
Estudio Geotécnico y Geológico para Fase I

Solución Vial en el Viaducto García Cadena

Estudio realizado por



Geotecnología S.A.S.

Director del Estudio: Ingeniero Jaime Suárez Díaz
Tarjeta Profesional 15439 de Cundinamarca

Diciembre de 2011

Contenido del Informe

1. Objetivos del estudio
2. Localización y características del proyecto
3. Geotecnia
4. Amenaza sísmica y movimientos sísmicos para diseño
5. Zonificación geotécnica y recomendaciones
6. Conclusiones y recomendaciones
7. Anexo 1 Plano geológico
8. Anexo 2 Esquemas

Ingeniero Geotecnista: Jaime Suárez Díaz
Tarjeta Profesional No. 15439 de Cundinamarca

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 2
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

CAPITULO 1	Objetivos del Estudio
-----------------------------	------------------------------

Objetivos:

El principal objetivo del estudio es presentar la geología y el comportamiento geotécnico de los materiales sobre los cuales se encuentran los corredores viales, donde se plantea la construcción de vías y puentes para resolver la problemática de tránsito en el viaducto García Cadena y vías circunvecinas; determinando las características geológicas, estructurales, geomorfológicas, hidrogeológicas y propiedades geomecánicas de los suelos presentes en el área como base para el diseño en fase I de las obras viales incluyendo taludes, rellenos y cimentaciones de puentes.

Con el objeto de optimizar el diseño de la solución vial, se realizó un análisis y cartografía geológica, revisión de la información de sondeos y estudios geotécnicos realizados por Ingeniería de Suelos Ltda y Geotecnología S.A.S. y se plantearon los parámetros para el diseño del proyecto en fase I.

Entre los objetivos específicos del estudio se encuentran los siguientes:

- ☐ Identificar las limitaciones relacionadas con la formación geológica, los materiales del suelo, la topografía de los corredores viales y la hidrología subterránea.
- ☐ Obtener los parámetros geotécnicos que se requieren para el diseño en fase I.
- ☐ Realizar recomendaciones geotécnicas que se requieren para mitigar los efectos de los problemas geotécnicos identificados.

Alcance del estudio

Para la realización del presente estudio se realizaron visitas de campo para analizar la geología y se utilizó la información secundaria existente; sin embargo, al realizar los diseños definitivos pueden encontrarse elementos adicionales que no fueron detectados en el momento de la realización del estudio.

Criterios utilizados

Para la planeación de las investigaciones geotécnicas se utilizaron los criterios generales del Instituto Nacional de Vías y de la AASHTO.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 3
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

En el sector estudiado aparecen suelos aluviales del abanico de Bucaramanga, depósitos recientes de la quebrada La Iglesia y rellenos diversos colocados sobre los taludes.

En términos generales los suelos son aceptables desde el punto de vista de capacidad portante, pero se requiere un manejo específico para garantizar la estabilidad de los taludes.

Investigaciones preliminares

Se realizaron visitas de inspección a los corredores viales con el objeto de determinar las características físicas, geológicas y geotécnicas generales de los sectores sobre los cuales se plantean las diversas vías propuestas y las limitantes geotécnicas principales que se requiere tener en cuenta para la planeación del proyecto.

Se investigaron los textos y planos del estudio de Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga realizado por Ingeominas y los estudios geotécnicos realizados por Geotecnología Ltda., en las zonas cercanas al lote estudiado.

Investigaciones geológicas y geotécnicas

Se realizaron los siguientes trabajos geológicos y geotécnicos:

- ☐ Análisis de los mapas geológicos existentes.
- ☐ Análisis geológico de campo en todo el sector de influencia de las vías propuestas.
- ☐ Elaboración de un mapa geológico.
- ☐ Análisis de los estudios geotécnicos realizados anteriormente.
- ☐ Análisis conceptual de la estabilidad de los taludes.
- ☐ Análisis conceptual de las capacidades de soporte para el diseño de puentes.

Estudio solicitado por

CAMARA DE COMERCIO DE BUCARAMANGA

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 4
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

CAPITULO 2	Localización y características del proyecto
---------------------------------	--

Localización del proyecto:

- El proyecto está localizado en las siguientes áreas:
- ☐ Sectores al oriente y occidente del viaducto García Cadena
 - ☐ Barrio Diamante II
 - ☐ Sector Motoreste
 - ☐ Laderas izquierda y derecha de la quebrada La Flora

Características del proyecto

El proyecto en general comprende la construcción de paralelas al viaducto García Cadena y una serie de interconexiones con la vía Bucaramanga-Girón, la carrera 33, la carrera 36, intercambiador de Neomundo y los accesos a los barrios Diamante II y Provenza.

La vía incluye puentes, terraplenes en tierra reforzada, taludes en corte, estructuras de contención y túneles deprimidos.

Clima

Bucaramanga se localiza ecológicamente en el bosque seco tropical con transición al fresco húmedo premontano.

El piso térmico sobre el cual se encuentra la ciudad de Bucaramanga, es templado con variaciones importantes de temperatura.

Las principales características del clima de la zona son las siguientes:

- ☐ Temperatura: Bucaramanga presenta una temperatura media de 24° C con 23.7°C en la parte norte de la terraza y 24.3° C en la parte sur más cerca de Girón.
- ☐ Precipitación: La lluvia en la ciudad de Bucaramanga se caracteriza por presentar un comportamiento anual bien definido así: Un período seco inicial bastante fuerte durante los meses de Enero, Febrero y parte de Marzo, luego se presentan dos períodos lluviosos entre Abril y Junio y luego entre Septiembre y Noviembre con un período seco intermedio entre Julio y Agosto, donde se presentan algunas lluvias importantes. La precipitación anual promedio es de 1.130 mm.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	5

Características topográficas

El sector del proyecto de solución vial para el viaducto Garcia Cadena está localizado sobre el valle aluvial de la quebrada La Iglesia y una serie de laderas de alta a mediana pendiente. Los taludes previstos tanto en cortes como en rellenos son relativamente altos.

Vegetación

En los taludes alrededor del corredor vial propuesto la vegetación es relativamente abundante, especialmente se observan pastos, arbustos y algunos árboles.

Drenaje e infiltración

El drenaje superficial de las laderas es regular a malo y la totalidad del agua de escorrentía proveniente de las laderas se dirige a la quebrada La Iglesia, la cual se encuentra canalizada.

En general las áreas aledañas se encuentran cubiertas en su mayoría por vegetación, por lo tanto la infiltración es alta.

Se evidencia gran cantidad de sitios de concentración de aguas de escorrentía a lo largo de los corredores viales y en estos sitios se presentan necesariamente infiltraciones concentradas.

Nivel freático

El perfil de suelo se considera regularmente drenado, se encuentra generalmente en estado húmedo y el nivel freático aparece en algunos de los taludes a poca profundidad.

En estudios anteriores en zonas aledañas se encontró nivel freático a las siguientes profundidades:

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	6

Estudio Geotécnico	Sondeo	Nivel Freático (metros)
Carrera 33 calle 91 Barrio La Pedregosa	1A	2.7
	2A	4.4
	3A	4.0
Intercambiador Vial Neomundo	2	5.90
	4	6.27
	7	6.10
Sector Serrezuela junto a la Transversal Oriental	1	2.50
	2	6.30
	3	1.00
	4	1.50
	5	3.00
	6	2.24
	7	1.50
	9	1.20
	10	3.45
	11	2.35
	12	1.10
	13	1.00
	14	2.35
Portón del Tejar – Lote 8	1	3.00
	2	5.60
	3	4.50
	4	3.57
	5	3.53
Puente intercambiador vial Parque Interactivo El Tejar	3	5.50
	4	5.40
Estructura de pavimento vía perimetral al estadio de atletismo	1	1.28
	3	1.58
Línea de alcantarillado El Tejar – sector quebrada La Iglesia	5	3.82
	6	1.67
Ampliación vía de acceso de la autopista a Floridablanca con la carrera 33	2	3.65
	3	2.55
Sector Barrio Diamante al suroriente del viaducto sobre la quebrada La Iglesia	9	4.0
	10	3.0
Sector de la quebrada La Iglesia de Diamante II a la vía a Girón	1	Subsuperficial
	2	Subsuperficial
	3	Subsuperficial
	10	1.0
	11	1.5
Viaducto Benjamín García Cadena	2	1.0



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Página

7

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Localización del área estudiada



	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 8
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

FOTO 1

DESCRIPCION: Sector occidental viaducto García Cadena.

FOTO 2

DESCRIPCION: Sector oriental viaducto García Cadena.

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

9

FOTO 3

DESCRIPCION: Ladera derecha quebrada La Flora.

FOTO 4

DESCRIPCION: Estribo norte viaducto García Cadena

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

10

FOTO 5

DESCRIPCION: Autopista al norte del viaducto García Cadena.

FOTO 6

DESCRIPCION: Autopista al norte del viaducto García Cadena.

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

11

FOTO 7

DESCRIPCION: Sector de posible vía de acceso al barrio Diamante II.

FOTO 8

DESCRIPCION: Sector posible deprimido de paralela en el barrio Diamante II.

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

12

FOTO 9

DESCRIPCION: Autopista al sur del viaducto García Cadena.

FOTO 10

DESCRIPCION: Talud occidental al norte del viaducto García Cadena.

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

13

Descripción geológica

El área de influencia para este proyecto muestra en superficie los miembros de la Formación Bucaramanga, depósitos aluviales y materiales de relleno; todos de edad cuaternaria. Estos materiales suprayacen rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al Macizo de Santander y rocas de las formaciones sedimentarias presentes en las zonas a nivel más regional. Los depósitos Cuaternarios están formados por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas, mezclados en proporciones variables, provenientes en su mayor parte de la acción denudatoria sobre las rocas del Macizo de Santander. Entre estos materiales se destaca el gran depósito de la formación Bucaramanga conformada de base a techo por el miembro Organos (Qbo), miembro Finos (Qbf), miembro Gravoso (Qbg) y miembro Limos Rojos (Qblr).

Unidades Litoestratigráficas

La zona de estudio está marcada por una secuencia de niveles detríticos cuaternarios depositados sobre una depresión de origen tectónico que corresponde a un abanico aluvial erosionado donde se ha construido la ciudad de Bucaramanga y parte de su área metropolitana. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el cerro de Palonegro y el río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2° y 7°, y una extensión aproximada de 60 a 80 km². La formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombro, canal y lagunar.

Formación Bucaramanga

La formación Bucaramanga fue descrita inicialmente por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.



De Porta (1958) divide la formación Bucaramanga en los siguientes niveles:

- Un paquete inferior con más de 150 m de espesor, conformado por niveles discontinuos de gravas, clasto soportado, con lentes arenosos intercalados.
- Una capa relativamente delgada de 10 a 18 m de espesor, ubicada en la parte intermedia a alta, compuesta de sedimentos arcillosos, la cual se extiende por una buena parte de la terraza.
- Un nivel superior de 8 a 15 m de espesor, constituido por una mezcla de fragmentos angulares gruesos y finos arenosos.

Algunos trabajos recientes proponen 5 miembros definidos de base a techo como: Calcáreo, Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos. Dos de ellos propuestos por Hubach, (1952) y tres por Niño y Vargas, (1992). Es importante destacar que las relaciones estratigráficas del miembro Calcáreo, descritas por Niño y Vargas, con respecto al miembro Órganos, no se pudieron determinar durante el trabajo de campo, debido a que el denominado miembro Calcáreo no presenta límites estratigráficos claros que permitan separarlo del Órganos, no presenta distribución lateral y se observa en forma de lentes locales en la quebrada La Picha, al noroccidente del Área Metropolitana. Lo anterior indica que el denominado miembro Calcáreo forma parte del miembro Órganos; por lo tanto, teniendo en cuenta las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño y Vargas (1993), se propone dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: miembro Órganos (Qbo), miembro Finos (Qbf), miembro Gravoso (Qbg) y miembro Limos Rojos (Qblr).

En el área que tiene influencia para las interconexiones propuestas aparecen los miembros Órganos, Gravoso y Limos Rojos, los cuales se describirán a continuación. El Miembro finos no se reconoció en la zona; este presenta espesor y no muy amplio y su patrón de depositación fue lenticular, razón por la cual no aparece siempre en la secuencia estratigráfica de los miembros de la Formación Bucaramanga.

Miembro Órganos (Qbo)

Definido por Hubach (1952). Aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Area Metropolitana, en los alrededores del municipio de Girón, anillo vial, en las estribaciones de la parte norte de la mesa de Ruitoque y en los cortes de la carretera que comunica la población de Girón con la ciudad de Bucaramanga.

De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 15
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, clasto soportados (60%) y grano soportados (40%), dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15 m. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, lilitas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a sub redondeadas, esfericidad baja a media y mala selección. Los niveles gravosos presentan matriz arcillosa, pardo amarillenta, con algunas variaciones a gris amarillento.

Los niveles finos corresponden a arcillas arenosas y arenas arcillosas compactas, de consistencia firme, ligeramente micáceas, con trazas de materia orgánica. Su origen se relaciona con depósitos cíclicos intercanales. El mayor espesor de los niveles limo arenosos se presentan hacia la base, lo que explica periodos más largos de retrabajamiento, bajo un régimen fluvial constante. El predominio de lentes hacia la parte superior y los contactos irregulares podrían indicar periodos de erosión por corrientes intermitentes (Bueno y Solarte, 1994). En el área de interés, el miembro Órganos aflora en las partes bajas de las laderas sobre la Quebrada La Iglesia, en los Barrios Nueva Granada, San Pedro Claver, Antonia Santos y en una franja al Este del Barrio Quebrada La Iglesia.

Miembro Gravoso (Qbg)

Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la quebrada La Iglesia, en los alrededores de los barrios Lagos del Cacique, Diamante II y San Luis. Otras secciones importantes se localizan en los barrios La cumbre, La Feria, Polvorines, Don Bosco y la vía a Café Madrid.

La morfología que presenta el miembro Gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas, pero hacia la parte sur de la quebrada la Iglesia la morfología corresponde a colinas suaves onduladas, con un drenaje dendrítico.

Su espesor varía entre 8 y 30 m; presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 cm y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0,8 m de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido; en general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el miembro Finos es neto, continuo y suavemente ondulado y el contacto superior con el miembro Limos rojos es gradacional (Niño y Vargas, 1992).

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz		Página 16
	Estudio No. 4282		

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente unas 2/3 partes de arena tamaño medio a grueso y 1/3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas-ígneas del Macizo de Santander, y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Existen unos depósitos bastante meteorizados que cubren el cerro La Cumbre, probablemente pertenecientes al Miembro Gravoso, los cuales pudieron ser levantados por acción tectónica; en éste caso, los materiales que lo componen son en su mayor parte cantos y bloques de rocas sedimentarias de las Formaciones Girón y Jordán, cuyas características litológicas ya se han perdido debido a su alteración, embebidos en una matriz arcillosa de colores rojo y amarillo.

Los depósitos que conforman el miembro Gravoso presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural ($W < 15\%$), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro, tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros.

Miembro Limos Rojos

Nivel definido por Julivert (1963). Está localizado en la zona principalmente urbanizada de Bucaramanga, que en la zona de estudio corresponde al sector Central. Geomorfológicamente este Miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%; el drenaje es escaso paralelo y superficial (Niño y Vargas, 1992).

Constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. En la zona de estudio se presenta básicamente su nivel inferior constituido por limos arcillosos rojizos con gravas de areniscas. Este miembro se localiza principalmente en las zonas planas construidas del barrio La Victoria, La Salle y Conucos.

Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional. La parte más superficial de este Miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

Cuaternalio Aluvial (Qal)

Los depósitos aluviales recientes corresponden a sedimentos de matriz arcillo arenosa y limo arenosa, con presencia de cantos redondeados de variada composición. Se encuentran principalmente formando el valle de inundación y cauce de la quebrada La Iglesia.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz		Página 17
	Estudio No. 4282		

Depósitos de rellenos (Qllm)

Depósito poco consolidado con gravas, cantos y fragmentos de residuos de construcción localizados en varios sectores junto a las vía existentes.

Geomorfología

La Geomorfología es el estudio de las formas de la tierra y sus procesos relacionados, los estudios geomorfológicos aportan información importante en la evaluación de estabilidad y amenazas naturales del terreno, ya que permiten identificar los procesos que han actuado y están actuando sobre el terreno y por los cuales se han generado las geoformas actuales.

La geomorfología podemos dividirla para efectos del presente estudio en dos ramas: la morfometría y la morfodinámica.

La morfometría está relacionada con la cuantificación de elementos morfológicos, aplicada para determinar la pendiente del terreno.

Por otra parte la morfodinámica es la parte de la geomorfología que se enfoca en los procesos que afectan la superficie terrestre, siendo de particular importancia para el presente estudio los procesos erosivos.

Morfodinámica

Se pueden diferenciar geoformas de origen Deposicional y Denudacional en la zona de estudio, dichas geoformas se describen a continuación.

*Geoformas Aluviales**Zonas de cauce aluvial*

Hacen referencia al área de afectación de la quebrada La Iglesia, la cual durante su evolución y recorrido ha desarrollado depósitos laterales, compuestos por sedimentos de matriz arcillo arenosa y limo arenosa, con presencia de cantos redondeados de variada composición.

Terrazas Aluviales

Se refiere a depósitos aluviales de variada extensión constituidos por cantos, guijos y gravas en matriz arenosa media a fina. Se localizan en sectores aledaños a la quebrada La Iglesia. Presentan topografía plana a ligeramente inclinada en su parte superior y suelen presentar afloramientos con taludes verticales.

Geoformas Denudacionales

Las geoformas de origen denudacional están asociadas a procesos de desgaste, influenciadas principalmente por la litología y erosión.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 18
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Laderas Denudacionales

Se han denominado como laderas denudacionales a aquellas áreas de la zona de estudio en las cuales se presenta un grado moderado de disección, con diversos grados de erosión principalmente en surcos, desarrollado sobre topografía con pendientes bajas, moderadas o altas sobre depósitos sedimentarios de los miembros de la Formación Bucaramanga.

Localmente puede observarse algunos surcos en taludes de pendientes altas y erosión laminar en zonas con pendientes moderadas y nulas a imperceptible en las zonas con pendientes bajas.

Escarpes

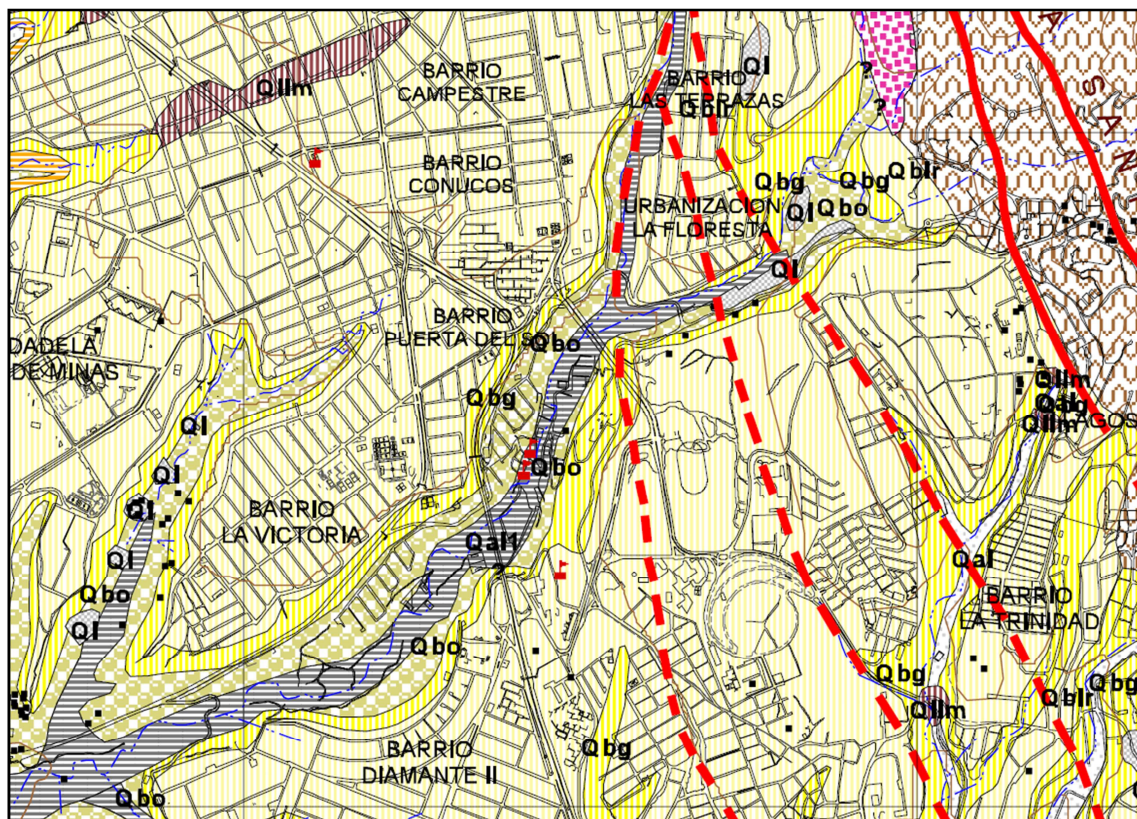
Se han clasificado como escarpes aquellas zonas que presentan cambios bruscos de pendiente, ocasionados principalmente por cambios litológicos, principalmente entre los miembros Finos y Organos, ya que los primeros presentan en algunos sectores endurecimiento de sus capas que mejoran su resistencia a la erosión.

Geología Estructural

No se ha realizado un estudio detallado de la neotectónica del Area Metropolitana de Bucaramanga; sin embargo, en los estudios y planos consultados se han inferido algunas fallas en la zona de influencia de este estudio. Corresponden a fallas satélites a la Falla Bucaramanga-Santa Marta. Su trazado inicial se localiza al NE de la ciudad de Bucaramanga donde se desprende del trazado principal de la Falla Bucaramanga-Santa Marta tomando una dirección SE-S hasta llegar a la urbanización Pan de Azúcar donde se ramifica en dos con direcciones SW y SE; esta última presenta una variación en su dirección hacia el oriente y continua pasando por el Barrio La Trinidad hasta llegar al W del Cerro La Cumbre. El trazado SW se ramifica en cercanías al Barrio Las Terrazas. Uno de los trazos pasa por la urbanización La Floresta continuando en dirección SE pasando por Bulevar del Cacique hasta la Quebrada Zapamanga. La otra ramificación lleva dirección sur pasando por cercanías al Almacén Éxito (antiguamente Vivero) y Balcón del Tejar y Barrio Zapamanga donde se realiza el trazado de la dos fallas sobre rocas de la Formación Girón.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 19
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Plano geológico CDMB – Ingeominas – Ministerio de Minas y Energía, 2001



	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 20
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Características geotécnicas generales:

El sector estudiado presenta las siguientes características geotécnicas:

- ☐ La mayor parte de los cortes se van a realizar sobre suelos aluviales del abanico de Bucaramanga, consistentes principalmente en limos y arenas cementadas duras.
- ☐ Ocasionalmente aparecen rellenos de poco espesor, especialmente a lo largo de los taludes bajos de las vías existentes.
- ☐ No se detectaron depósitos coluviales importantes que representen amenaza de inestabilidad.
- ☐ Aparecen niveles freáticos colgados en el sector alto del área estudiada (sectores de Conucos, La Salle y colegio La Merced); sin embargo, en la mayoría de los cortes no se esperan niveles freáticos.
- ☐ Las capacidades de soporte para diseño de puentes son generalmente superiores a 5.0 Kg/cm^2 (50 Ton/m^2).
- ☐ Los CBR son generalmente superiores a 20%.
- ☐ Se requieren obras para el manejo de la erosión superficial.

Información geotécnica de estudios realizados en la zona

Información obtenida de estudios anteriores realizados en la zona de influencia de las interconexiones propuestas. La siguiente tabla relaciona el Número de estudio, la fecha de realización y los sondeos incluidos.

Proyecto	Fecha del estudio	Sondeos
Urbanización El Tejar	Noviembre 1982	1A – 14A
Quebrada La Iglesia Barrio Diamante II	Mayo 1983	1B – 12B
Puente Carrera 33 - Qda de la Iglesia	Febrero 1984	1C – 8C
Sector Diamante - Suroriente del Viaducto	Septiembre 1995	1D – 10D
Ampliación Autopista a Foridablanca - Carrera 33	Junio 1987	1E – 3E
Carrera 29 Autopista - Calle 96	Noviembre 1989	1F – 11F
Informe El Tejar - Barrio La Iglesia	Abril 1993	1G – 6G
Ampliación Viaducto García Cadena	Junio 1993	1H – 3H
Sitio Pilas Extremo Norte Viaducto	Julio 1994	1I – 3I
Transv. Oriental-Carretera antigua-Florida (El tejar)	Septiembre de 1995	1J – 10J
Parque Ecológico La Flora	Marzo de 1999	1K -4K
Pavimento vía Perimetral estadio de Atletismo	Julio de 1999	1L – 3L
Puente peatonal autopista Floridablanca – La Salle	Marzo de 2002	1M- 4M



Proyecto	Fecha del estudio	Sondeos
Lote entre la transversal oriental y la conexión entre la autopista B/ga – Floridablanca y la transversal oriental al norte del almacén El Vivero El Tejar – Bucaramanga	Marzo de 2003	1M1 - 5M1
Intercambiador vial Parque Interactivo – El Tejar	Noviembre 2003	1N – 4N
Calle 75 # 31-18 Quebrada La Iglesia	Abril 2004	1Ñ – 4Ñ
Portón del Tejar – Lote 8 Serrezuela	Octubre 2005-Febrero 2006	1P – 12P
Sector sur (Serrezuela III) junto Transv. Oriental	Agosto de 2007	1Q – 14Q
Carrera 33 # 91-34 y 91-36 Monviso-La Pedregosa	Diciembre 2009	1T – 6T
Intercambiador vial Neomundo – Bucaramanga	Diciembre 2009	1W – 7W
Carrera 33-calle 91 Monviso La Pedregosa	Enero 2011	1V – 4V

A continuación se presenta un resumen de los estudios geotécnicos realizados anteriormente:

Estudio de estabilidad de taludes Carrera 33 calle 91 Barrio La Pedregosa

Descripción general de los suelos

Aparecen suelos sueltos en un espesor de 2.0 metros seguidos por un suelo aluvial compuesto por arcilla limosa, dura, húmeda, poco permeable, resistente, color marrón amarillento.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO			
	1A	2A	3A	4A
	N golpes/pie			
0.0 a 0.5	13	17	4	30
0.5 a 1.0	18	40	10	73
1.0 a 1.5	27	37	14	63
1.5 a 2.0	38	38	21	115
2.0 a 2.5	24	49	50	57
2.5 a 3.0	32	80	RT	48
3.0 a 3.5	31	38	RT	80
3.5 a 4.0	37	38	RT	
4.0 a 4.5	24	48	RT	
4.5 a 5.0	43	53	37	
5.0 a 5.5	RT	RT	36	
5.5 a 6.0	RT	RT	30	
6.0 a 6.5	RT	RT	RT	
6.5 a 7.0	31	RT	RT	

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 22
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Profundidad (metros)	SONDEO			
	1A	2A	3A	4A
	N golpes/pie			
7.0 a 7.5	RT	39	21	
7.5 a 8.0	RT	63	35	
8.0 a 8.5	RT	36	22	
8.5 a 9.0	28	41	28	
9.0 a 9.5	RT	48	25	
9.5 a 10.0	RT	53	25	
10.0 a 10.5	RT	RT	29	
10.5 a 11.0	39	RT	36	
11.0 a 11.5	82	RT	28	
11.5 a 12.0	RT	30	33	
12.0 a 12.5	RT	62	28	
12.5 a 13.0	RT	RT	34	
13.0 a 13.5	33	RT	36	
13.5 a 14.0	RT	RT	49	
14.0 a 14.5	RT	35	42	
14.5 a 15.0	RT	57	RT	
15.0 a 15.5	RT			

Intercambiador Vial Neomundo

Descripción general de los suelos

Aparecen relleno sueltos de espesores variables entre 1 y 6 metros sobre suelos aluviales compuestos por arenas y arcillas, húmedas, permeables, densas, resistentes, colores gris claro y marrón.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO						
	1	2	3	4	5	6	7
	N golpes/pie						
0.0 a 0.5	15	19	RT	16	20	32	15
0.5 a 1.0	10	RT	RT	18	36	19	5
1.0 a 1.5	7	RT	29	32	19	18	4
1.5 a 2.0	7	RT	49	RT	21	16	10
2.0 a 2.5	12	31	33	RT	34	6	RT
2.5 a 3.0	19	48	24	RT	53	15	RT
3.0 a 3.5	20	RT	27	RT	41	14	RT
3.5 a 4.0	17	RT	RT	RT	53	RT	RT



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

23

Profundidad (metros)	SONDEO						
	1	2	3	4	5	6	7
	N golpes/pie						
4.0 a 4.5	15	RT	9	14	35	RT	RT
4.5 a 5.0	25	34	8	37	39	33	29
5.0 a 5.5	35	61	18	70	40	RT	63
5.5 a 6.0	46	44	35	55	RT	RT	34
6.0 a 6.5	40	55	59	RT	26	RT	RT
6.5 a 7.0	51	RT	38	RT	47	RT	RT
7.0 a 7.5	59	RT	RT	59	32	23	RT
7.5 a 8.0	RT	RT	57	RT	62	33	RT
8.0 a 8.5	45	RT	53	RT	42	22	25
8.5 a 9.0	63	RT	RT	RT	44	34	37
9.0 a 9.5	RT	45	RT	53	RT	34	51
9.5 a 10.0	RT	49	48	49	RT	42	RT
10.0 a 10.5	42		57	RT		41	RT
10.5 a 11.0	36		R	RT		48	110
11.0 a 11.5	RT			62		33	R
11.5 a 12.0	RT			RT		45	R
12.0 a 12.5	55						
12.5 a 13.0	R						

Estudio geotécnico Carrera 33 números 91-34 y 91-36 Barrio La Pedregosa (Monviso)

Descripción general de los suelos

Aparecen suelos sueltos en un espesor de 3.5 metros (rellenos antropogenicos) sobre un manto duro de suelos aluviales compuestos por bloques de arenisca dura, en matriz areno limosa color rojo.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO	
	1	2
	N golpes/pie	
0.0 a 0.5	23	8
0.5 a 1.0	39	2
1.0 a 1.5	40	2
1.5 a 2.0	36	29
2.0 a 2.5	23	20
2.5 a 3.0	29	37
3.0 a 3.5	RT	58
3.5 a 4.0	RT	41
4.0 a 4.5	RT	48

Profundidad (metros)	SONDEO	
	1	2
	N golpes/pie	
4.5 a 5.0	33	56
5.0 a 5.5	49	50
5.5 a 6.0	49	50
6.0 a 6.5	36	44
6.5 a 7.0	36	67
7.0 a 7.5	R	71
7.5 a 8.0	RT	81
8.0 a 8.5	RT	62
8.5 a 9.0	29	57
9.0 a 9.5	53	59
9.5 a 10.0	29	64
10.0 a 10.5	41	53
10.5 a 11.0	36	70
11.0 a 11.5	69	71
11.5 a 12.0	81	49
12.0 a 12.5	66	46
12.5 a 13.0	RT	80
13.0 a 13.5	RT	67
13.5 a 14.0	36	RT
14.0 a 14.5	56	RT
14.5 a 15.0	64	RT

Sector Serrezuela junto a la Transversal Oriental

Descripción general de los suelos

Aparecen rellenos, turbas y suelos organicos sueltos, en espesor variable entre 6 y 9 metros, del antiguo lago de El Tejar. Por debajo de los 9.0 metros aparecen suelos aluviales duros con gran cantidad de bloques correspondientes al miembro Gravoso del abanico aluvial de Bucaramanga.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	N golpes/pie													
0.0 a 0.5	15	22	8	9	14	19	10	12	20	14	21	10	13	11
0.5 a 1.0	18	12	16	10	13	17	9	9	17	15	17	10	11	12
1.0 a 1.5	33	7	16	14	8	10	15	19	6	15	8	4	8	8
1.5 a 2.0	39	6	55	13	24	9	11	24	3	9	5	10	RT	11
2.0 a 2.5	21	9	R	11	22	10	21	13	3	17	2	22	RT	14
2.5 a 3.0	16	15		R	23	17	24	16	4	27	3	22	RT	21
3.0 a 3.5	7	13			19	52	R	27	0	13	6	14	RT	14
3.5 a 4.0	5	21			18	R		60	4	8	10	20	RT	7
4.0 a 4.5	2	18			7			R	6	7	20	14	20	10
4.5 a 5.0	2	22			5				5	8	R	24	23	22
5.0 a 5.5	3	21			18				6	5	RT	45	16	27
5.5 a 6.0	5	27			19				11	13	RT	62	29	31
6.0 a 6.5	13	36			28				17	10	RT	78	28	RT
6.5 a 7.0	17	114			58				21	21	RT	97	51	RT
7.0 a 7.5	13				R				30	27	20	RT	49	14
7.5 a 8.0	21								46	37	28	RT	49	21
8.0 a 8.5	45								45	87	47	RT	33	18
8.5 a 9.0	R								72	RT	56	RT	50	RT
9.0 a 9.5									R	RT	74	RT	60	RT
9.5 a 10.0										RT	98	RT	80	46

Profundidad (metros)	SONDEO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	N golpes/pie													
10.0 a 10.5										RT	RT	29		R
10.5 a 11.0										RT	RT	RT		
11.0 a 11.5										35	RT	RT		
11.5 a 12.0										56	RT	RT		
12.0 a 12.5										RT	48	RT		
12.5 a 13.0										RT	RT	RT		
13.0 a 13.5										RT	RT	RT		
13.5 a 14.0										RT	RT	RT		
14.0 a 14.5										RT	RT	46		
14.5 a 15.0										RT	RT	42		
15.0 a 15.5										63	44	RT		

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

26

Profundidad (metros)	SONDEO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	N golpes/pie													
15.5 a 16.0										89	RT	RT		
16.0 a 16.5										RT	RT	RT		
16.5 a 17.0										RT	RT	RT		
17.0 a 17.5										RT	65	77		
17.5 a 18.0										RT	R	R		
18.0 a 18.5										RT				
18.5 a 19.0										RT				
19.0 a 19.5										80				
19.5 a 20.0										74				

Portón del Tejar – Lote 8

Descripción general de los suelos

Aparecen Rellenos, suelos orgánicos, arcillas blandas y limos poco competentes hasta una profundidad de 8 mts bajo el nivel actual del terreno sobre suelos aluviales compuestos por limos densos, resistentes, color amarillo y blanco con gran cantidad de bloques.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO				
	1	2	3	4	5
	N golpes/pie				
0.0 a 0.5	5	8	11	11	19
0.5 a 1.0	6	16	9	8	17
1.0 a 1.5	6	12	7	2	17
1.5 a 2.0	8	10	8	1	9
2.0 a 2.5	8	19	17	4	18
2.5 a 3.0	6	27	22	5	19
3.0 a 3.5	9	15	36	50	12
3.5 a 4.0	33	20	39	16	15
4.0 a 4.5	8	18	26	9	19
4.5 a 5.0	11	26	37	16	36
5.0 a 5.5	21	35	63	21	34
5.5 a 6.0	30	35	97	27	40
6.0 a 6.5	41	47		19	37
6.5 a 7.0	66	61		30	39
7.0 a 7.5	R			29	39
7.5 a 8.0				30	41
8.0 a 8.5				66	



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

27

Estudio Calle 75 numero 31-18 barrio Quebrada La Iglesia*Descripción general de los suelos*

Aparecen rellenos y suelos sueltos hasta una profundidad máxima de 4 mts sobre suelos aluviales compuestos por arena limosa fina, gradada, resistente, color amarillo con gravas cuarzosas.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEOS			
	1	2	3	4
	N golpes/pie			
0.0 a 0.5	26	26	27	15
0.5 a 1.0	16	10	9	6
1.0 a 1.5	7	20	5	5
1.5 a 2.0	7	16	6	10
2.0 a 2.5	10	9	7	11
2.5 a 3.0	9	11	13	7
3.0 a 3.5	7	13	17	4
3.5 a 4.0	9	27	25	6
4.0 a 4.5	32	R	R	26
4.5 a 5.0	R		R	R
5.0 a 5.5	R			R

Puente intercambiador vial Parque Interactivo – El Tejar*Descripción general de los suelos*

Aparecen suelos diversos sueltos de espesor hasta de 4.5 metros sobre suelos aluviales limo arenosos, duros, resistentes, con gran cantidad de bloques.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEOS			
	N golpes/pie			
	1	2	3	4
0.0 a 0.5	6	11	18	11
0.5 a 1.0	5	28	32	40
1.0 a 1.5	8	25	36	43
1.5 a 2.0	12	24	37	107
2.0 a 2.5	11	18	30	RT
2.5 a 3.0	18	15	37	RT
3.0 a 3.5	17	20	36	RT

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 28
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Profundidad (metros)	SONDEOS			
	N golpes/pie			
	1	2	3	4
3.5 a 4.0	21	16	41	RT
4.0 a 4.5	13	28	25	22
4.5 a 5.0	70	25	45	69
5.0 a 5.5	R	32	42	RT
5.5 a 6.0	R	31	RT	RT
6.0 a 6.5		24	RT	RT
6.5 a 7.0		24	RT	RT
7.0 a 7.5		38	RT	35
7.5 a 8.0		32	RT	64
8.0 a 8.5		R	30	57
8.5 a 9.0			RT	RT
9.0 a 9.5			RT	RT
9.5 a 10.0			RT	RT
10.0 a 10.5			RT	30
10.5 a 11.0			RT	43
11.0 a 11.5			RT	67
11.5 a 12.0			RT	72

Estudio Puente peatonal sobre la autopista a Floridablanca – Barrio La Salle

Descripción general de los suelos

Aparecen suelos sueltos hasta de 2 mts de espesor sobre suelos aluviales duros, areno limosos con grava y bloques del abanico aluvial de Bucaramanga.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEOS			
	1	2	3	4
0.0 a 0.5	7	4	3	2
0.5 a 1.0	21	17	7	3
1.0 a 1.5	R	15	16	17
1.5 a 2.0		24	26	33
2.0 a 2.5		44	29	R
2.5 a 3.0		25	28	R
3.0 a 3.5		R	31	R
3.5 a 4.0		R	R	R

Estudio Lote entre la Transversal Oriental y conexión entre la autopista Bucaramanga – Floridablanca y la Transversal Oriental al norte de Almacenes el Vivero – El Tejar

Descripción general de los suelos

Aparecen suelos sueltos hasta una profundida de 2 mts sobre suelos aluviales limo arenosos muy duros, color amarillo claro y rojo.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEOS				
	1	2	3	4	5
0.0 a 0.5	14	13	29	22	18
0.5 a 1.0	23	12	32	18	13
1.0 a 1.5	25	26	16	11	8
1.5 a 2.0	38	42	22	9	14
2.0 a 2.5	39	65	55	18	33
2.5 a 3.0	44	59	77	25	R
3.0 a 3.5	43			17	
3.5 a 4.0	44			18	
4.0 a 4.5				36	
4.5 a 5.0				R	

Estudio Estructura de pavimento vía perimetral al estadio de atletismo

Descripción general de los suelos

Aparecen rellenos sueltos hasta de 3 mts de espesor sobre suelos aluviales, areno limosos, duros, con cantos.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO							
	1	2	3	1	2	5	8	9
	Vía			Estadio de Atletismo			Parque	
	N golpes/pie							
0.0 a 0.5	2	4	10	13	2	5	8	9
0.5 a 1.0	6	13	18	20	19	24	9	49
1.0 a 1.5	3	11	7	40	23	13	17	28
1.5 a 2.0	16	8	6	27	47	8	22	R
2.0 a 2.5	19	18	12	21	32	8	17	
2.5 a 3.0		R	38	20	33	13	35	
3.0 a 3.5				23	22	5	80	
3.5 a 4.0				34	20	5		



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

30

Profundidad (metros)	SONDEO							
	1	2	3	1	2	5	8	9
	Vía			Estadio de Atletismo			Parque	
	N golpes/pie							
4.0 a 4.5				26	14	4		
4.5 a 5.0				34	12	31		
5.0 a 5.5				39	14	50		
5.5 a 6.0				58	22	52		
6.0 a 6.5					18			
6.5 a 7.0					18			
7.0 a 7.5					17			
7.5 a 8.0					20			

Estudio Parque Ecológico La Flora

Descripción general de los suelos

Aparecen rellenos sueltos de profundidades hasta de 8 mts sobre suelos aluviales muy duros y competentes. Los suelos sueltos corresponden al cauce canalizado de la quebrada La Flora.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO			
	1	1A	2	3
	N golpes/pie			
0.0 a 0.5	15	9	30	18
0.5 a 1.0	17	19	43	13
1.0 a 1.5	18	18	34	24
1.5 a 2.0	32	6	20	18
2.0 a 2.5	16	13	19	12
2.5 a 3.0	R	15	29	11
3.0 a 3.5		20	36	14
3.5 a 4.0		27	37	14
4.0 a 4.5		89	19	11
4.5 a 5.0		R	33	10
5.0 a 5.5			82	9
5.5 a 6.0				16
6.0 a 6.5				20
6.5 a 7.0				37



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

31

Estudio Lotes entre la Transversal Oriental y la carretera antigua a Floridablanca – El Tejar

Descripción general de los suelos

Aparecen suelos sueltos de aproximadamente 1 m de espesor sobre arcillas arenosas colores amarillo y rojo con gran cantidad de bloques.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	N golpes/pie									
0.0 a 0.5	45	36	13	10	34	10	13	13	30	15
0.5 a 1.0	66	8	26	22	30	14	34	57	10	31
1.0 a 1.5	58	9	30	28	26	27	40	45	31	17
1.5 a 2.0	52	18	18	22	37	36	49	80	45	25
2.0 a 2.5	43	45		31	50	34	61		57	35
2.5 a 3.0		59		80	60	40	61		80	48

Estudio Sitio pilas extremo norte viaducto benjamín García Cadena

Descripción general de los suelos

Aparecen suelo sueltos hasta una profundidad de 2 mts sobre arenas limo arcillosas, colores gris y amarillo, con gran cantidad de cantos.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO		
	1	2	2A
	N golpes/pie		
0.0 a 0.5	0	25	30
0.5 a 1.0	0	20	21
1.0 a 1.5	10	13	19
1.5 a 2.0	32	16	24
2.0 a 2.5	48	17	21
2.5 a 3.0	58	87	16
3.0 a 3.5	78	58	-
3.5 a 4.0			53
4.0 a 4.5			R



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Página

32

Estudio Ampliación viaducto Benjamín García Cadena*Descripción general de los suelos*

Aparecen limos arenosos sueltos hasta de 2.5 mts de espesor sobre gravas areno arcillosas color marron muy duras con gran cantidad de bloques.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO				
	1	1A	2	3	3A
	N golpes/pie				
0.0 a 0.5	0	1	0	0	1
0.5 a 1.0	7	0	2	2	5
1.0 a 1.5	-	39	5	3	6
1.5 a 2.0	72	84	2	17	10
2.0 a 2.5	-	70	23	22	12
2.5 a 3.0	74	R	25	61	46
3.0 a 3.5	-		37	78	70
3.5 a 4.0	-		27	53	-
4.0 a 4.5	-		44		39
4.5 a 5.0	R		57		64
5.0 a 5.5			59		62
5.5 a 6.0			51		R
6.0 a 6.5			73		
6.5 a 7.0			R		

Estudio Urbanización El Tejar Plan de Avance - Multifamiliares*Descripción general de los suelos*

Aparecen suelos sueltos en profundidades variables hasta de 2.5 mts sobre suelos aluviales areno arcillosos, muy duros, con gran cantidad de cantos.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	N golpes/pie										
0.0 a 0.5	12	6	11	13	21	10	8	26	17	28	19
0.5 a 1.0	27	13	5	8	6	50	49	46	29	22	7
1.0 a 1.5	42	30	31	17	19	26	37	44	14	4	9
1.5 a 2.0	68	45	48	56	29	78	37	31	17	9	9
2.0 a 2.5	54	59	51	59	40	58	74	58	26	75	9
2.5 a 3.0	54	59	57	63	45	54	51	69	47	76	36

**SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

Página

33

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Estudio Sector de la quebrada la Iglesia de Diamante II a la vía a Girón

Descripción general de los suelos

Aparecen rellenos sueltos de hasta 1 mt de espesor sobre arenas arcillosas, algo duras, color amarillo con gran cantidad de cantos.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	N golpes/pie											
0.0 a 0.5	25	6	19	11	5	2	10	5	10	8	3	26
0.5 a 1.0	31	49	56	17	4	11	9	5	7	5	12	44
1.0 a 1.5	34	32	87	20	22	3	22	41	13	4	6	22
1.5 a 2.0	36	41	80	23	50	25	24	30	25	4	2	45
2.0 a 2.5	22	32		20	27	59	57	40	47	6	5	
2.5 a 3.0	45	40		26	39	R	75	37		6	5	
3.0 a 3.5				21				42		26	22	
3.5 a 4.0											43	
4.0 a 4.5											27	

Estudio Puente carrera 33 quebrada La Iglesia

Descripción general de los suelos

Aparecen rellenos sueltos hasta de 4 mts de espesor sobre un conglomerado de cantos de arenisca en matriz de arenas arcillosas, muy dura y competente.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO			
	1B	2B	3B	4B
	N golpes/pie			
0.0 a 0.5	56	-	16	30
0.5 a 1.0	19	50	7	11
1.0 a 1.5	11	25	4	9
1.5 a 2.0	32	13	10	9
2.0 a 2.5	12	9	12	16
2.5 a 3.0	11	16	13	11
3.0 a 3.5	27	22	20	14
3.5 a 4.0	13	27	20	17
4.0 a 4.5	15	33	22	20
4.5 a 5.0	15	27	25	24



Profundidad (metros)	SONDEO			
	1B	2B	3B	4B
	N golpes/pie			
5.0 a 5.5	14	27	58	33
5.5 a 6.0	22	35	58	38
6.0 a 6.5	33	25	41	30
6.5 a 7.0	41		62	45
7.0 a 7.5	58			R
7.5 a 8.0	33			
8.0 a 8.5	38			
8.5 a 9.0	41			
9.0 a 9.5	55			
9.5 a 10.0	42			

Estudio Sector Barrio Diamante al suroriente del viaducto sobre la quebrada La Iglesia

Descripción general de los suelos

Aparecen suelos sueltos hasta un espesor de 2.5 metros, algo organicos, y sobre arcillas limosas color crema rojizo, muy duras, con bloques de arenisca.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	N golpes/pie									
0.0 a 0.5	25	16	28	12	27	11	21	15	15	15
0.5 a 1.0	14	15	44	28	100	60	40	16	8	20
1.0 a 1.5	45	14	48	32	87	101	61	20	17	11
1.5 a 2.0	37	19	46	82	63	66	74	17	16	8
2.0 a 2.5	32	20	44	46	54	72	84	17	10	14
2.5 a 3.0	35	35	38	71	34		76	16	10	35
3.0 a 3.5	36	35	37	70	35		79	38	10	16
3.5 a 4.0	34	28	41	73	34		R	52	19	28
4.0 a 4.5	48	55	46	83	35			69	40	46
4.5 a 5.0	45	55		85	47				63	51

Estudio Ampliación vía de acceso de la autopista a Florida con la carrera 33

Descripción general de los suelos

Aparecen rellenos sueltos de suelo y basuras hasta un espesor de hasta 6 mts sobre arenas arcillosas duras, color rojo.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	35

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO		
	1	2	3
	N golpes/pie		
0.0 a 0.5	24	4	9
0.5 a 1.0	11	9	9
1.0 a 1.5	7	8	5
1.5 a 2.0	21	17	9
2.0 a 2.5	17	15	10
2.5 a 3.0	19	9	2
3.0 a 3.5	15	6	14
3.5 a 4.0	25	3	27
4.0 a 4.5	22	5	
4.5 a 5.0	19	4	
5.0 a 5.5		5	
5.5 a 6.0		13	
6.0 a 6.5		38	

*Estudio Lote entre carrera 29 y la autopista a Floridablanca con calle 96**Descripción general de los suelos*

Aparecen suelos sueltos hasta una profundidad de aproximadamente 2 mts sobre limos arenosos, rojos, duros con bloques.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	N golpes/pie											
0.0 a 0.5	31	19	31	9	25	36	31	19	11	8	22	20
0.5 a 1.0	35	28	34	21	29	31	32	30	12	25	14	13
1.0 a 1.5	23	33	65	55	48	29	30	66	40	45	61	47
1.5 a 2.0	21	37	91	96	74	54	45	87	79	73	97	98
2.0 a 2.5	38	58	98	114	79	67	52	76	95	110	67	88
2.5 a 3.0	43	47				79		87	112	112		88
3.0 a 3.5		58				81						
3.5 a 4.0		79				102						



Estudio Línea de Alcantarillado El Tejar – sector quebrada La Iglesia*Descripción general de los suelos*

Aparecen suelos sueltos hasta una profundidad de aproximadamente 2.5 metros sobre un conglomerado de bloques de arenisca en matriz de arena limosa color marrón.

Resumen de los sondeos

Profundidad (metros)	SONDEO					
	1	2	3	4	5	6
0.0 a 0.5	18	26	32	8	7	9
0.5 a 1.0	18	18	40	15	12	7
1.0 a 1.5	24	48		17	2	6
1.5 a 2.0	28	84		17	14	6
2.0 a 2.5	15			50	10	18
2.5 a 3.0	23			64	20	60
3.0 a 3.5					22	R
3.5 a 4.0					21	
4.0 a 4.5					16	
4.5 a 5.0					17	
5.0 a 5.5					76	
5.5 a 6.0					104	

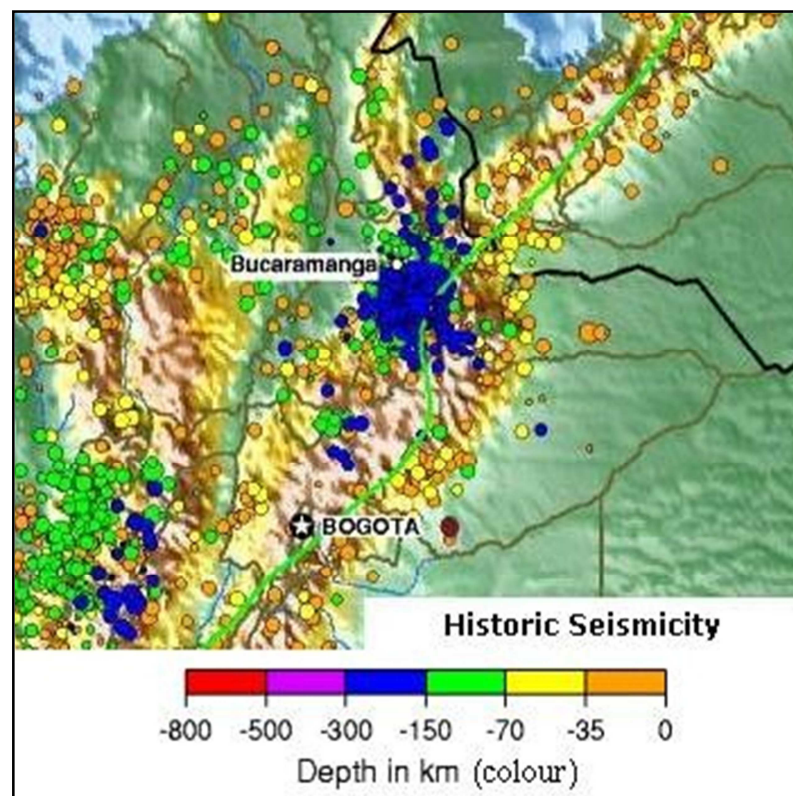


Amenaza sísmica y movimientos sísmicos para diseño

Neotectónica

De acuerdo con los resultados de las Fase I y II de la Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga, la sismicidad y el marco litoestructural del bloque Andino, en la región nororiental de Colombia, se atribuye a una tectónica compresiva activa a partir del Mioceno Superior, generada por la convergencia Este-Oeste de las placas Litosféricas Suramericana y de Nazca, además del choque en dirección Noreste-Sureste del bloque Panamá y la influencia de la Placa Caribe.

Sismicidad Histórica en la zona de Bucaramanga



La sismicidad de Bucaramanga es muy frecuente con varios sismos al día, la mayoría de los cuales proviene del nido sísmico de Bucaramanga.

En el mapa de sismos del USGS se observa un cluster de sismos profundos (Mas de 150 Km) en la zona de Bucaramanga; estos sismos por su profundidad no representan una amenaza sísmica real sobre la ciudad; se observa además, que en las zonas de los diversos nidos sísmicos en el mundo no ocurren sismos poco profundos de gran magnitud (Zarifi y otros, 2006); o sea que el nido sísmico actúa como un sistema de disipación de los eventos sísmicos superficiales (Zarifi Z., Havskov J., Hanyga A. (2006) An Insight into the Bucaramanga nest. Tectonophysics, 2006. Advances in Geophysics, 2003).

El inventario histórico del Padre Jesús Emilio Ramírez, denominada “Historia de los terremotos en Colombia” compila los principales datos sobre los sismos ocurridos en el país desde los tiempos de la conquista (siglo XVI) hasta el año de 1963.

De los 597 sismos que reporta para todo el territorio nacional, 111 aparecen ubicados con epicentro en algún lugar del departamento de Santander.

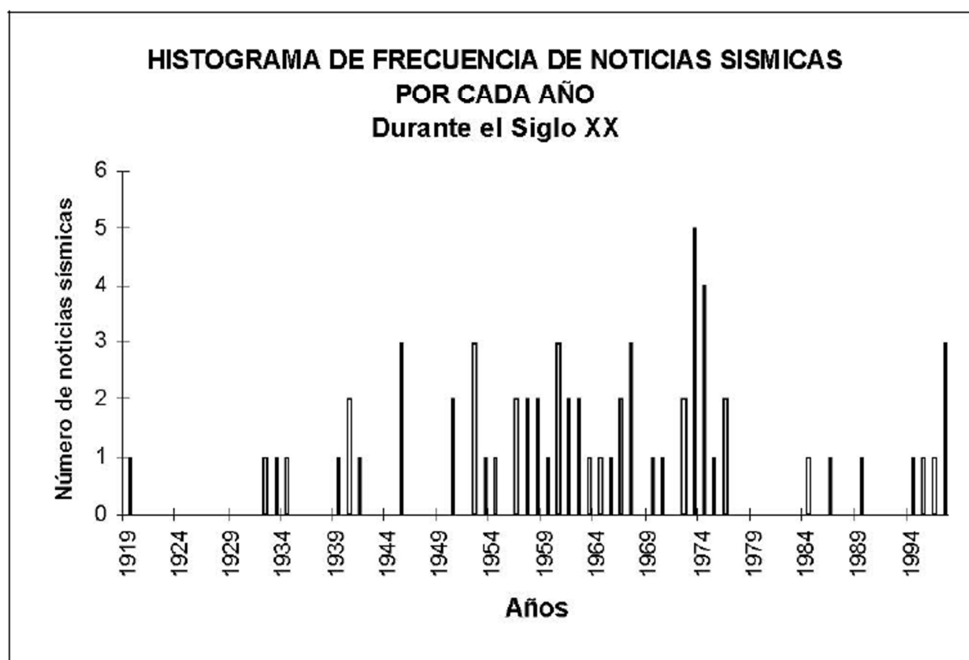
La reedición de la obra del padre Ramírez, donde se publica un nuevo catálogo de sismos hasta 1974, muestra la constante actividad sísmica de la zona del Macizo de Santander, donde además de las localidades anteriores se destacan las de Umpalá, Pamplona y Los Curos, como zonas de alta frecuencia en la ocurrencia de sismos.

Inventario de movimientos sísmicos importantes

De acuerdo a Ingeominas (2007), a partir de la revisión de documentos, libros, archivos notariales y publicaciones periódicas de fuente nacional principalmente, se encontraron 70 noticias sísmicas, la mayoría correspondientes al siglo XX, entre las cuales también se incluyen los dos grandes terremotos ocurridos en Cúcuta el 18 de mayo de 1875 y el 9 de julio de 1950.

De acuerdo a Ingeominas (2007), a pesar de que no es significativo el reporte de daños que se tiene en la ciudad de Bucaramanga, por causa de estos dos sismos (Ramírez, 1975 a; Ramírez, 1953; Ramírez, 1975 b), éstos se incluyen ya que se informa que fueron sentidos y causaron pánico entre la ciudadanía.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 39
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	



Histograma del número de noticias sísmicas encontradas en cada año para el Area Metropolitana de Bucaramanga, a partir de 1919, año en que se consigue la primera noticia en este siglo hasta 1997 (Ingeominas, 2007).

A continuación se presenta información sobre los efectos más relevantes que han dejado algunos sismos en la ciudad de Bucaramanga:

- ☐ El sismo de Abril 4 de 1952 (No se encontró información técnica)
- ☐ El sismo de Diciembre 14 de 1952 (No se encontró información técnica)
- ☐ El sismo de Abril 22 de 1956 (No se encontró información técnica)
- ☐ El sismo de septiembre 2 de 1964 (sismos de magnitudes 3.7 y 4.8 con epicentro en Cúcuta, Villa Zulia y Lourdes en Norte de Santander)
- ☐ El sismo de julio 29 de 1967 (sismo de magnitud 6.3, con coordenadas de epicentro 6.8N y 73.0W en el sector de Betulia - Santander). Este es el sismo de mayor magnitud que se haya sentido en Bucaramanga y hubo un total de 20 muertos y 150 heridos, especialmente en el municipio de Betulia. No hay información técnica precisa, debido a que Ingeominas no había instalado todavía la red sísmica nacional.

Aceleraciones para diseño

No existe información técnica local en Bucaramanga para soportar la especificación de una aceleración para diseño; sin embargo, Ingeominas ha propuesto aceleraciones basadas principalmente en el análisis conceptual de la tectónica regional sin soporte instrumental concluyente.

La siguiente tabla propuesta por Ingeominas, presenta el valor de aceleración máxima del terreno obtenida para los análisis de amenaza para fuentes individuales, que se encuentren dentro de un radio de 200 kilómetros de la zona de estudio. Se puede observar que la amenaza está controlada por la posible ocurrencia de un sismo a lo largo de las Fallas Bucaramanga-Santa Marta, Suárez, Salinas y la Frontal de los Llanos Orientales; sin embargo, el mencionado estudio sintetizó los escenarios sísmicos en 2 posibles escenarios: Falla Bucaramanga y Frontal de los Llanos Orientales, considerando que los efectos generados por un sismo en las fallas Suárez y Salinas estarían cubiertos por dichos escenarios escogidos.

Amenaza sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga considerando fuentes sismogénicas individuales (INGEOMINAS, 2001).

Fuente Sísmica	Am (g)
Todas las fuentes (200 kilómetros)	0.247
Frontal de los Llanos Orientales	0.214
Bucaramanga – Santa Marta	0.166
Salinas	0.118
Suárez	0.106
Benioff Profunda	0.078
Uribante Caparo	0.044
Boconó	0.025
Cimitarra	0.024
Palestina	0.023
Puerto Rondón	0.018

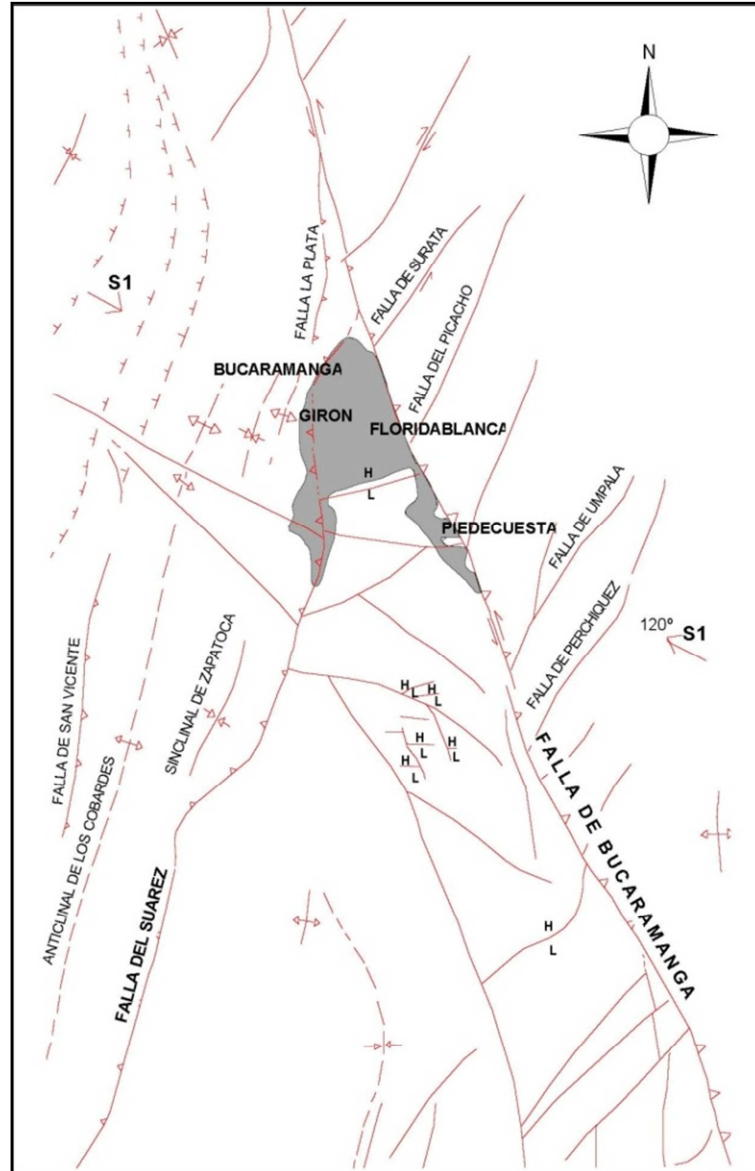
Marco tectónico general

Las fallas activas con longitud suficiente para generar sismos importantes en Bucaramanga son las fallas de Bucaramanga, del Suárez, de Servitá, de La Salina y del Piedemonte llanero.

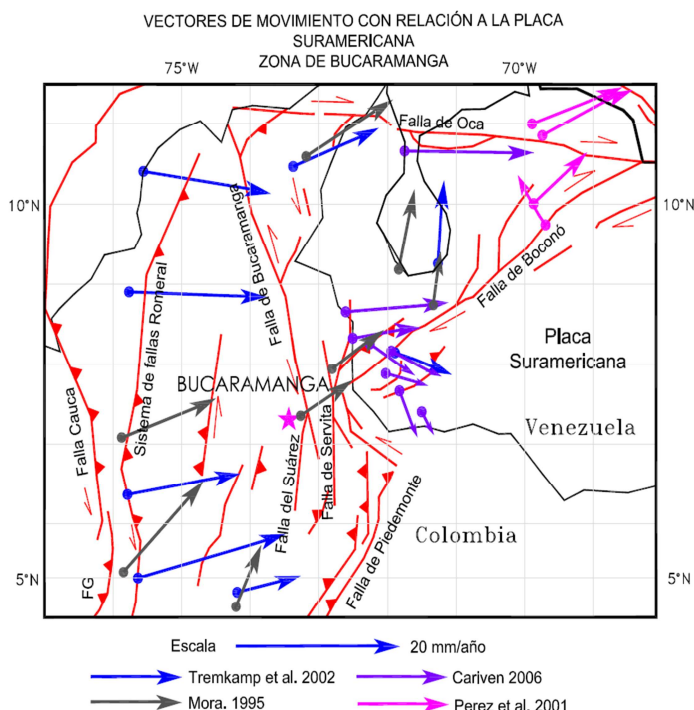
Teniendo en cuenta que los vectores de movimiento de los bloques tectónicos (ver plano) son principalmente hacia el oriente y las fallas geológicas son N-S se generan unos esfuerzos de compresión; sin embargo, la magnitud de las deformaciones para el caso de Bucaramanga es muy inferior a la de los casos de Haití o Chile e incluso del caso de Armenia; igualmente las deformaciones acumuladas son muy pequeñas.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 41
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Mapa Tectónico de Bucaramanga y alrededores (INGEOMINAS, 1997)



	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 42
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	



En el siguiente cuadro se muestran las magnitudes, intensidades de los sismos y las superficies de ruptura y desplazamientos que se requieren para que ocurran esos sismos (SIO 2009)

Magnitud aproximada	Intensidad Mercalli en el epicentro	Duración del sismo (seg)	Mov. de la falla (m)	Longitud de la ruptura (km)
4	IV-V	0-2		0.1
5	VI-VII	2-5	0.01	1
6	VIII-IX	10-15	0.5-1.5	10
7	X-XI	20-50	2	50-100
8	XII	>50-150	5	200-400
9	>XII	>200	20	1000

Teniendo en cuenta que las deformaciones acumuladas no superan los 100 centímetros en 100 años y que la superficie de ruptura no supera los 50 kilómetros (Longitud continua de una traza de falla), en nuestro criterio, el evento de diseño corresponde a un sismo de magnitud 5 a 6 originado en las fallas de Bucaramanga o del Suárez.

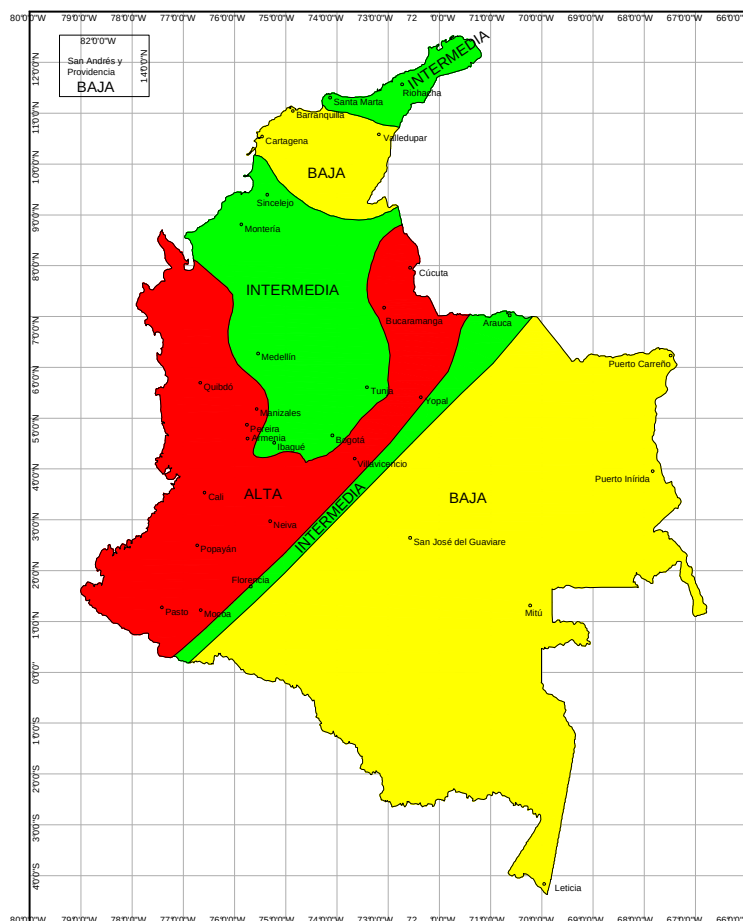
El efecto de un sismo de magnitud 7 en el Piedemonte llanero) a más de 100 Kmts de distancia también debe considerarse para el análisis de amenaza sísmica de la zona Metropolitana de Bucaramanga.

Requerimientos Amenaza Sísmica NSR-10

Zona de amenaza sísmica

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica, la ciudad de Bucaramanga se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica alta.

Plano de amenaza sísmica



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

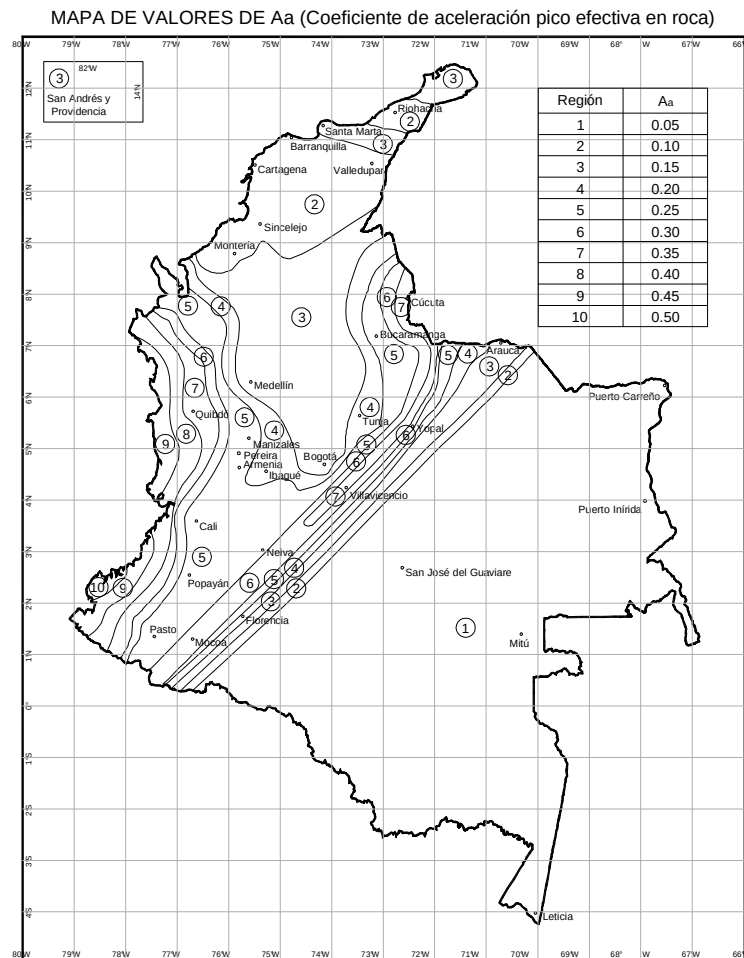
Página

44

Valores de A_a y A_v

De acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, los movimientos sísmicos de diseño son los siguientes:

- A_a (aceleración horizontal pico efectivo en roca): 0.25
- A_v (velocidad horizontal pico efectivo): 0.25

Plano de A_a **SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA**

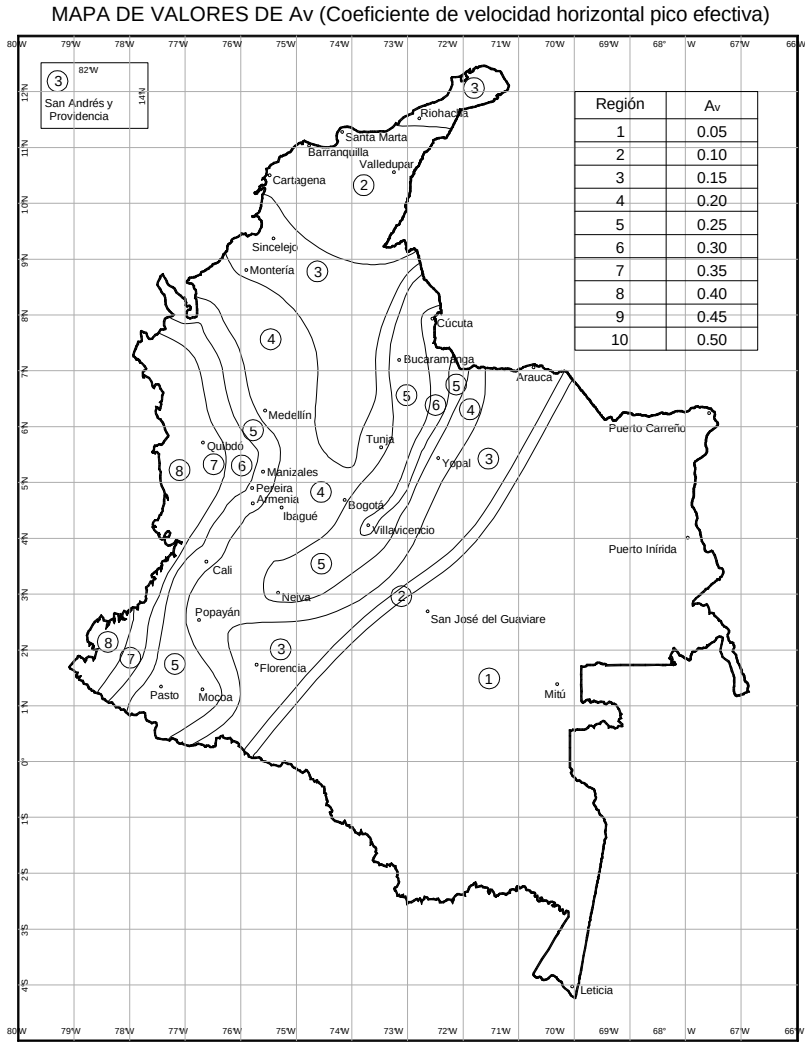
Página

45

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Plano de A_v



SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA

Página

46

Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz

Estudio No. 4282

Efectos locales

Clasificación de perfil de suelo

De acuerdo al NSR-10 (Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de suelo es: D

Perfil de suelo rígido que cumple con la condición $50 > \bar{N} \geq 15$

Donde $\bar{N}$ = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N_{60} .

En el capítulo 8 se indican los valores de $\bar{N}$ para cada uno de los sondeos realizados.

Coeficiente F_a de períodos cortos del espectro

El valor de F_a para períodos cortos del espectro (tabla A.2.4-3) es: 1.3.

Coeficiente F_v de períodos intermedios del espectro

El valor de F_v para períodos intermedios del espectro (tabla A.2.4-4) es: 1.

Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Donde:

S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.

A_a : Aceleración horizontal pico efectivo en roca (*Figura A.2.3-2*). $A_a = 0.25$

A_v : Velocidad horizontal pico efectivo (*Figura A.2.3-3*). $A_v = 0.25$

F_a : Coeficiente de amplificación F_a de períodos cortos del espectro (*Tabla A.2.4-3*).

$F_a = 1.3$

F_v : Coeficiente de amplificación F_v de períodos intermedios del espectro (*Tabla A.2.4-4*).

$F_v = 1.9$

I : Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 NSR-10)

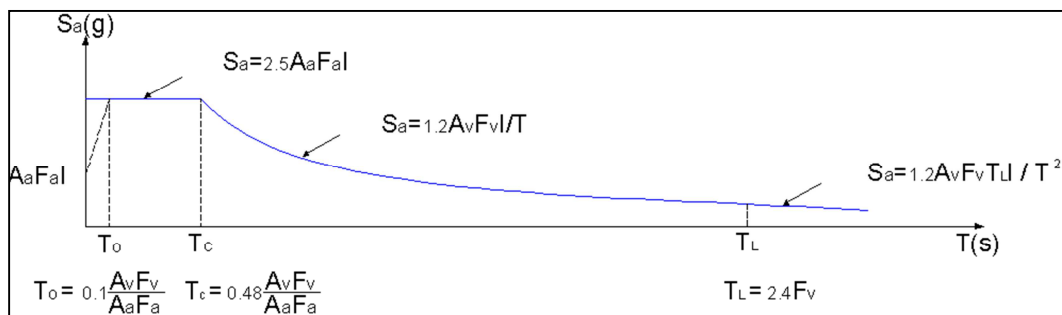
Grupo de uso II: Estructuras de ocupación normal (*Tabla A.2.5-1*). $I = 1.0$

T_0 : Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.

T_c : Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.

T_L : Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 47
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	



Cálculo de periodos:

$$T_0 = 0.1 * 0.25 * 1.9 / (0.25 * 1.3) = 0.146s$$

$$T_c = 0.48 * 0.25 * 1.9 / (0.25 * 1.3) = 0.702s$$

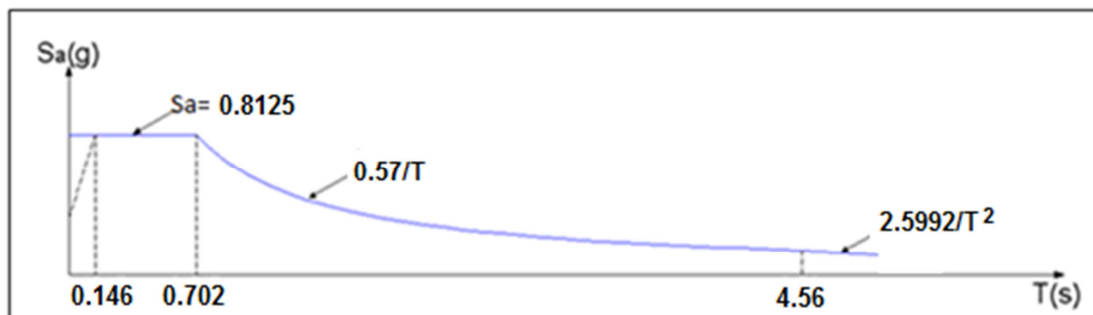
$$T_L = 2.4 * 1.9 = 4.56s$$

$$S_a = 2.5 * 0.25 * 1.3 * 1.0 = 0.8125 \text{ para } T < T_c$$

$$S_a = 1.2 * 0.25 * 1.9 * 1.0 / T = 0.57 / T \text{ para } T_c < T < T_L$$

$$S_a = 1.2 * 0.25 * 1.9 * 4.56 * 1.0 / T^2 = 2.5992 / T^2 \text{ para } T > T_L$$

Espectro de diseño en función del periodo:



Cálculo del periodo fundamental aproximado (A.4.2.2 NSR-10)

$T_a = C_t h^\alpha$ (A.4.2-3), donde:

C_t : Coeficiente utilizado para calcular el periodo de la estructura, depende del material y el sistema estructural (Tabla A.4.2-1).

$C_t = 0.047$, para pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 48
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

h: Altura en metros, medida desde la base al piso más alto del edificio.

α : Exponente para calcular el periodo fundamental aproximado (*Tabla A.4.2-1*).

$\alpha = 0.90$

$$T_a = C_t h^\alpha = 0.047(21.50)^{0.90} = 0.7435 \text{ s}$$

$$S_a = 1.2 * 0.25 * 1.9 * 1.0 / 0.7435 = 0.7666 \text{ (g)}$$

Cálculo del cortante basal de la edificación:

$$V_s (\text{cortante Basal}) = S_a (T_a)^* w (\text{peso de la estructura})$$



Conclusiones:

1. En las visitas realizadas a la zona de estudio, se identificaron los contactos entre los miembros Organos, Finos, Gravoso y Limos Rojos de la Formación Bucaramanga; además de los depósitos aluviales de la Quebrada La Iglesia, los depósitos coluviales de las laderas y los llenos antropogénicos realizados para la conformación de las vías y asentamientos humanos.
Las diferentes unidades identificadas en la zona de estudio se han representado cartográficamente en un mapa geológico.
2. La mayor parte de las áreas se encuentra sobre depósitos de origen aluvial que corresponden a la Formación Bucaramanga, constituidos por niveles conglomeráticos, en matriz limo arenosa de terraza aluvial que suprayacen gruesos depósitos de cantos y guijos redondeados polimícticos en matriz arcillo limosa con lentes limo arenosos correspondientes al miembro Órganos de la Formación Bucaramanga.
3. Los depósitos aluviales se presentan de dos maneras, la primera como aluviales recientes (Qal) y como aluviales antiguos dispuestos en forma de terrazas (Qal1). Los depósitos aluviales están asociados por la acumulación de material arrastrado por la corriente de la Quebrada La Iglesia.
4. No se detectaron problemas geotécnicos especiales y el diseño se puede realizar suponiendo suelos muy competentes, teniendo en cuenta que en algunos sectores se requiere remover los rellenos sueltos que aparezcan cuyos espesores son generalmente menores a 3.0 metros.

Recomendaciones para cimentaciones de puentes

1. Se sugiere cimentar la totalidad de los puentes sobre zapatas poco profundas, las cuales se apoyan sobre redes de micropilotes.
2. Se recomienda diseñar con una capacidad de soporte de trabajo de hasta 5.0 Kg/cm² (50 Ton/m²).
3. Profundidad de desplante de las pilas aproximadamente 4.0 metros bajo el nivel actual del terreno.
4. Las cargas que no sea posible soportarlas con el tamaño de las zapatas, se recomienda trabajarlas con micropilotes. Se recomiendan micropilotes de diámetro 8" y longitud de 10 metros en la zona de los viaductos principales y 6.0 metros en los terraplenes de tierra reforzada.



5. La capacidad recomendada para micropilotes es la siguiente:

- ☐ Pilas de los viaductos principales: capacidad a compresión 30 Ton/pilote; capacidad a tracción 15 ton/pilote.
- ☐ Apoyos sobre terraplenes de tierra reforzada: capacidad a compresión 20 Ton/pilote; capacidad a tracción 10 ton/pilote.

Recomendaciones para terraplenes

Se recomienda que los terraplenes tengan las siguientes características:

1. Taludes laterales 1/4H:1V
2. Alturas máximas: 13 metros
3. Refuerzos con geomalla Lafayette BX100 con separaciones de aproximadamente 60 centímetros.
4. Profundidad de cimentación de los terraplenes mínimo 1.2 metros (promedio 3.0 metros).
5. Se deben profundizar los terraplenes hasta garantizar un N de apoyo mayor o igual a 20 golpes/pie.
6. Recubrimiento superficial en malla y concreto lanzado de espesor aproximado de 10 centímetros.

Recomendaciones para cortes

1. Talud estable: 1H:1V
2. Altura entre bermas de taludes: 10 metros
3. Bermas de 2.0 metros de ancho mínimo con un canal de concreto reforzado en cada una de ellas.
4. Recubrimiento de los taludes con hidrosiembra y biomanto. Se recomienda utilizar pasto Brachiaria o Estrella.
5. Donde no sea posible construir taludes a la pendiente estable, se recomienda construir pantallas de clavos pasivos con pendiente 1/8H:1V, longitud aproximada de clavos 11.7 metros, altura máxima entre bermas 12 metros. Se sugieren clavos de perforación en 3" con hierros de 3/4". La pantalla superficial debe tener un espesor aproximado de 15 centímetros una malla de refuerzo. En el pie de cada pantalla debe colocarse un filtro o subdren.
6. En los taludes donde aparece nivel freático, se recomienda remplazar la pantalla de clavos por pantallas de anclas activas pretensionadas y sistemas complementarios de subdrenes de penetración. Solo se espera nivel freático en aproximadamente el 10% de los cortes proyectados.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 51
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

Recomendaciones para pavimentos*Estructura sugerida*

- ☐ Subbase granular de 30 centímetros de espesor.
- ☐ Base granular de 25 centímetros de espesor.
- ☐ Carpeta asfáltica en caliente de 12 centímetros de espesor.

En todos los casos se recomienda colocar subbase granular.

En aproximadamente el 10% de las áreas de pavimento, se requiere colocar adicionalmente filtros o subdrenes para manejo de los niveles freáticos.

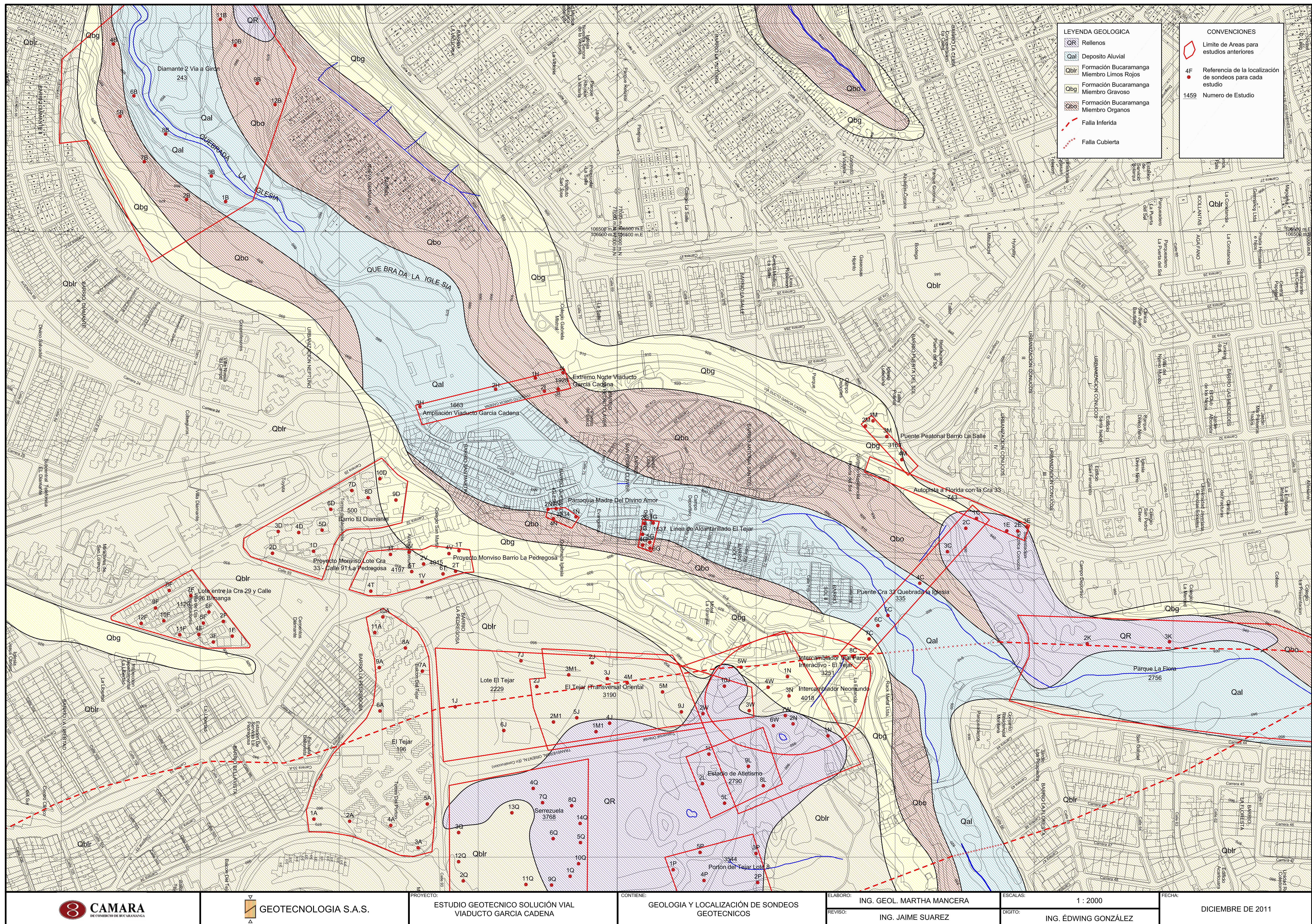
Recomendaciones sísmicas

El perfil de suelo es D.

Las aceleraciones sísmicas son las recomendadas para Bucaramanga de acuerdo al reglamento NSR-10.

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página 52
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	

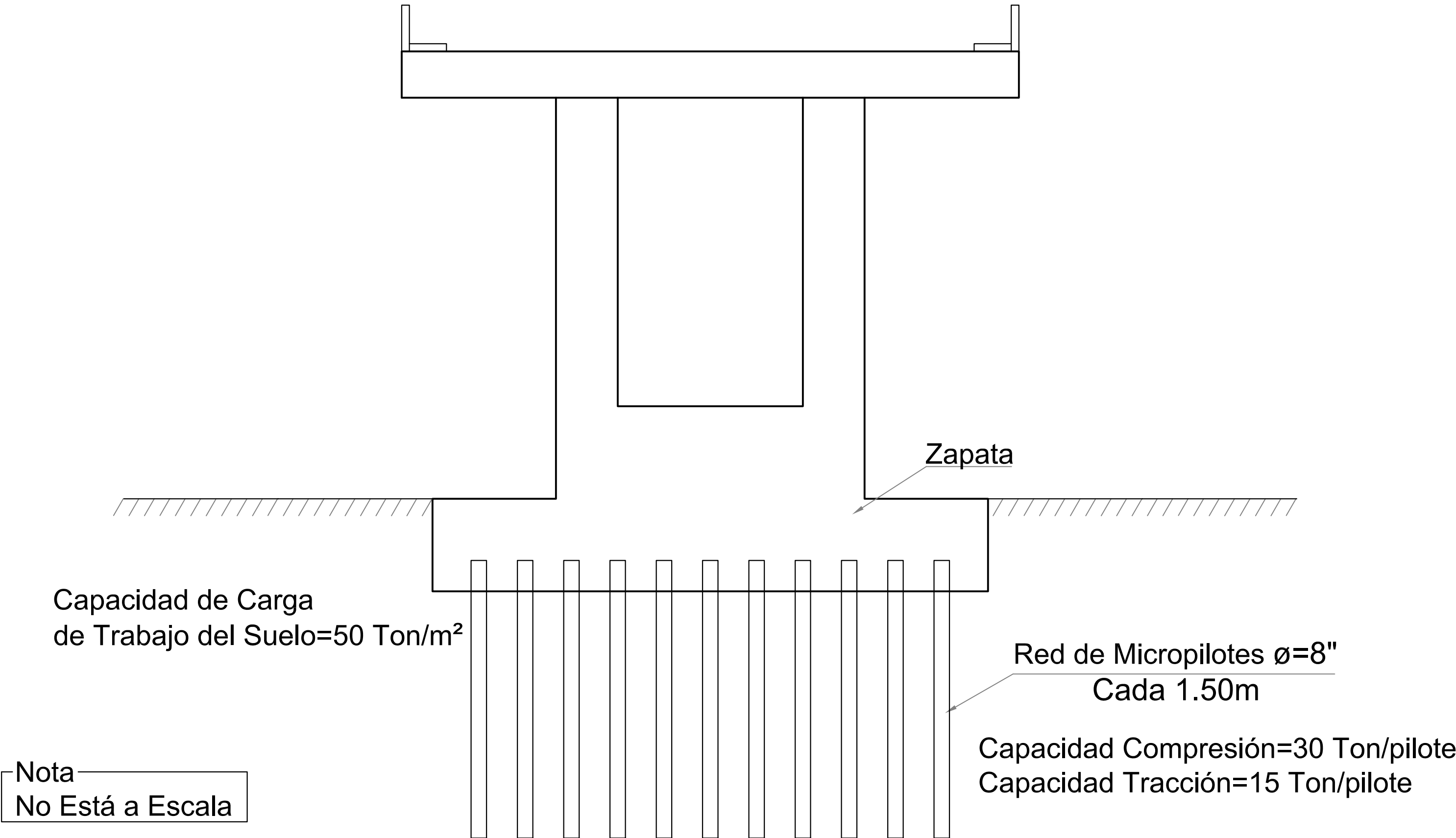




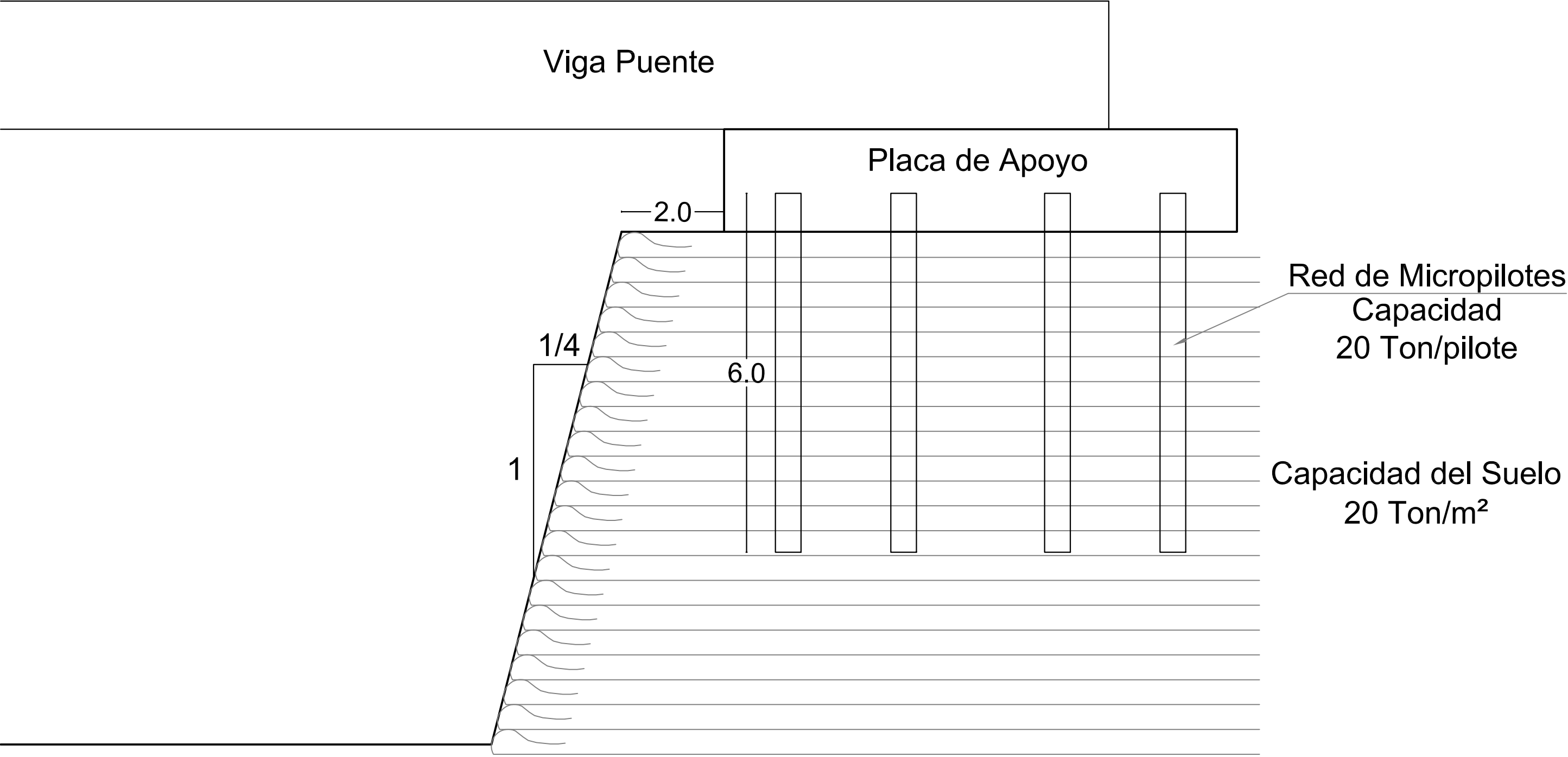
CAPITULO	
8	Anexo 2: Esquemas

	SOLUCION VIAL EN EL VIADUCTO GARCIA CADENA		Página
	Revisó: Ingeniero Jaime Suárez Díaz	Estudio No. 4282	54

ESQUEMA CIMENTACIÓN DE PILAS DE PUENTES



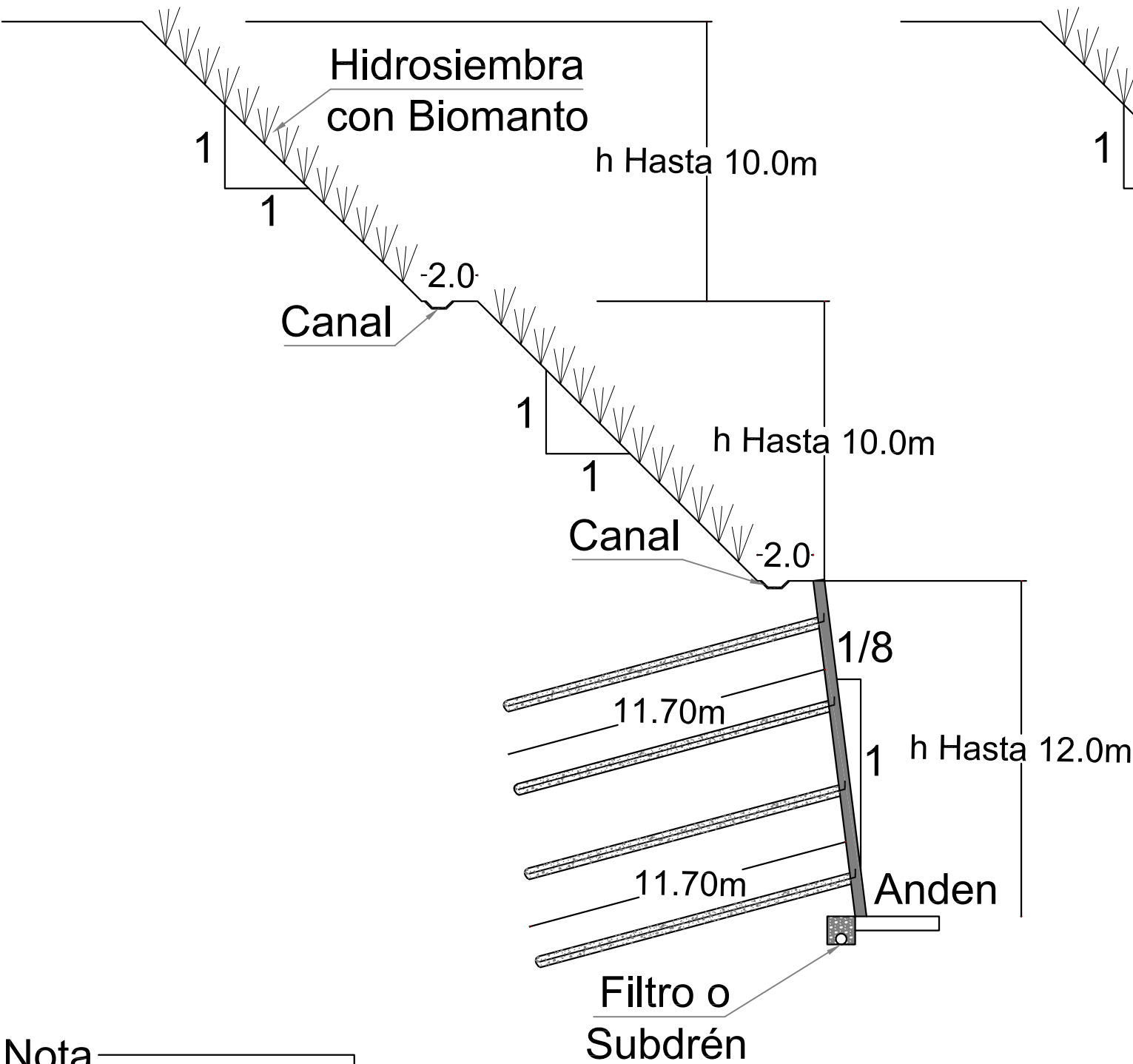
ESQUEMA DE ESTRIBOS DE PUENTES SOBRE
TERRAPLENES DE TIERRA REFORZADA



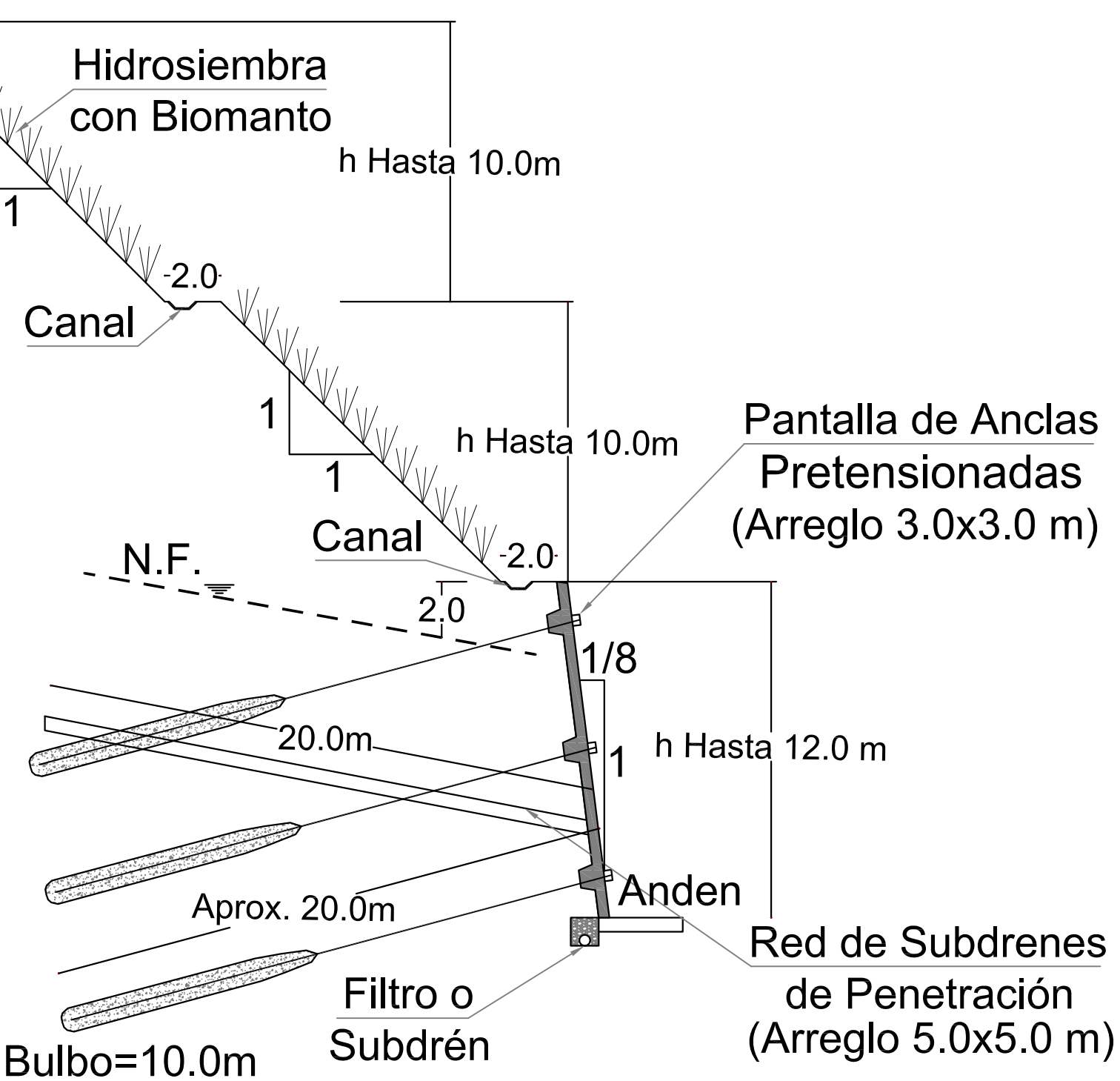
Nota
No Está a Escala

ESQUEMA GENERAL DE CORTES

Solución 1
(Si no hay nivel freatico en los cortes)

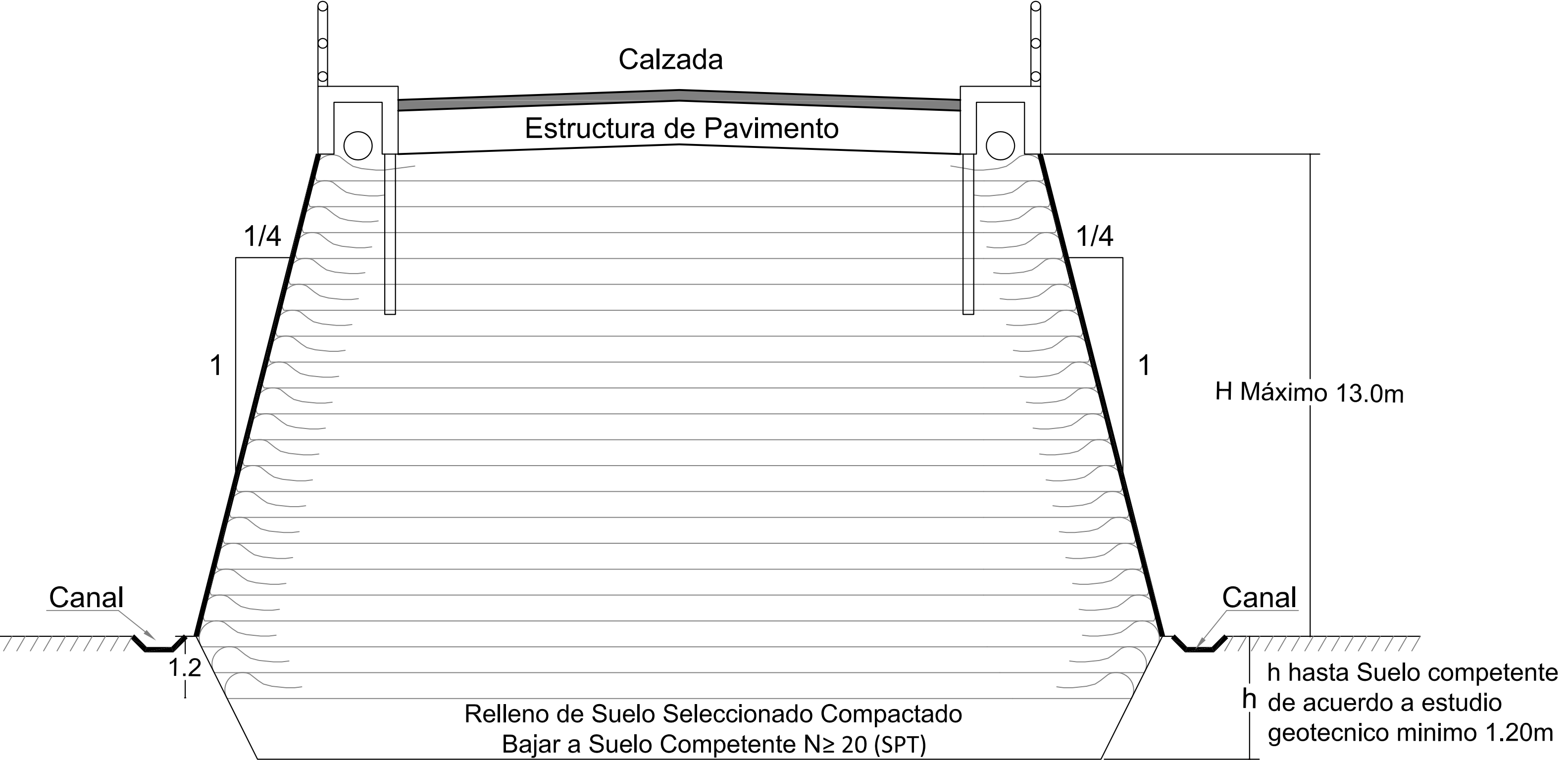


Solución 2
(Si hay nivel freatico en los cortes)



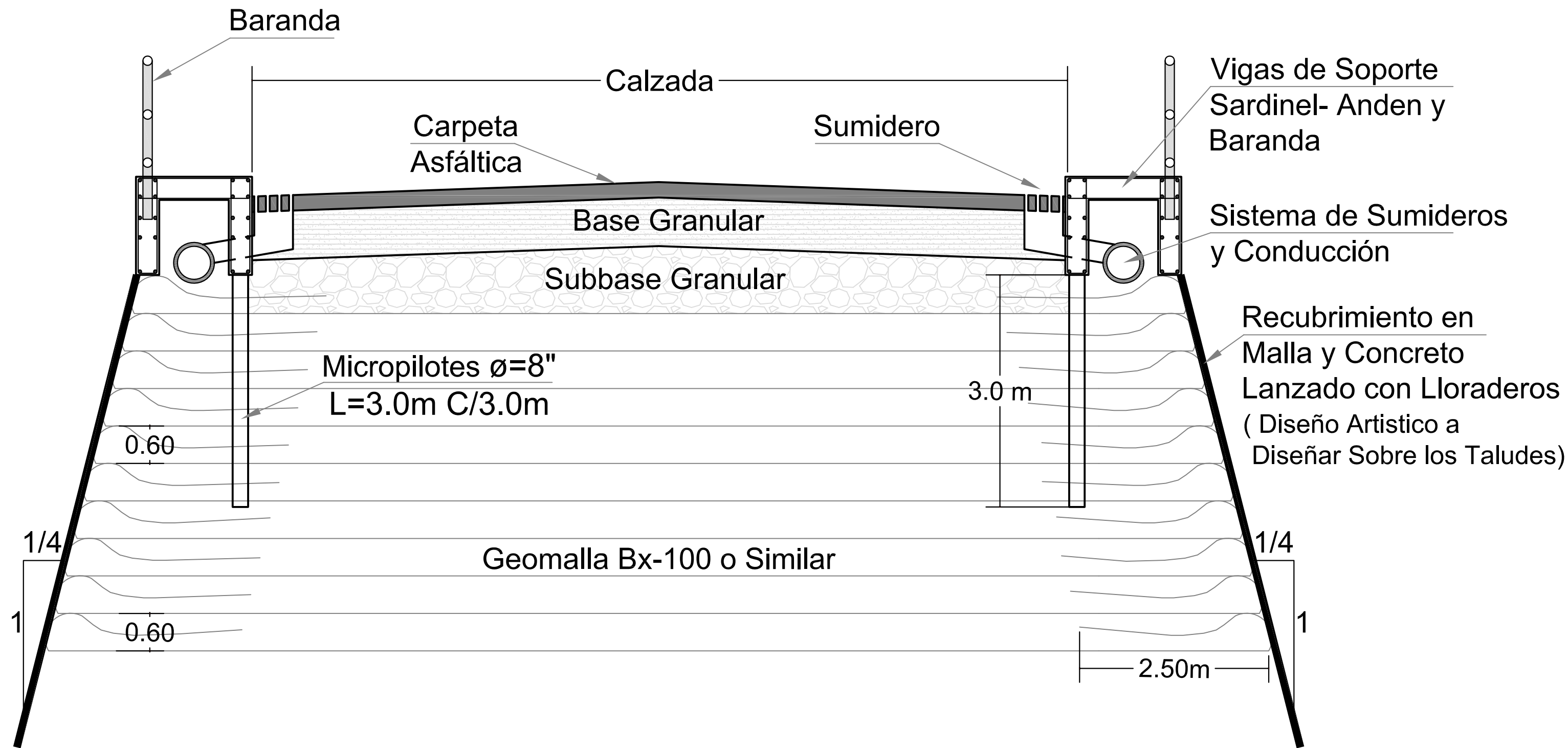
Nota
No Está a Escala

ESQUEMA GENERAL DE TERRAPLENES EN TIERRA REFORZADA



Nota
No Está a Escala

ESQUEMA GENERAL DE TERRAPLENES EN TIERRA REFORZADA DETALLES



Nota
No Está a Escala

