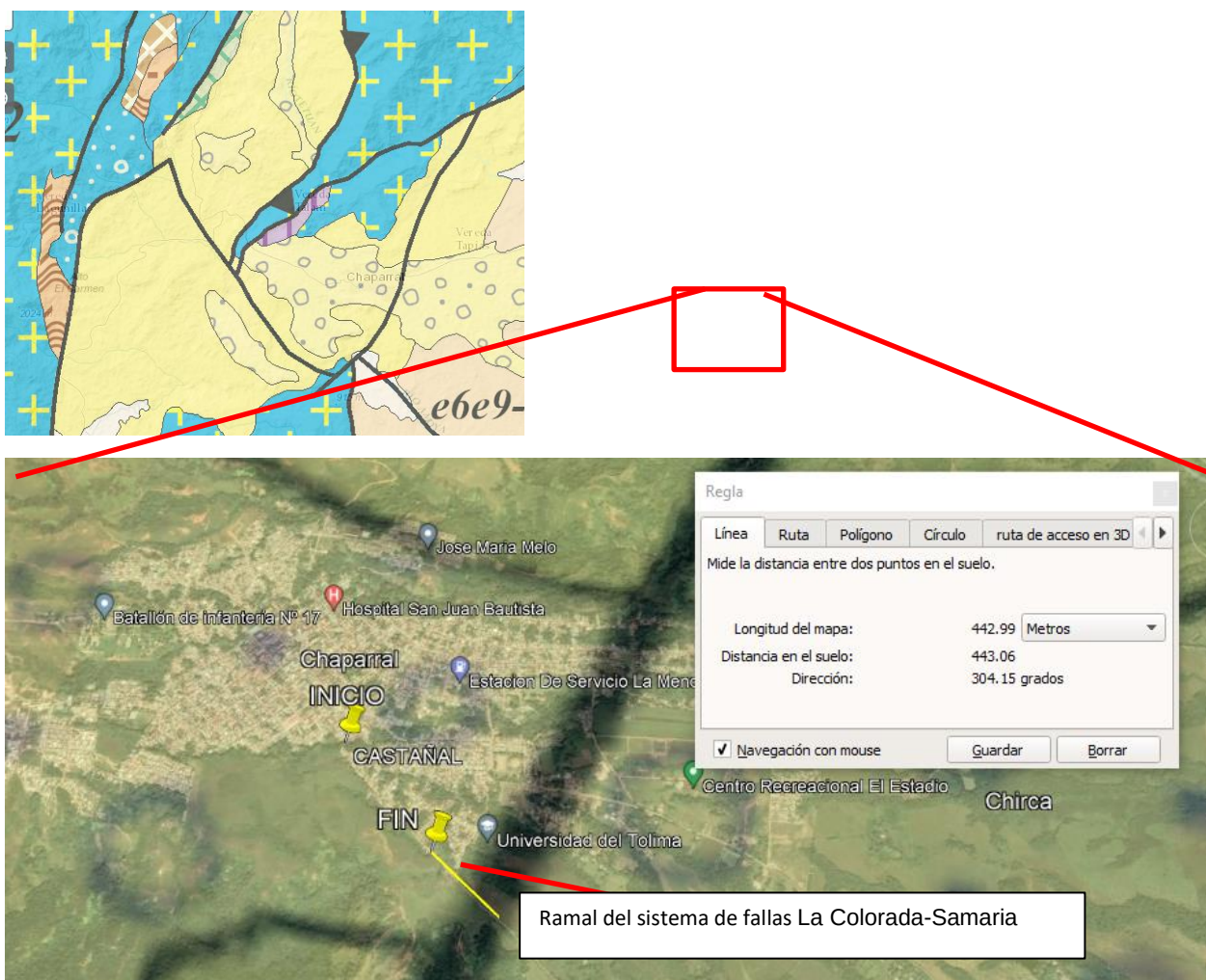


Figura 3. Mapa geológico colombiano sobre Google Earth, SGC, 2020

6. SISMICIDAD

De acuerdo con el estudio general de amenaza sísmica de Colombia, de la asociación de ingeniería sísmica de Colombia, el municipio de Chaparral se encuentra ubicado en una zona de intensidad sísmica ALTA. Tal y como lo recalca el Reglamento Colombiano De Sismo Resistencia NSR-10, en la Figura 4.

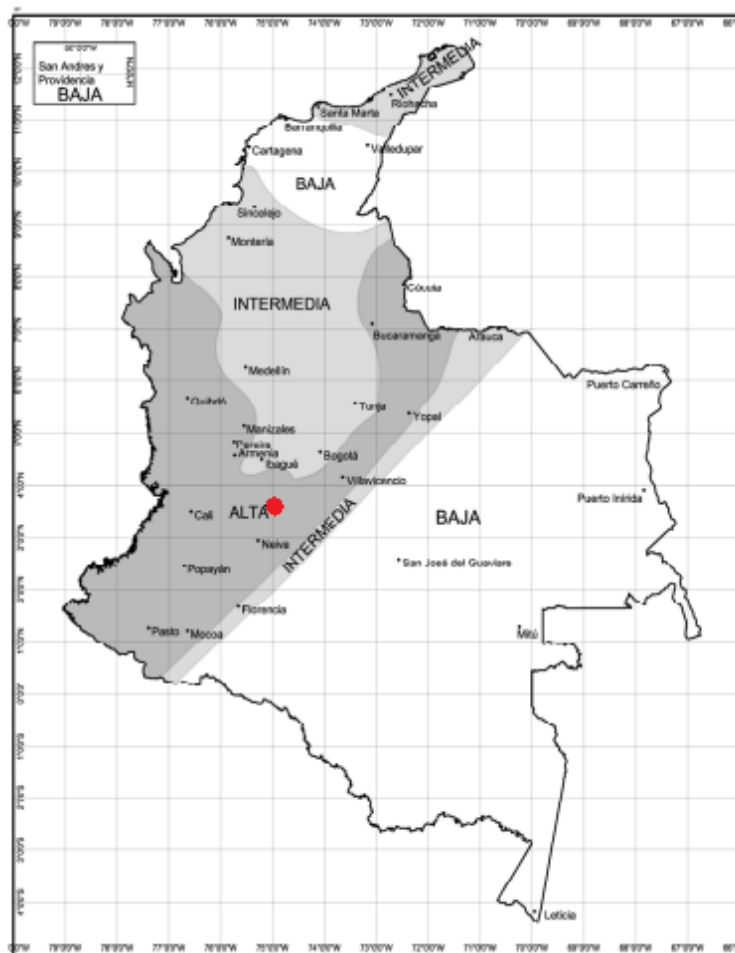


Figura 4. Zonas de amenaza sísmica

6.1. Aceleración y velocidad pico efectiva

La aceleración y velocidad pico efectiva según a NSR-10, que se presenta sobre el municipio de Chaparral se encuentran ubicado en las regiones 5 y 4 respectivamente, tomando un valor de 0.25 para Aa y 0.20 para Av, tal y como se observa en la tabla 1 y figura 5.

Departamento del Tolima

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Chaparral	73168	0.25	0.20	Alta	0.08	0.05

Tabla 1. Aceleración y velocidad pico efectiva

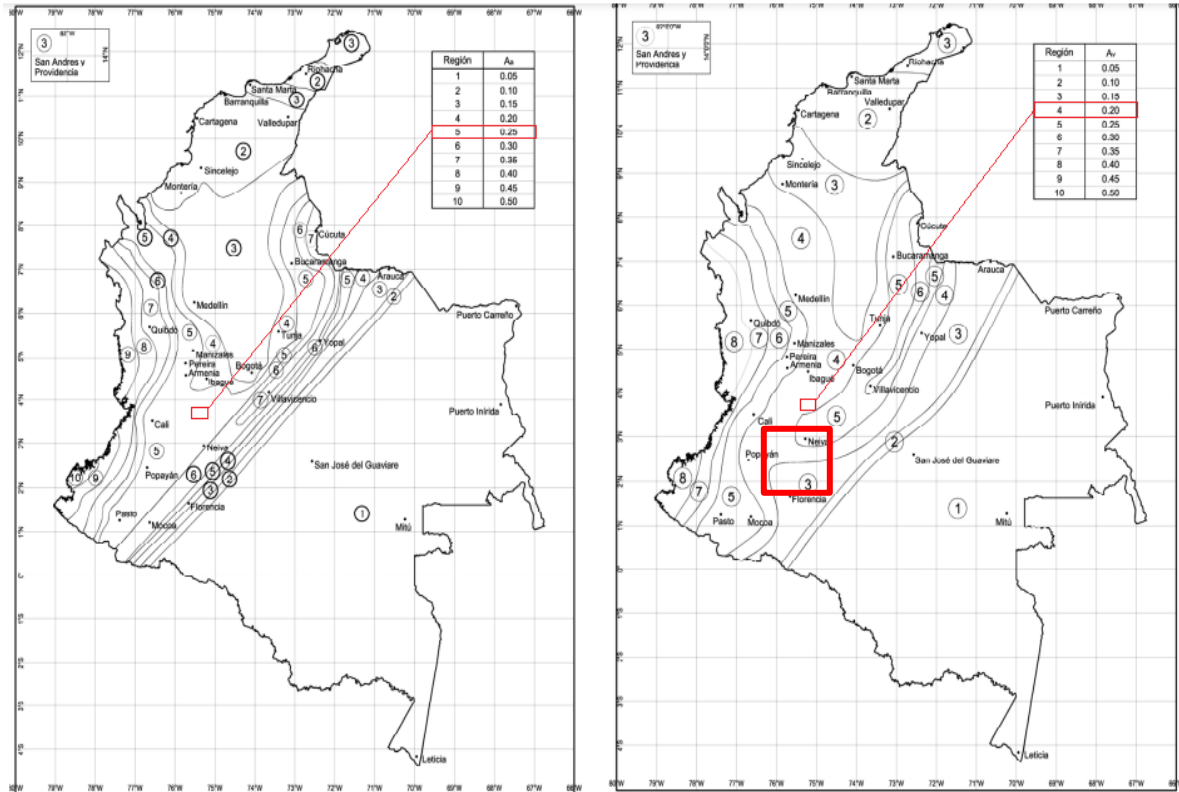


Figura 5. Valores típicos de A_v y A_a Aceleración y velocidad pico efectiva

7. TIPO PERFIL DE SUELO

Se establece la clasificación del perfil del suelo de acuerdo con los establecido en el reglamento colombiano de sismoresistente en su título A, numeral A. 2.4.1, haciendo uso de las humedades, IP y velocidades de onda estimadas mediante la comparación de las ecuaciones de correlación $N_{spt} - V_S$ para de Ohta y Goto 1978, Imai y Tonouchi 1982, Seed et al. 1983, Sykora y Stokeo 1983, Lee 1992, Dickenson 1994, Hasncebi y Ulusay 2007.

PERFIL DE SUELO TIPO

D

0

8. RESISTENCIA AL CORTE DE LOS SUELOS

8.1. DATOS GEOTÉCNICOS ESTUDIO DE SUELOS

EM	W%	LL	LP	IP	% GRAVAS	%ARENAS	% FINOS	TOTAL
1	42.39	46.89	44.34	2.53	1.3	35.9	62.8	100

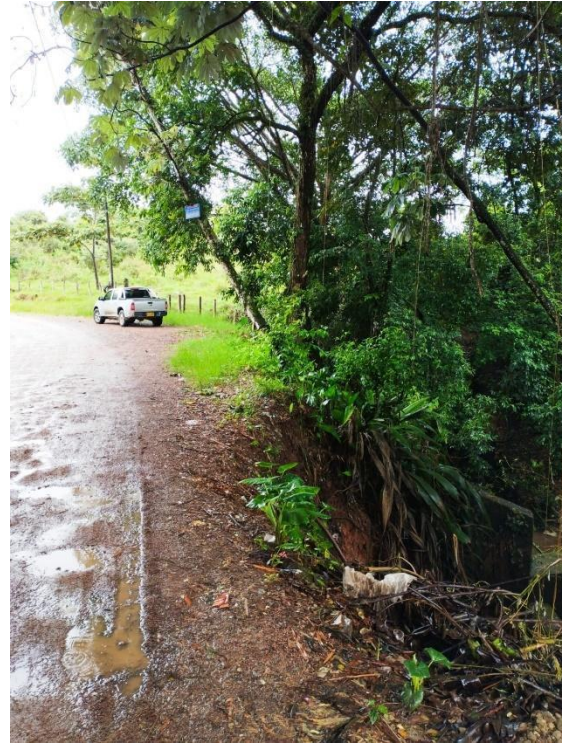
EM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

8.2. PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO

- **Cohesión** = 40.88 KPa
- **Ángulo de Interacción Interna** = 29.04°

9. DESCRIPCIÓN PROBLEMÁTICA ABSCISA K0+024 A LA K0+030

Actualmente se presenta un proceso de erosión superficial por inadecuado manejo de aguas de escorrentía que han producido la pérdida de aproximadamente 1m de ancho de vía, además se evidencia depósitos de basuras que produce carga sobre la superficie del talud, sin embargo, no se evidencia fisuras ni grietas, ni morfología que muestren masas de suelo desplazadas por movimiento en masa, ver figuras 6 y 7



Figuras 6 y 7. Ubicación abscisa K0+020 a la K0+030

Aunque no se evidencia movimientos en masa y la altura del talud es inferior a 3m, no se requiere realizar un sistema de contención para corregir procesos de inestabilidad, sin embargo, por la configuración geometría vial, es necesaria realizar la reconfiguración del terraplén de la vía por tal motivo es necesario realizar la implantación de un muro de contención que a continuación se brindan las características.

10. PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS

Si se evita que la pared vertical de la estructura se mueva en cualquier punto de su profundidad, se considera presión de tierra en reposo (Imagen N° 8 a). Si la pared vertical puede inclinarse lejos del suelo retenido, con suficiente inclinación de la pared y una cuña triangular de tierra detrás de la pared, la presión lateral para esta condición se conoce como presión de tierra activa (Imagen N° 8 b), ahora bien, si la pared puede ser empujada hacia el suelo retenido, con suficiente movimiento de la pared y una cuña del suelo, la presión lateral para esta condición se conoce como presión pasiva de tierra (Imagen N° 8 c).

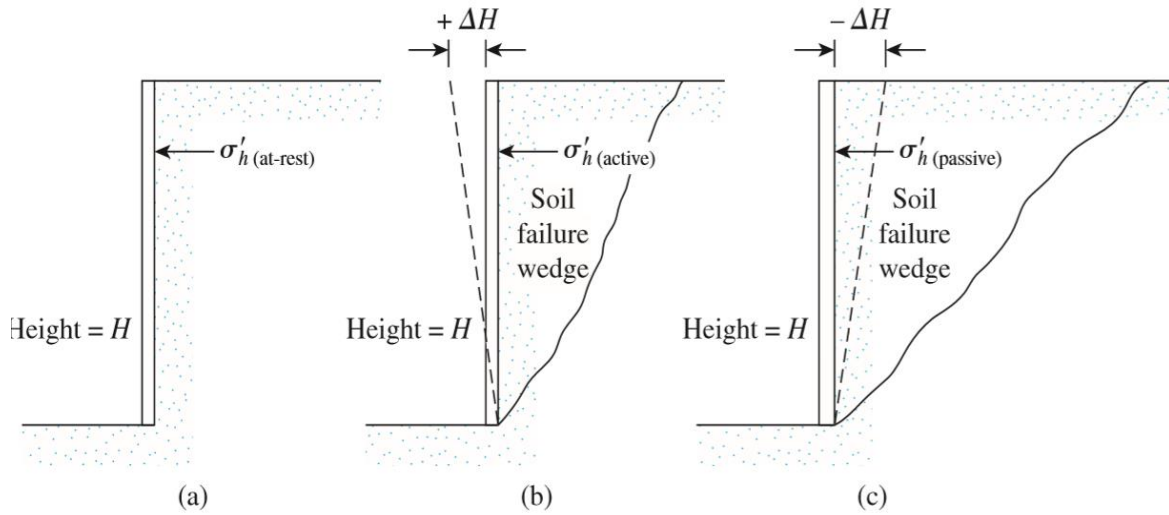


Figura 8. Presión de tierras naturales en un muro de retención.

Para efectos de cálculo se considerará la condición más crítica, la cual es una condición activa

Esfuerzos (Kg/m2)				
profundidad	Sobrecarga	Suelo	Cohesión	total
0	530,7225664	0	2172,98707	-1642,2645
7	530,7225664	4371,8728	2172,98707	2729,6083

PROF (m)	CARGA (Kg/m2)	SUELO (Kg/m2)	COHESION (Kg/m2)	TOTAL (Kg/m2)
0,00	530,72	0,00	2172,99	-1642,26
7,00	530,72	4371,87	2172,99	2729,61

q	15 KPa
Ka	0,36

11. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

11.1 Acero de refuerzo

Para el diseño del muro de contención, se utilizará un acero con un límite de fluencia de 4200 Kg/cm² y con un módulo de elasticidad de 2.000,000 Kg/cm². El acero debe cumplir con las especificaciones de la ASTM A706.

11.2. Concreto

La resistencia a la compresión especificada de los concretos a ser utilizados en el diseño de los diversos elementos estructurales de concreto armado y concreto simple son las siguientes:

- Zapata: 21MPa
- Pantalla: 21MPa
- Solado concreto simple: 14MPa

12. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

12.1. Material de relleno

El material de relleno utilizado en la modelación del muro de contención corresponde a un suelo granular con un peso específico de 1.8 Ton/m³ y un ángulo de fricción de 28°

12.2. Suelo de fundación

Según el estudio geotécnico, las características del suelo de fundación donde se construirá el muro de contención son las siguientes:

- Ángulo de fricción: 29°
- Peso específico: 1680 Kg/m³
- Cohesión: 1077 Kg/m²
- No hay presencia de nivel freático

13. DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO

13.2. ESTADO LÍMITE DE FALLA

El diseño de capacidad portante de la cimentación se realizará utilizando la carga estimada a la cual estará expuesta una zapata y la cual deberá ser transmitida al suelo de fundación. Con dicho diseño se logrará obtener la capacidad de carga (capacidad portante) para diferentes áreas de construcción, con el fin de obtener un sistema de cimentación geotécnica y estructuralmente estables que logren su finalidad de transmitir las cargas de manera segura, funcional y económica.

Para la determinación de la capacidad portante se tendrá en cuenta la teoría general de Meyerhof, la cual tiene en cuenta además de la resistencia al corte del suelo, la afectación de la profundidad de desplante del cimiento y la forma del cimiento.

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ = Factores de inclinación de la carga

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = Factores de inclinación de la carga

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = Factores de forma del cimiento

Cabe resaltar que la capacidad portante de las zapatas medianeras y esquineras por su posición geométrica, se debe determinar cómo cimientos excéntricos en una y dos direcciones, respectivamente.

De acuerdo con lo establecido en el numeral H.4.7.1, se hará uno de un factor seguridad de 3.

Tabla H.4.7-1
Factores de Seguridad Indirectos F_{SICP} Mínimos

Condición	F_{SICP} Mínimo
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5

Tabla 2. Factores de seguridad

13.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

Para el cálculo de los asentamientos inmediatos de los cimientos de acuerdo con el tipo de suelo de fundación, se utiliza la ecuación de elasticidad de Bowles que determina las posibles deformaciones a partir del módulo de elasticidad y las presiones de contacto:

$$S_e = q_o(\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

De acuerdo con el desarrollo de la exploración de campo, se tomó una muestra inalterada en bloque sobre el suelo de fundación (profundidad 3m, sobre el nivel cero de la edificación proyectada); posteriormente se ejecutó ensayo de corte directo para determinar los parámetros de resistencia al corte del suelo.

Por lo anterior los datos de entrada son:

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	
Nc	27.86
Nq	16.44
N_γ	19.34

Para determinar la capacidad portante admisible del suelo, se hizo uso de la ecuación general de carga y la capacidad de carga admisible para una condición crítica de formación equivalente a 1", realizando la variación d la base y la profundidad de desplante.

BASE	LONGITUD ML	
	E.L de Falla	E.L de Servicio
m	Ton/m2	Ton/m2
1.5	21.49	82

Tabla 3. Capacidades de carga admisibles

Fuente. Propia.

Para un muro de 6m de longitud la capacidad portante es de 19 Ton/m2, con las siguientes características:

- Altura del muro mínima desde el nivel de cimentación: 2.5m
- Altura mínima del vástago del muro: 2.0m
- Profundidad de desplante mínima: 1.5m
- Ancho mínimo del vástago: 30cm
- Ancho mínimo del cimiento corrido: 1.5m
- Peralte mínimo del cimiento: 50cm
- Peso específico del suelo: 1.59 ton/m3
- Peso específico del material de lleno posterior: 2.2 ton/m3
- Esfuerzo de empuje del suelo 36.7 KPa /ml
- Fuerza de empuje: 45.8 KN/ml
- Ángulo de inclinación de la fuerza de empuje del suelo: 20°

Una vez diseñado estructuralmente el muro de contención queda definido de la siguiente manera:

14. GEOMETRÍA MURO DE CONTENCIÓN

- Profundidad min de cimentación: 1.5 m
- Capacidad portante: 19 Ton/m²
- Altura muro de contención (A+B+D): 2.7m
- Base zapata (E+F+G): 2.4 m
- Ancho talón (E): 1.75 m
- Altura zapata (B): 0.40 m
- Ancho vástago (C): 0.3 m
- Ancho dentellón (F): 0.4m
- Altura dentellón (D):0.7m

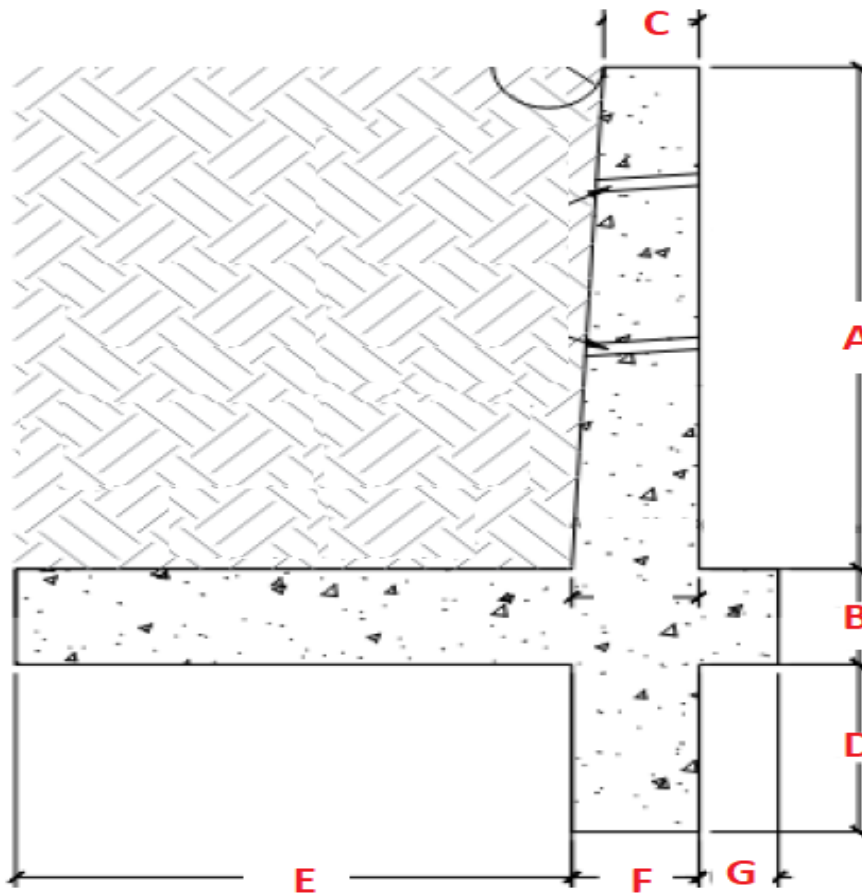


Figura 9. Dimensión del muro de contención.

15. CHEQUEO DEL MURO DE CONTENCIÓN

15.2. VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA

CHEQUEO CAPACIDAD RESISTENTE DEL SUELO		
Solicitaciones Estado Límite : Servicio		
Resistencia Suelo	19 t/m2	Caso: MÁXIMO
	Valor	Simbología
ΣP	65.66	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
B	2.4	Ancho de la Zapata (m)
L	6	Longitud de la Zapata (m)
d	0.82	(MomEstab - MomVolc) / SumatP (m)
e calc	0.38	Excentricidad de la Carga (m)
Suelo		
σ_v	4.56	Esfzo Vertical en Suelo (t/m2)
Roca		
σ_{v1}	-	Esfzo Vert Máx en Roca (t/m2)
σ_{v2}	-	Esfzo Vert Mín en Roca (t/m2)

Tabla 4. Verificación de capacidad de carga del muro

15.3. VERIFICACIÓN CONTRA VOLCAMIENTO

CHEQUEO VOLCAMIENTO E. LÍMITE: Servicio		
$e_{m\acute{a}x} = B/3$ (Est Lím Resistencia) Caso: MÁXIMO		
$\gamma_{EQ} = 1$ $e_{m\acute{a}x} = (8B/10)/2$ $\gamma_{EQ} = 0$ $e_{m\acute{a}x} = (2B/3)/2$. Ev Ext		
	Valor	Simbología
DCmuro	21.1	Mom(o) DCmuro(t-m)
EV	54.08	Mom(o) por Peso Relleno EV (t-m)
LS	0	Mom(o) por Sobrec LS vert (t-m)
SumaMestab	75.18	Sumator. Mom Estabilizantes (t-m)
EH	12.61	Mom(o) por Emp Tierras EH (t-m)
LS	8.77	Mom(o) por Sobrec LS horiz (t-m)
Pseis	0	Mom(o) por Fza Sísmic Pseis (t-m)
SumaMvolc	21.38	Sumatoria Mom Volcamiento (t-m)
Ry	65.66	Sumatoria Fuerzas Verticales (t)
d	0.82	(MomEstab - MomVolc) / Ry (m)
e calculada	0.38	LongitudZap / 2 - d (m)
e máx	0.8	Excentric. Máx según Norma (m)
Diagnóstico	OK VOLC	Chequeo e(calc) vs e(máx)

Tabla 5. Verificación contra volcamiento del muro

15.4. VERIFICACIÓN CONTRA DESLIZAMIENTO

CHEQUEO DESLIZAM E. LÍMITE: Servicio		
	Valor	Simbología
i	0	Ang Inclinación Relleno Delant ($^{\circ}$)
β	90	Ang Pared Del. (ZarpDel) con Horizont ($^{\circ}$)
δ	0	Ang Fricción Relleno-Estrib S pasivo ($^{\circ}$)
ϕ	20	Ang Efectivo Fricc Int S Pasivo ($^{\circ}$)
K_p	2.04	Coefficiente de Presión Lateral Pasiva
$hp1$	0.4	Altura Básica Pres. Pasiva (Hzarp del) (m)
$qp1$	1.297	Esfuerzo de Pres. Pasiva Básica (t/m ²)
Rep	1.557	Resistencia Nominal Básica Pasiva (t)
Rn_fricc	23.815	Resist. Nominal por Fricc suelo-cim (t)
Rn_Total	25.372	Resistencia Nominal Total (sin llave) (t)
$Humax$	22.152	Fza Horiz Máx que produce Deslizam (t)
$Hu/Rntot$	0.873	Cumple Deslizamiento SIN usar LLave

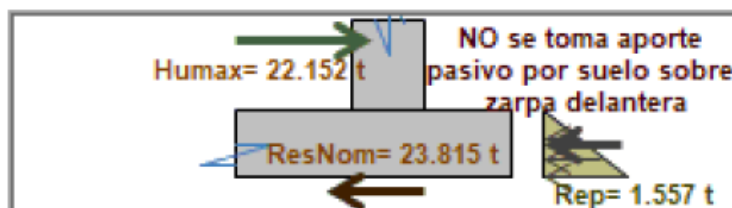


Tabla 6. Verificación contra deslizamiento del muro

16. AREAS Y VOLUMENES DE CORTE Y LLENO DE MATERIAL GRANULAR

Abscisa	LONGITU D (m)	A. CORTE (m ²)	A. LLENO (m ²)	VOL. CORTE (m ³)	VOL. LLENO (m ³)
K0+024	1	11,7	3,8	11,7	3,8
K0+025	1	11,7	3,8	11,7	3,8
K0+026	1	11,7	3,8	11,7	3,8
K0+027	1	11,7	3,8	11,7	3,8
K0+028	1	11,7	3,8	11,7	3,8
K0+029	1	11,7	3,8	11,7	3,8
K0+030	1	11,7	3,8	11,7	3,8
TOTAL				81,9	26,6

Tabla 7. Cantidades de volúmenes de lleno y corte para el muro

17. RECONFORMACIÓN GEOMÉTRICA DE TALUDES (SEPARADOR PAR VIAL)

Desde la abscisa K0+305 hasta la K0+620, se generará un separador producto del par vial diseñado, sin embargo, sus geometrías transversales varían por las elevaciones topográficas. Así mismo. Desde la abscisa K0+620 hasta la K0+735.10, se presentan alturas de taludes de cerca de 5m, y al realizar el corte vial se formarán taludes de más de 2m por tal motivo se requiere realizar la reconformación de los taludes. En las figuras 10 y 11, se muestra lo anteriormente expuesto.



Figura 10. Ubicación abscisa K0+430



Figura 11. Ubicación abscisa K0+520

Por lo anterior es necesario realizar la reconformación de cada uno de los taludes. Para lo anterior, se recomienda la reconformación de los taludes con ángulos inferiores a 25° con respecto a la horizontal. Por otro lado, como sistema de drenaje sistema de geodren de 4" en la pata del talud con dimensiones de 1m de profundidad por 30 cm de ancho. Lo anterior se puede evidenciar en las Figuras 12,13 y 14 y en el detalle de la figura 15.

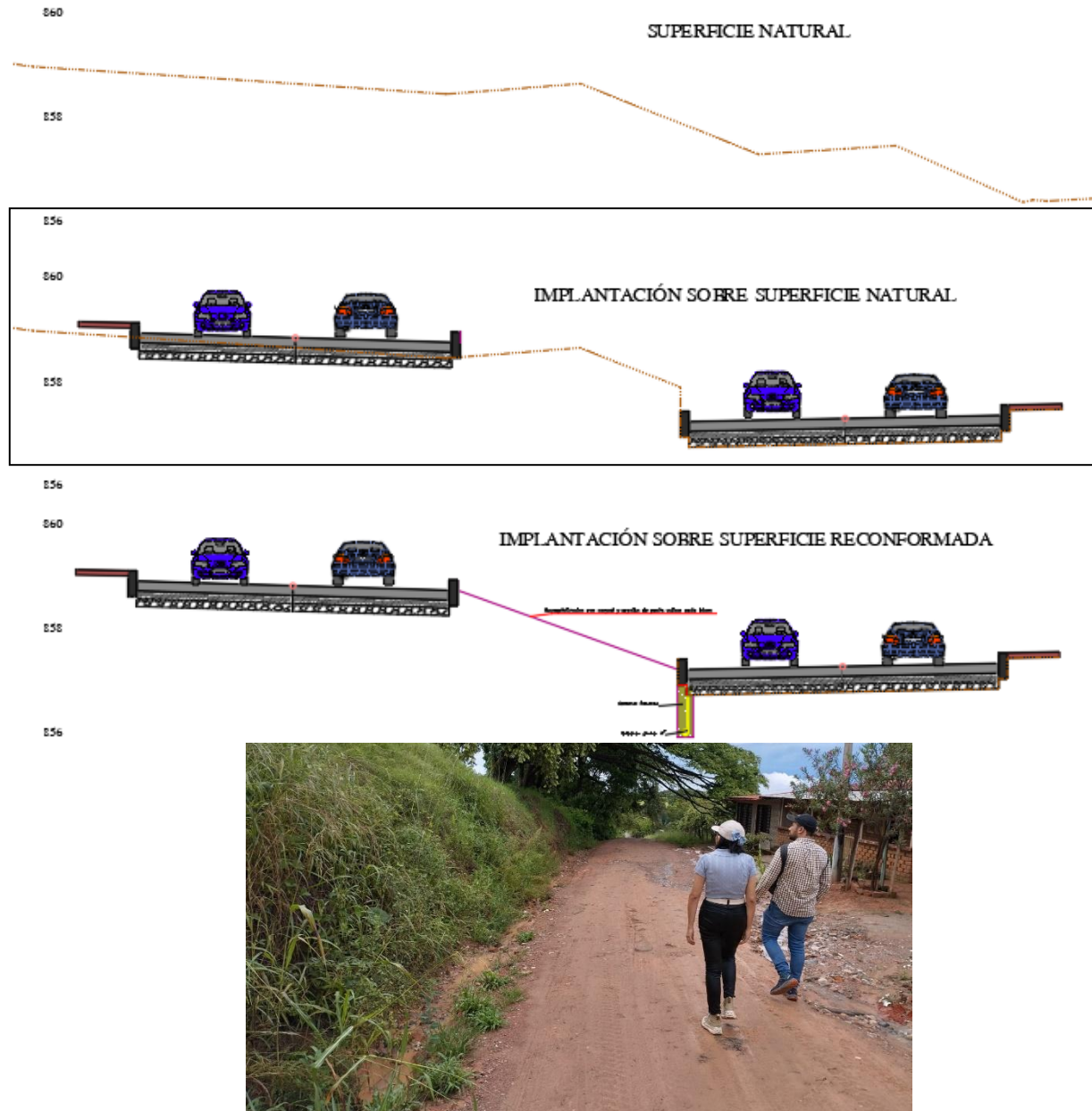


Figura 13. Ubicación

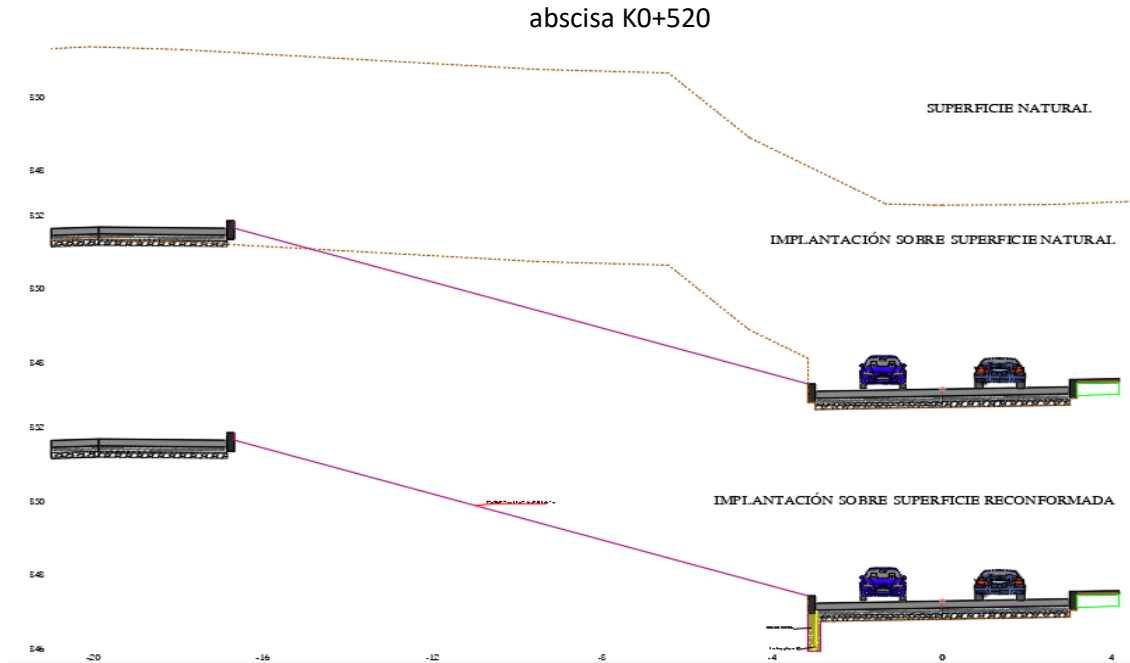


Figura 14. Implantación Ubicación abscisa K0+620

PROFUNDIDAD: 1m

ANCHO: 40 cm min

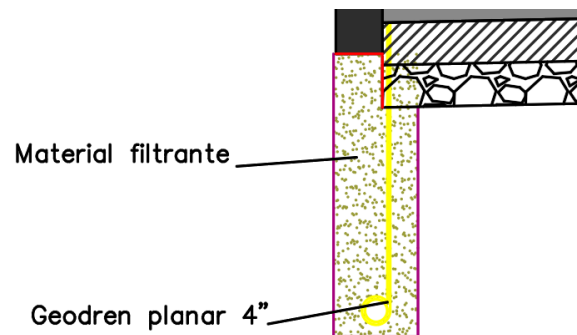


Figura 15. detalle sistema de drenaje de la reconformación

Las cantidades de sistema de drenaje geodren 4" son las siguientes:

Abscisa	LONGITUD PROFUNDIDAD (m)	AREA TRANSVERSAL (m2)	VOLUMEN MATERIAL FILTRANTE (m3)
K0+305	5,00	0,40	2,00
K0+310	5,00	0,40	2,00
K0+315	5,00	0,40	2,00
K0+320	5,00	0,40	2,00
K0+325	5,00	0,40	2,00
K0+330	5,00	0,40	2,00
K0+335	5,00	0,40	2,00
K0+340	5,00	0,40	2,00
K0+345	5,00	0,40	2,00
K0+350	5,00	0,40	2,00
K0+355	5,00	0,40	2,00
K0+360	5,00	0,40	2,00
K0+365	5,00	0,40	2,00
K0+370	5,00	0,40	2,00
K0+375	5,00	0,40	2,00
K0+380	5,00	0,40	2,00
K0+385	5,00	0,40	2,00
K0+390	5,00	0,40	2,00
K0+395	5,00	0,40	2,00
K0+400	5,00	0,40	2,00
K0+405	5,00	0,40	2,00
K0+410	5,00	0,40	2,00
K0+415	5,00	0,40	2,00
K0+420	5,00	0,40	2,00
K0+425	5,00	0,40	2,00
K0+430	5,00	0,40	2,00
K0+435	5,00	0,40	2,00
K0+440	5,00	0,40	2,00
K0+445	5,00	0,40	2,00
K0+450	5,00	0,40	2,00
K0+455	5,00	0,40	2,00
K0+460	5,00	0,40	2,00
K0+465	5,00	0,40	2,00
K0+470	5,00	0,40	2,00
K0+475	5,00	0,40	2,00
K0+480	5,00	0,40	2,00
K0+485	5,00	0,40	2,00
K0+490	5,00	0,40	2,00
K0+495	5,00	0,40	2,00

K0+500	5,00	0,40	2,00
K0+505	5,00	0,40	2,00
K0+510	5,00	0,40	2,00
K0+515	5,00	0,40	2,00
K0+520	5,00	0,40	2,00
K0+525	5,00	0,40	2,00
K0+530	5,00	0,40	2,00
K0+535	5,00	0,40	2,00
K0+540	5,00	0,40	2,00
K0+545	5,00	0,40	2,00
K0+550	5,00	0,40	2,00
K0+555	5,00	0,40	2,00
K0+560	5,00	0,40	2,00
K0+565	5,00	0,40	2,00
K0+570	5,00	0,40	2,00
K0+575	5,00	0,40	2,00
K0+580	5,00	0,40	2,00
K0+585	5,00	0,40	2,00
K0+590	5,00	0,40	2,00
K0+595	5,00	0,40	2,00
K0+600	5,00	0,40	2,00
K0+605	5,00	0,40	2,00
K0+610	5,00	0,40	2,00
K0+615	5,00	0,40	2,00
K0+620	5,00	0,40	2,00
K0+625	5,00	0,40	2,00
K0+630	5,00	0,40	2,00
K0+635	5,00	0,40	2,00
K0+640	5,00	0,40	2,00
K0+645	5,00	0,40	2,00
K0+650	5,00	0,40	2,00
K0+655	5,00	0,40	2,00
K0+660	5,00	0,40	2,00
K0+665	5,00	0,40	2,00
K0+670	5,00	0,40	2,00
K0+675	5,00	0,40	2,00
K0+680	5,00	0,40	2,00
K0+685	5,00	0,40	2,00
K0+690	5,00	0,40	2,00
K0+695	5,00	0,40	2,00
K0+700	5,00	0,40	2,00
K0+705	5,00	0,40	2,00
K0+710	5,00	0,40	2,00
K0+715	5,00	0,40	2,00
K0+720	5,00	0,40	2,00

K0+725	5,00	0,40	2,00
K0+730	5,00	0,40	2,00
K0+735	2,50	0,40	1,00
K0+735,10	0,10	0,40	0,04
TOTAL	432,60	35,20	173,04

Tabla 8. Cantidades del sistema de drenaje

Por otra parte, es de vital importancia la revegetalización de los taludes reconformados, para ello se recomienda realizar por medio de la instalación de césped, con las siguientes mínimas características

- Que sea poco exigentes en cuanto a la fertilización y riego
- Que soporte tráfico alto
- Que sus hojas sean flexibles sin filtros en los bordes y libres de vellosidades.
- Que sea excelente resistente a altas temperaturas
- Que soporte podas a baja altura
- Que tenga una alta capacidad de recuperación

Por otra parte, debe ser acompañado de espolones cada 50cm de pasto vetiver que es una gramínea perenne. (figura 16, 17 y 18)



Figuras 16 y 17. Césped (grama)



Figura 18. Pasto vetiver: Posee tallos y hojas fuertes y firmes, junto con las raíces de hasta 5 metros de profundidad, forman una barrera densa que retiene el suelo ante cualquier deslave, ayuda a que el escurrimiento sea lento y favorece la infiltración. Esta especie es muy recomendable para taludes, pendientes o desniveles.

Cantidades de metros cuadrados de revegetalización

Abscisa	LONGITUD PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD RECONFORMADA (m)	AREA DE REVEGETALIZACION (m2)
K0+305	5,00	3,10	15,50
K0+310	5,00	3,20	16,00
K0+315	5,00	3,30	16,50
K0+320	5,00	3,11	15,55
K0+325	5,00	3,00	15,00
K0+330	5,00	2,85	14,25
K0+335	5,00	2,68	13,40
K0+340	5,00	2,55	12,75
K0+345	5,00	2,58	12,90
K0+350	5,00	2,70	13,50
K0+355	5,00	2,85	14,25
K0+360	5,00	0,00	0,00
K0+365	5,00	3,10	15,50
K0+370	5,00	3,25	16,25
K0+375	5,00	3,35	16,75
K0+380	5,00	3,50	17,50
K0+385	5,00	3,65	18,25
K0+390	5,00	3,80	19,00
K0+395	5,00	3,80	19,00
K0+400	5,00	3,80	19,00
K0+405	5,00	3,80	19,00
K0+410	5,00	3,80	19,00

K0+415	5,00	3,80	19,00
K0+420	5,00	3,80	19,00
K0+425	5,00	3,78	18,90
K0+430	5,00	3,77	18,85
K0+435	5,00	3,75	18,75
K0+440	5,00	3,75	18,75
K0+445	5,00	3,68	18,40
K0+450	5,00	3,65	18,25
K0+455	5,00	3,61	18,05
K0+460	5,00	3,73	18,65
K0+465	5,00	4,00	20,00
K0+470	5,00	4,10	20,50
K0+475	5,00	4,30	21,50
K0+480	5,00	4,50	22,50
K0+485	5,00	4,70	23,50
K0+490	5,00	4,90	24,50
K0+495	5,00	5,10	25,50
K0+500	5,00	5,40	27,00
K0+505	5,00	5,60	28,00
K0+510	5,00	5,85	29,25
K0+515	5,00	6,10	30,50
K0+520	5,00	6,30	31,50
K0+525	5,00	6,45	32,25
K0+530	5,00	6,65	33,25
K0+535	5,00	6,90	34,50
K0+540	5,00	7,00	35,00
K0+545	5,00	7,20	36,00
K0+550	5,00	7,35	36,75
K0+555	5,00	7,45	37,25
K0+560	5,00	7,50	37,50
K0+565	5,00	7,50	37,50
K0+570	5,00	7,55	37,75
K0+575	5,00	7,60	38,00
K0+580	5,00	7,60	38,00
K0+585	5,00	7,70	38,50
K0+590	5,00	8,00	40,00
K0+595	5,00	8,50	42,50
K0+600	5,00	9,25	46,25
K0+605	5,00	10,30	51,50
K0+610	5,00	11,50	57,50
K0+615	5,00	12,90	64,50
K0+620	5,00	14,20	71,00
K0+625	5,00	14,80	74,00
K0+630	5,00	18,20	91,00
K0+635	5,00	18,40	92,00

K0+640	5,00	13,80	69,00
K0+645	5,00	17,10	85,50
K0+650	5,00	15,65	78,25
K0+655	5,00	14,10	70,50
K0+660	5,00	12,50	62,50
K0+665	5,00	11,00	55,00
K0+670	5,00	9,40	47,00
K0+675	5,00	8,00	40,00
K0+680	5,00	5,85	29,25
K0+685	5,00	4,30	21,50
K0+690	5,00	3,20	16,00
K0+695	5,00	3,35	16,75
K0+700	5,00	3,45	17,25
K0+705	5,00	3,55	17,75
K0+710	5,00	3,60	18,00
K0+715	5,00	3,70	18,50
K0+720	5,00	3,70	18,50
K0+725	5,00	3,75	18,75
K0+730	5,00	3,75	18,75
K0+735	2,50	3,75	9,38
K0+735,10	0,10	3,75	0,38
TOTAL	432,60	537,69	2660,70

Tabla 9. Cantidades de metros cuadrados de revegetalización

Además, a continuación, se establecen las cantidades de lleno (cantidad suelta) y corte (sin potencial de expansión) para los 735.10m lineales viales

Abscisa	LONGITUD PROFUNDIDAD (m)	A, CORTE	A, LLENO	VOL, CORTE	VOL, LLENO
K0+000	2,50	3,40	0,02	9,50	0,05
K0+005	5,00	1,93	0,12	10,65	0,60
K0+010	5,00	1,51	0,20	8,55	1,00
K0+015	5,00	1,16	0,27	6,80	1,35
K0+020	3,00	1,24	0,36	4,72	1,08
K0+021	1,00	1,90	0,38	2,90	0,38
K0+022	1,00	1,19	0,40	2,19	0,40
K0+023	1,00	1,21	0,50	2,21	0,50
K0+024	1,00	1,30	2,00	2,30	2,00
K0+025	1,00	1,30	1,97	2,30	1,97
K0+026	1,00	1,32	1,96	2,32	1,96
K0+027	1,00	1,34	1,95	2,34	1,95
K0+028	1,00	1,34	1,85	2,34	1,85
K0+029	1,00	1,61	1,83	2,61	1,83

K0+030	3,00	1,81	1,85	6,43	5,55
K0+035	5,00	2,49	0,13	13,45	0,65
K0+040	5,00	2,76	0,02	14,80	0,10
K0+045	5,00	2,73	0,04	14,65	0,20
K0+050	5,00	2,61	0,04	14,05	0,20
K0+055	5,00	2,24	0,18	12,20	0,90
K0+060	5,00	1,61	0,30	9,05	1,50
K0+065	5,00	1,43	0,46	8,15	2,30
K0+070	5,00	0,88	0,66	5,40	3,30
K0+075	5,00	0,03	1,23	1,15	6,15
K0+080	5,00	0,02	1,53	1,10	7,65
K0+085	5,00	0,00	1,84	1,00	9,20
K0+090	5,00	0,02	1,64	1,10	8,20
K0+095	5,00	0,10	1,40	1,50	7,00
K0+100	5,00	0,22	1,24	2,10	6,20
K0+105	5,00	0,28	1,13	2,40	5,65
K0+110	5,00	0,30	0,94	2,50	4,70
K0+115	5,00	0,52	0,88	3,60	4,40
K0+120	5,00	0,51	1,01	3,55	5,05
K0+125	5,00	0,28	1,22	2,40	6,10
K0+130	5,00	0,10	1,47	1,50	7,35
K0+135	5,00	0,04	1,83	1,20	9,15
K0+140	5,00	0,03	1,66	1,15	8,30
K0+145	5,00	0,01	1,91	1,05	9,55
K0+150	5,00	0,02	2,21	1,10	11,05
K0+155	5,00	0,02	2,50	1,10	12,50
K0+160	5,00	0,02	2,50	1,10	12,50
K0+165	5,00	0,00	4,87	1,00	24,35
K0+170	5,00	0,00	5,62	1,00	28,10
K0+175	5,00	0,00	4,16	1,00	20,80
K0+180	5,00	1,49	1,05	8,45	5,25
K0+185	5,00	3,32	0,57	17,60	2,85
K0+190	5,00	2,89	0,46	15,45	2,30
K0+195	5,00	0,03	1,48	1,15	7,40
K0+200	5,00	0,79	0,78	4,95	3,90
K0+205	5,00	1,42	0,57	8,10	2,85
K0+210	5,00	1,98	0,43	10,90	2,15
K0+215	5,00	1,20	0,69	7,00	3,45
K0+220	5,00	0,70	0,85	4,50	4,25
K0+225	5,00	0,51	0,91	3,55	4,55
K0+230	5,00	0,44	0,91	3,20	4,55
K0+235	5,00	0,40	0,98	3,00	4,90
K0+240	5,00	0,36	1,05	2,80	5,25
K0+245	5,00	0,46	0,89	3,30	4,45
K0+250	5,00	0,33	0,98	2,65	4,90

K0+255	5,00	0,26	1,20	2,30	6,00
K0+260	5,00	0,14	1,23	1,70	6,15
K0+265	5,00	0,37	1,49	2,85	7,45
K0+270	5,00	5,52	0,49	28,60	2,45
K0+275	5,00	5,52	0,49	28,60	2,45
K0+280	5,00	5,52	0,49	28,60	2,45
K0+285	5,00	0,58	1,42	3,90	7,10
K0+290	5,00	0,40	1,17	3,00	5,85
K0+295	5,00	0,28	1,26	2,40	6,30
K0+300	5,00	0,36	2,15	2,80	10,75
K0+305	5,00	1,00	3,75	6,00	18,75
K0+310	5,00	1,03	3,79	5,13	18,94
K0+315	5,00	0,54	3,59	2,70	17,95
K0+320	5,00	0,36	3,15	1,80	15,73
K0+325	5,00	0,72	2,75	3,58	13,75
K0+330	5,00	1,72	2,70	8,60	13,50
K0+335	5,00	2,63	2,55	13,15	12,75
K0+340	5,00	3,04	2,40	15,21	12,00
K0+345	5,00	3,45	2,25	17,23	11,25
K0+350	5,00	3,55	2,00	17,75	10,00
K0+355	5,00	4,31	1,47	21,55	7,35
K0+360	5,00	8,00	0,70	40,00	3,50
K0+365	5,00	8,75	0,90	43,75	4,50
K0+370	5,00	6,34	1,37	31,70	6,85
K0+375	5,00	3,13	1,56	15,65	7,80
K0+380	5,00	3,50	1,88	17,50	9,40
K0+385	5,00	3,20	1,50	16,00	7,50
K0+390	5,00	3,55	1,20	17,75	6,00
K0+395	5,00	3,06	1,18	15,30	5,90
K0+400	5,00	2,32	1,40	11,60	7,00
K0+405	5,00	1,63	1,40	8,15	7,00
K0+410	5,00	1,26	1,40	6,28	7,00
K0+415	5,00	1,39	1,45	6,93	7,25
K0+420	5,00	2,45	1,43	12,25	7,15
K0+425	5,00	3,32	0,30	16,60	1,50
K0+430	5,00	2,79	2,15	13,95	10,75
K0+435	5,00	2,32	2,38	11,60	11,90
K0+440	5,00	1,99	2,60	9,93	13,00
K0+445	5,00	1,57	3,62	7,85	18,10
K0+450	5,00	1,30	4,91	6,50	24,55
K0+455	5,00	0,77	5,45	3,85	27,25
K0+460	5,00	0,49	6,31	2,45	31,55
K0+465	5,00	3,23	2,86	16,15	14,30
K0+470	5,00	4,02	2,12	20,10	10,60
K0+475	5,00	2,28	2,54	11,40	12,70

K0+480	5,00	7,05	1,51	35,25	7,53
K0+485	5,00	7,46	2,54	37,30	12,70
K0+490	5,00	5,70	3,46	28,50	17,30
K0+495	5,00	6,85	3,34	34,25	16,68
K0+500	5,00	4,22	3,17	21,10	15,85
K0+505	5,00	5,12	2,79	25,60	13,95
K0+510	5,00	7,27	2,43	36,35	12,15
K0+515	5,00	2,08	3,20	10,40	16,00
K0+520	5,00	0,91	4,32	4,55	21,60
K0+525	5,00	6,96	2,61	34,78	13,05
K0+530	5,00	4,47	2,51	22,35	12,55
K0+535	5,00	3,14	1,24	15,70	6,20
K0+540	5,00	11,65	0,85	58,25	4,25
K0+545	5,00	6,23	1,15	31,15	5,75
K0+550	5,00	3,49	2,71	17,45	13,55
K0+555	5,00	4,06	3,86	20,30	19,30
K0+560	5,00	6,02	2,19	30,08	10,95
K0+565	5,00	12,79	0,60	63,95	2,99
K0+570	5,00	12,85	0,64	64,25	3,22
K0+575	5,00	8,57	1,93	42,85	9,65
K0+580	5,00	8,06	0,91	40,30	4,55
K0+585	5,00	11,79	0,78	58,95	3,88
K0+590	5,00	10,55	0,54	52,75	2,70
K0+595	5,00	9,60	0,52	48,00	2,61
K0+600	5,00	12,26	0,46	61,28	2,32
K0+605	5,00	22,90	0,64	114,50	3,20
K0+610	5,00	19,60	1,87	98,00	9,35
K0+615	5,00	10,85	1,76	54,25	8,80
K0+620	5,00	16,60	0,78	83,00	3,90
K0+625	5,00	24,05	0,60	120,25	3,00
K0+630	5,00	23,60	0,70	118,00	3,50
K0+635	5,00	16,20	0,60	81,00	3,00
K0+640	5,00	6,52	0,94	32,60	4,70
K0+645	5,00	12,60	1,51	63,00	7,55
K0+650	5,00	11,00	3,45	55,00	17,25
K0+655	5,00	8,60	4,75	43,00	23,75
K0+660	5,00	6,40	3,68	32,00	18,38
K0+665	5,00	3,50	4,50	17,50	22,50
K0+670	5,00	1,80	5,80	9,00	29,00
K0+675	5,00	0,80	6,95	4,00	34,75
K0+680	5,00	0,15	6,47	0,75	32,35
K0+685	5,00	0,00	7,80	0,00	39,00
K0+690	5,00	0,00	8,20	0,00	41,00
K0+695	5,00	0,00	6,30	0,00	31,50
K0+700	5,00	0,00	4,75	0,00	23,75

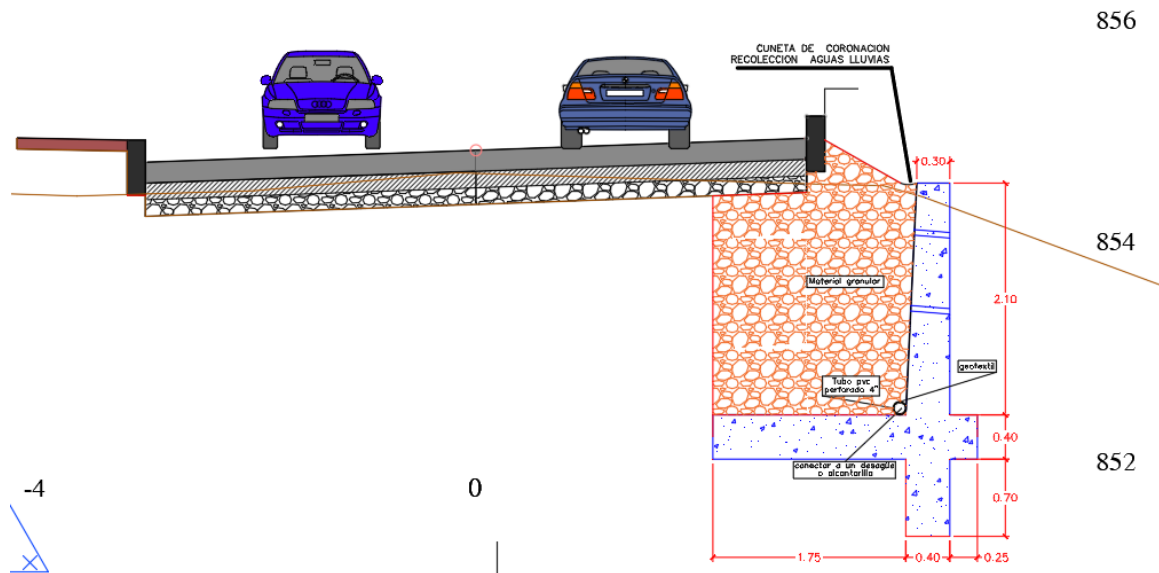
K0+705	5,00	0,00	3,29	0,00	16,45
K0+710	5,00	0,00	5,06	0,00	25,30
K0+715	5,00	0,00	4,05	0,00	20,25
K0+720	5,00	0,10	3,00	0,50	15,00
K0+725	5,00	0,80	2,18	4,00	10,90
K0+730	5,00	1,25	1,55	6,25	7,75
K0+735	2,50	2,60	0,48	6,50	1,20
K0+735,10	0,10	2,85	0,36	0,29	0,04
TOTAL				2709,83	1488,90

Tabla 10. Cantidades de volúmenes de lleno y corte de secciones viales y reconformación de taludes

18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Perfil de suelo tipo D, con velocidades de onda de corte cercanas a 329m/s.
- El suelo de fundación corresponde a un suelo **LIMOS DE BAJA PLASTICIDAD**, con potencial de expansión **BAJO - MEDIO**, adicionalmente contienen porcentajes de humedad menores al límite plástico, reflejando grado de sobreconsolidación, lo que significa que la posibilidad del cambio de su estado al remodelarse es mínima y su volumen no aumentara significativamente.
- Se recomienda hacer uso de los factores de amplificación establecidos en la NSR-10 para un perfil de suelo tipo D, los cuales son de 1.3 y 2.0 para el factor de amplificación de la aceleración pico efectiva (Fa) y velocidad pico efectiva (Fv), respectivamente.
- El proyecto contempla la formación de un talud en el separador del par vial desde las abscisas K0+305 hasta la K0+735.10, para ello se requiere realizar la reconformación de cada uno de los taludes con ángulos inferiores a 25°.
- El volumen de lleno es de 1488.9 m³ en condición suelta. Donde, el volumen de lleno vial es de 1083.47 m³ (con base al diseño geométrico) y el volumen de lleno para la reconformación de taludes es de 405.43 m³.
- El volumen de corte es de 2709,83m³ sin contemplar potencial de expansión. Donde, el volumen de corte vial es de 1483.79 m³ (con base al diseño geométrico) y volumen de corte para la reconformación de taludes es de 1226.04 m³.
- Como sistema drenaje se recomienda sistema de geodren de 4" en la pata del talud con dimensiones de 1m de profundidad por 40 cm de ancho, longitud de 432.6 ml.

- h. Se recomienda la revegetalización de los taludes reconfigurados por medio de la siembra de césped (grama) y espalones de pasto vetiver cada 50 cm.
- i. La longitud de los taludes reconfigurados es de 537.69 ml, es decir, 2660.70m2 de revegetalización aproximadamente.
- j. Teniendo en cuenta la reconfiguración de los taludes, se debe realizar los procesos ambientales de aprovechamiento forestal para especies arbóreas sobre zona urbana, teniendo en cuenta que cada una de las intervenciones influenciará sobre la zona del arbolado.
- k. Desde la abscisa K0+024 hasta la K0+030, se requiere realizar la proyección de un muro en concreto reconfigurado con las siguientes características:
 - Capacidad portante: 19 Ton/m2
 - Altura muro de contención (A+B+D): 2.7m
 - Base zapata (E+F+G): 2.4 m
 - Ancho talón (E): 1.75 m
 - Altura zapata (B): 0.40 m
 - Ancho vástago (C): 0.3 m
 - Ancho dentellón (F): 0.4m
 - Altura dentellón (D):0.7m
 - Reconfiguración del talud sobre la parte superior del muro al bordillo de la vía con una relación 2V:3H.
 - Peso específico del material de lleno posterior mínimo: 1.8 ton/m3



- I. El material proveniente de excavación de la reconformación de los taludes no debe ser utilizado en llenos, sin previo análisis de su composición granulométricas.
- m. El material de relleno posterior del muro de contención desde la abscisa K0+024 a la K0+030 debe ser un material de gran durabilidad, buen drenaje y facilidad de construcción, así como de buena interacción de resistencia a la fricción del material como característica de mayor importancia. Para ello, se recomienda hacer uso de un material granular tipo SBG o material granular tipo BG (artículo 610-13, Relleno para estructuras).
- n. Se recomienda colocar una capa de aprox min 30cm sobre el geodren de drenaje posterior al muro de material filtrante que satisfaga los requisitos de calidad dados en la Tabla 610 - 6 (artículo 610-13); con la finalidad de evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno en la parte posterior del muro.
- o. Se recomienda realizar la colocación y compactación del material filtrante de la recomendación anterior (n) antes o simultáneamente con el lleno del material recomendado en la recomendación m, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquellos.

- p. El material granular filtrante para el sistema de drenaje geodrén deberá satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 - 6 (artículo 610-13); además, deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 7 (artículo 610-13).
- q. Para la compactación de cada una de las capas de relleno, se debe calcular el grado de compactación individual GCi, de acuerdo con lo indicado en el numeral 220.5.2.2.2 del Artículo 220.
- r. Se recomienda mantener las paredes laterales en un ángulo vertical, y tener en cuenta posibles soluciones como entibados realizando el chequeo permanente de las presiones laterales del suelo, para garantizar la estabilidad del sistema.
- s. El manejo de obras que regulen y canalicen adecuadamente las aguas en zonas de inundación, será un factor primordial para la efectiva y correcta vida útil, efectividad, perdurabilidad y eficiencia del corredor vial de interés.

Realizado por:



LEIDY CAMILA HERNANDEZ CARRILLO

Ingeniera Civil MBA

Magister (c) en ingeniería civil con énfasis en geotecnia

Contratista

Secretaria de Infraestructura y Hábitat

Gobernación del Tolima