

**DISEÑOS VARIOS PARA EL SISTEMA METROLÍNEA**

**PROPUESTA TÉCNICA-ECONÓMICA**

**PRESENTADA A:  
METROLÍNEA S.A.**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA  
OCTUBRE DE 2008**

## TABLA DE CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	4
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3	OBJETIVOS	7
3.1	OBJETIVO GENERAL	7
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4	ALCANCES	8
4.1	ESTUDIO DE TRÁFICO PORTAL GIRÓN - AVENIDA LOS CANEYES – BAHONDO	8
4.2	DISEÑO VÍA PRETRONCAL: PORTAL GIRÓN - AVENIDA LOS CANEYES – BAHONDO	9
4.3	PUENTES PEATONALES ADYACENTES AL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO DE ORO	14
4.4	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL VÍA PRETRONCAL: PORTAL GIRÓN - AVENIDA LOS CANEYES – BAHONDO	15
4.5	ESTUDIO HIDRAÚLICO QUEBRADA EL MACHO	24
4.6	ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZAS Y RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA E INUNDACIÓN (EDARFI) DE LOS PREDIOS DE LA ESTACIÓN DE TRASNFERENCIA DE PROVENZA ORIENTAL Y DEL PORTAL DEL NORTE	26
4.6.1	Geología	26
4.6.2	Geomorfología	28
4.6.3	Hidrogeología Y Vegetación	29

4.6.4	Hidrología	29
4.6.5	Geotecnia	29
4.6.6	Plan De Medidas De Prevención Y Mitigación Del Riesgo	30
4.6.7	Productos a entregar	30
4.7	PLANES DE IMPLANTACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE PROVENZA ORIENTAL Y OCCIDENTAL Y DEL PORTAL DEL NORTE	31
4.8	DISEÑO ESTRUCTURAL ÁREA COMERCIAL DE PIEDECUESTA	33
5	TIEMPO DE EJECUCIÓN Y VALOR DE LA PROPUESTA	35
5.1	TIEMPO DE EJECUCIÓN	35
5.2	VALOR DE LA PROPUESTA	35

## 1 PRESENTACIÓN

La Universidad Industrial de Santander UIS, a través del grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas de La Escuela de Ingeniería Civil, presenta a METROLÍNEA S.A., una oferta técnica y económica para la *ELABORACIÓN DE DISEÑOS VARIOS PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA*, ajustada a los requerimientos especificados para este tipo de proyectos.

Esta propuesta se soporta en la amplia experiencia de la Escuela de Ingeniería Civil, derivada del acompañamiento que ha llevado a cabo en los diversos estudios previos que han precedido la toma de decisiones sobre la implementación del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) del Área Metropolitana de Bucaramanga, y de la realización de los diseños del SITM.

Para el logro cabal de los objetivos propuestos se requiere una fuerte integración entre la Administración del Municipio de Girón, del Municipio de Bucaramanga, Metrolínea S.A. y la Universidad, de forma que las decisiones que se tomen sean concertadas en forma oportuna y que el suministro de información requerida para el cabal cumplimiento de las obligaciones sea llevado a cabo en forma adecuada y eficaz.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura de transporte es vital para el crecimiento económico y el bienestar social de las ciudades es por ello que el Área Metropolitana de Bucaramanga, consciente que el esquema de operación del transporte público metropolitano muestra un alto nivel de inefficiencia y mínimas condiciones de seguridad y confiabilidad, se adhiere a la Ley 310 de 1996, que facilita el financiamiento del transporte público masivo por parte de la Nación.

Adicionalmente el proyecto del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga quedó incluido dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 *Hacia un Estado Comunitario*, y recientemente fue aprobado en Documento Conpes. En este documento se solicita al AMB la contratación en el menor tiempo posible de los estudios definitivos que soporten el inicio del proceso de implementación del sistema.

Es por ello que la Universidad Industrial de Santander presentó a consideración del Área Metropolitana de Bucaramanga, una alternativa de acompañamiento para la asistencia técnica en el desarrollo de los proyectos de transporte de interés del Sistema Integrado de Transporte Masivo, la cual se concretó en la firma de Contrato Interadministrativo No 033 celebrado el 7 de diciembre del año 2004 y sendas propuestas a METROLÍNEA S.A. que se concretaron en los Contratos Interadministrativos 001-2006 y 002-2006.

A partir del desarrollo del citado convenio aparece la necesidad de incrementar el alcance del mismo para el cabal cumplimiento del objetivo general trazado. Por lo cual la Universidad presenta a consideración de METROLÍNEA S.A. una propuesta para la elaboración de los nuevos productos requeridos.

Además, a partir de lo establecido en el Decreto No. 051 de 2005 “Por el cual se definen y reglamentan los procedimientos para el estudio y aprobación de los Planes de Implementación en el Municipio de Bucaramanga”, es indispensable la formulación de planes

de implantación para la reglamentación y aprobación de superficies comerciales, dotaciones y de industria transformadora, con el objeto de establecer las medidas necesarias para controlar y mitigar los impactos físicos, sociales y ambientales que puedan generarse en las zonas de influencia donde se vayan a desarrollar dichas actividades con un área de lote, igual o superior a mil quinientos (1.500) metros cuadrados, para lo cual la presente propuesta incluye el estudio necesario en unos de sus ítems.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar diseños de productos varios requeridos para la puesta en operación del Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar el estudio de tráfico del corredor pretroncal: Portal Girón - Avenida los Caneyes – Bahondo.
- Diseño vial de la pretroncal Portal Girón - Avenida los Caneyes – Bahondo.
- Diseño de los puentes peatonales adyacentes al puente vehicular sobre el río de oro.
- Elaborar el plan de manejo ambiental del corredor pretroncal: Portal Girón - Avenida los Caneyes – Bahondo.
- Elaborar el estudio hidráulico de la Quebrada el Macho.
- Elaborar el Estudio Detallado de Amenazas y Riesgo por Fenómenos de remoción en masa e Inundación (EDARFI) de los predios de la Estación de transferencia de Provenza Oriental y del Portal del Norte.
- Diseñar los Planes de Implantación de las Estaciones de Transferencia de Provenza Oriental y Occidental y del Portal del Norte.
- Elaborar el diseño estructural del área comercial del Portal de Piedecuesta.

Para el logro de los objetivos de que trata este proyecto METROLÍNEA S.A. facilitará a la Universidad Industrial de Santander toda la información previa existente, así como cualquier otro tipo de información secundaria que se requiera para el desarrollo del presente proyecto.

## 4 ALCANCES

Los alcances aquí presentados parten del principio de un convenio de cooperación entre las entidades interesadas en el proyecto, y se expresa mediante un breve resumen de las actividades a desarrollar y productos a entregar para lograr el objetivo propuesto.

El grupo humano que por parte de la Universidad participará en el proyecto será interdisciplinario y de excelencia profesional.

### 4.1 ESTUDIO DE TRÁFICO PORTAL GIRÓN - AVENIDA LOS CANEYES – BAHONDO

El objetivo principal del estudio es identificar el comportamiento vehicular y peatonal en la vía de referencia mediante la realización de aforos en el sector de interés.

Los alcances del estudio son:

- i. Determinar las condiciones actuales de la Avenida Los Caneyes.
- ii. Estudiar los posibles conflictos generados en el flujo vehicular en la zona y recomendar las soluciones mas adecuadas.
- iii. Presentar conclusiones y recomendaciones a partir del estudio

Para el estudio de tráfico de la vía se realizarán las siguientes actividades:

a) Identificación de la situación actual de movilidad (vehículos y peatones) mediante conteos vehiculares y peatonales en el lugar del proyecto, durante tres (3) días de la semana y catorce (14) horas consecutivas para los vehiculares.

- Para aforo vehicular: Tres (3) días, de 6:00 a.m. a 8:00 p.m., diferenciando entre automóvil, bus, camión y motocicleta.

- b) Toma de datos en las intersecciones importantes dentro de la Avenida en Estudio con el objeto de identificar la situación actual y poder proponer soluciones a los conflictos eventualmente encontrados.

→ Se proponen conteos durante tres días hábiles laborables consecutivos

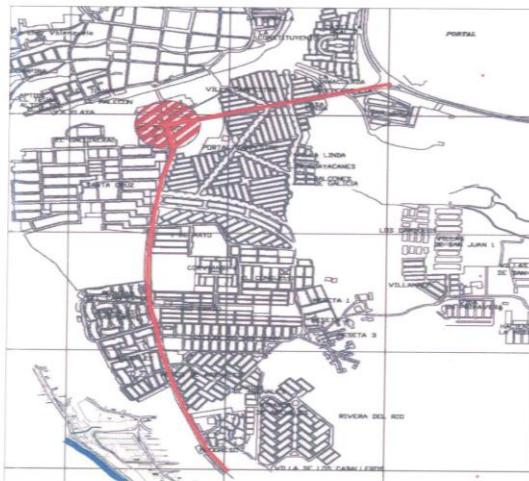
Los resultados del estudio serán presentados en formato análogo y digital

#### **4.2 DISEÑO VÍA PRETRONCAL: PORTAL GIRÓN - AVENIDA LOS CANEYES – BAHONDO**

Para el diseño de la vía se realizarán las siguientes actividades:

- i. Análisis del entorno inmediato y levantamiento fotográfico (percepción- visita a campo).

Zona de Estudio de la Vía Portal Girón - Avenida Los Caneyes – Bahondo



ii. Levantamiento topográfico que incluye altimetría y planimetría con una precisión de 1:1000, teniendo en cuenta los siguientes:

- Puentes
- Desagües
- Alcantarillas
- Drenajes
- Filtros
- Muros de contención
- Estripos de puentes
- Postes
- Bordes de barranco, escarpas o taludes, curvas de nivel.
- Linderos
- Cercas
- Torres o postes de redes
- Transformadores
- Caños
- Canales
- Box coulvert
- Estructuras importantes
- Y demás elementos que favorezcan la representación adecuada de las condiciones del terreno.

iii. Diseño geométrico de acuerdo con los siguientes parámetros:

A partir de los planos topográficos, la información de estudios y proyectos en el área de los diseños y la normatividad vigente para el sitio.

- Se determinan los tipos de vehículos para conocer radios de giro.
- Volúmenes de tránsito proyectado (TPDA).
- Niveles de servicio proyectado.
- Partiendo de los datos anteriores, y siguiendo las recomendaciones del manual de diseño geométrico del Instituto Nacional de Vías y las recomendaciones para el diseño de vías urbanas de la AASHTO se determinan los siguientes aspectos:
  - Velocidad de diseño.
  - Radio mínimos de curvatura y peraltes máximos
  - Peraltes máximos y longitudes de transición de peraltado
  - Pendientes relativas para peraltes.
  - Anchos de calzada y carril.
  - Ancho de separador (si es el caso)
  - Bombeo de calzada.
  - Entretangencias mínimas.
  - Distancias de visibilidad.
  - Longitudes mínimas para canales de aceleración y desaceleración.
  - Distancia mínima de adelantamiento.
  - Valores del coeficiente K para el diseño de las curvas verticales (cónicas y convexas).
  - Planos de diseño. Se presentarán los siguientes tipos de planos:
    - Planos de planta: Escala 1:500
    - Planos de perfil: Escala H 1:500; V 1:50 ó 1:100 por cada eje de diseño

- ^ Secciones transversales: Escala 1:200 incluyen información de cotas de diseño en los bordes, sardinel, peraltes y bombeo.
- ^ Plano de cotas de borde: En un plano de planta se presentarán las cotas de diseño en los bordes de sardinel cada 10m

iv. Diseño de pavimentos de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Selección de unidades típicas de diseño con base en las características geológicas, podológicas, climáticas, topográficas y de drenaje de la zona en proyecto.
- Determinación del perfil de suelos a través de perforaciones sistemáticas, con el fin de determinar las características del suelo. El criterio para realizar estas perforaciones en carreteras es de 250 a 500 m de espaciamiento y 1.50 m de profundidad.
- Muestreo de las diferentes capas del suelo. De cada perforación ejecutada deberá tomarse muestras representativas de las diferentes capas de los suelos encontradas.
- Realización de ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas, los ensayos serán:
  - ^ Determinación del contenido de humedad
  - ^ Análisis Granulométrico
  - ^ Determinación del límite plástico de los suelos
  - ^ Determinación del límite líquido de los suelos
  - ^ Peso específico
  - ^ Ensayo de compactación
  - ^ Determinación de la resistencia (CBR)

- Diseño del pavimento considerando la resistencia, el periodo de diseño y el tránsito.
- v. Inventario, localización y reporte de afectación a redes de servicio en coordinación de las empresas de servicios públicos.
- vi. Diseño del espacio público requerido:

El estudio contempla el diseño de espacio público sobre el corredor pretroncal, la integración urbanística del sector del malecón al proyecto y el diseño urbanístico del circuito turístico peatonal comprendido entre las calles 24, 25 y 26; la carrera 26 y el cerramiento del parque gallineral.

- Análisis del estado actual de los andenes y accesos a predio.
  - Verificación del perfil normativo ante Planeación municipal.
  - Diseño de los componentes del espacio público (si se requiere):
    - Separador.
    - Franja de arborización y mobiliario urbano.
    - Franja de circulación para discapacitados.
    - Franja de circulación peatonal.
    - Franja de ajuste a paramento.
    - Diseño de tipologías de acceso a predios.
  - Diseño del espacio urbano. Diseño de andenes y sugerencia de acceso a predios.
  - Localización sugerida de elementos de mobiliario urbano.
- vii. Evaluación de la afectación predial: Se presentará un plano general donde se identificarán los predios a adquirir; el alcance del estudio no contempla la elaboración de fichas ni levantamientos de detalle de los predios.

- viii. Definición de lineamientos generales para elaboración de Plan de Manejo de Tráfico.
- ix. Elaboración de cantidades de obra, análisis de precios unitarios y presupuesto a la fecha de entrega definitiva de los estudios.
- x. Elaboración de los documentos técnicos correspondientes a los pliegos de condiciones para la contratación.
- xi. Entrega de un documento borrador para corrección y dos documentos originales, una vez se devuelva el documento borrador con las correcciones finales. Los documentos incluyen impresión de los planos y un CD con la información en formato digital.

#### **4.3 PUENTES PEATONALES ADYACENTES AL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO DE ORO**

Se propone para este propósito el diseño de dos puentes independientes a la estructura existente que no interfiera con su funcionamiento ni con las condiciones hidráulicas actuales del río.

- i. Análisis de estudio geotécnico teniendo en cuenta los siguientes parámetros:
  - Se realizarán los estudios requeridos con el objeto de investigar las características geotécnicas de los suelos presentes en el área del proyecto mediante estudios de campo y ensayos de laboratorio.
  - Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona se determinará el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos y taludes.
  - Recomendar la capacidad portante de los suelos.

- ii. Diseño estructural con base en las normas estructurales vigentes, y en la topografía, el estudio de suelos, el diseño urbano y arquitectónico de acuerdo a los siguientes lineamientos:
  - Diseño del tablero central
  - Diseño de pilas y/o apoyos de la estructura
  - Diseño de zapatas
  - Diseño de estribos
  - Diseño de estructuras de contención si es necesario
  - Diseño de barandas
  - Verificación del comportamiento en conjunto de la estructura.
- iii. Diseño del espacio público.
  - Diseño de textura de andén, distribución de franjas de movilidad y empalme con los andenes del tramo.
  - Diseño arquitectónico de barandas.

#### **4.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL VÍA PRETRONCAL: PORTAL GIRÓN - AVENIDA LOS CANEYES – BAHONDO**

El alcance de este estudio comprende lo siguiente:

- Valorar las condiciones medioambientales del área de influencia del proyecto.
- Definir las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes del medio físico y biótico, durante el desarrollo de las actividades definidas para el proyecto.

- Sugerir las especies forestales aptas para área del proyecto, teniendo en cuenta las funciones ambientales de la vegetación en el ambiente urbano.
- Diseñar las acciones a través de las cuales se responda a los impactos originados por las actividades de construcción del proyecto.

A continuación se describen las actividades a seguir el desarrollo del PMA:

i. Definición de los aspectos técnicos del proyecto

- Trazado y características geométricas (planta, perfil y cortes típicos).
- Condiciones de la infraestructura existente.
  - Red de Acueducto
  - Red de Alcantarillado
  - Red Eléctrica
  - Red Telefónica
  - Señal de Televisión
  - Red de Gas
- Actividades de construcción.
  - Requerimiento de instalaciones temporales
  - Movimientos de tierra: definición de los volúmenes de excavación y rellenos.
  - Construcción de estructuras.
  - Relocalización de redes de servicio público
  - Establecimiento de la vegetación: de acuerdo con lo establecido en el diseño paisajístico se definirá el establecimiento y manejo de las especies vegetales (sitios de ubicación de especies).

Esta descripción se hará teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ▲ Criterios Técnicos de Diseño: Se resumirán todos los criterios técnicos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de este tipo de proyectos (Transito en horas pico, transito de buses, velocidades de operación, ancho propuesto para las calzadas)
- ▲ Criterios Ambientales: Se tendrá como base los lineamientos establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Girón. Los lineamientos dados por el Banco Mundial y los de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.
- ▲ Criterios Urbanísticos y Paisajísticos: Se tendrán en cuenta los lineamientos dados por el diseñador Urbanístico del proyecto y los lineamientos dados por el responsable del paisaje.

## ii. Evaluación ambiental

Se hará un análisis ambiental del área de estudio, con el fin de obtener una base de información concreta para proyectar y predecir los impactos del proyecto.

La evaluación ambiental se hará en los siguientes ámbitos:

- Estado actual de la zona sin proyecto: Se definirá la Línea Base ambiental estudiando la Dimensión física (componentes geosférico, climático y atmosférico), Biótica (Componente florístico y faunístico).
- Para la etapa de construcción: Se definirá la alteración de la dinámica urbana, causada por las obras que generan impactos sobre la zona.

Con base en el análisis del área de estudio se obtendrá información concreta para proyectar y predecir los impactos generados por el proyecto y así definir la viabilidad ambiental del mismo, definiendo el tipo de impacto causado, su intensidad y su duración.

## iii. Caracterización del área de influencia del proyecto

La delimitación del área de influencia del proyecto de determinará por la superposición de las áreas de influencia obtenidas del análisis de los diferentes componentes ambientales

(físico, biótico, socio-cultural y paisajístico). Los cuales se tomaran de lo establecido en el POT de Girón y estudios existentes de la zona. (Información secundaria)

Se define como área de influencia directa del proyecto, aquella zona en donde los efectos ocurren como consecuencia de alguna actividad tecnológica del proyecto. Por lo general se considera una franja que oscila entre 100 y 500 m. a partir del eje de la vía, abarcando el área urbana más próxima al corredor vial, en donde se efectuarán las diferentes actividades constructivas. Está compuesta por los predios que tienen acceso directo al intercambiador, sobre los cuales se harán las intervenciones. Adicionalmente están dentro de esta área de influencia directa, las fuentes de materiales de construcción, los sitios de disposición final de residuos de obra, los lugares de ubicación de las instalaciones temporales (campamentos y patios) y los cuerpos de agua, aguas abajo del sitio de las obras.

El área de influencia indirecta del proyecto está compuesta por las zonas que potencialmente podrán afectarse de manera secundaria por algunas de las actividades que comprenden su construcción y operación. En algunos casos, cuando las obras intervienen avenidas principales y ejes viales, será buena parte de la ciudad, en razón de los traumatismos que se producen en la articulación de los diferentes sectores de la misma.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores se realizará una descripción del área de influencia directa e indirecta del proyecto, se elaborarán planos a escala apropiada, donde se ubique el proyecto y su área de influencia, indicando su localización político-administrativa.

#### iv. Plan de manejo ambiental – PMA

El objeto de este plan es prevenir, mitigar, compensar y manejar los posibles efectos ambientales que pueden derivarse de la ejecución del proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación ambiental y bajo el criterio de Calidad de Vida urbana, se desarrollará el PMA para lo cual se evaluarán las fichas definidas en el documento "Lineamientos Ambientales para el diseño, construcción y seguimiento de proyectos de transporte masivo en Colombia" y se tomarán y complementaran las que se apliquen a las condiciones del proyecto.

v. Programa de implementación del plan de manejo ambiental – PIPMA

Dentro del este programa, se plasmarán en forma de Listas de Chequeo, todas las actividades de gestión ambiental que debe adelantar el constructor durante el desarrollo y ejecución del contrato de obra, con el fin de garantizar el cumplimiento de las mismas.

El PIPMA contendrá en detalle el Plan de Acción para garantizar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte del Contratista de obra. Como parte del Plan de Manejo Ambiental, se desarrollará en forma de lista de chequeo el Programa de Implementación del Plan de Manejo Ambiental, PIPMA, el cual agrupa todos los programas del PMA en tres componentes ambientales que son:

- Componente A. Sistema de Gestión Ambiental
- Componente B. Componente Social
- Componente C. Manejo Silvicultural, Cobertura Vegetal y Paisajístico
- Componente D. Gestión Ambiental en las actividades de Construcción y mantenimiento de la vía.

El PIPMA contendrá un sistema de verificación, seguimiento y valoración del desempeño ambiental con la siguiente metodología:

- En forma de listas de chequeo, el PIPMA debe contendrá todas las actividades definidas en los diferentes programas del PMA para la prevención, mitigación y control de los impactos ambientales.

- Las actividades serán definidas en cada uno de los programas del PMA.
- Cada una de las actividades que debe desarrollar el constructor serán valoradas y calificadas y se definirán las medidas de control y sanción en caso de incumplimiento a las mismas.
- De acuerdo con los resultados del proceso de evaluación de impacto ambiental, se asignará un valor porcentual a cada uno de los componentes del PIPMA y frente a cada una de las actividades a definir los indicadores que adoptará para calificar en 0%, 50% o 100% el cumplimiento de dicha actividad por parte del constructor.

Adicionalmente, y con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos, el PIPMA contendrá lo siguiente:

- Una descripción clara y detallada de las acciones que debe adelantar el Contratista de Obra para mitigar los impactos, así como una definición de la metodología para su correspondiente implementación..
- Un sistema de Listas de Chequeo que permitan evaluar el porcentaje de cumplimiento de las obligaciones del Contratista y del Interventor en materia de gestión ambiental y que incide en el pago del valor global ambiental.

Finalmente se definirá el procedimiento para la valoración sobre el desempeño ambiental del Contratista. Se definirá, en forma general, sumando los porcentajes logrados en cada actividad de acuerdo al indicador de evaluación (0%, 50% ó 100%) los cuales serán divididos por el número de actividades del respectivo programa.

#### vi. Plan de monitoreo

Se entiende por monitoreo el proceso que consiste en la definición periódica y comparativa, a partir de cortes transversales en el tiempo, de la información más

representativa referente al estado de las condiciones ambientales del área de influencia del proyecto.

El plan de monitoreo se desarrollará bajo los siguientes objetivos:

- Tener conocimiento permanente sobre el desarrollo y evolución de las distintas acciones que integran los distintos programas del proyecto.
- Efectuar control a los procesos de aceptación, adaptación y resistencia del medio a las nuevas condiciones determinadas por el proyecto.
- Evaluar las consecuencias del proyecto sobre el medio físico.
- Verificar la validez de los programas contemplados.
- Realizar ajustes a los programas definidos en el PMA.

El monitoreo se realizará sobre mediciones cuantitativas y comparación de normas establecidas de calidad ambiental, para los indicadores no reglamentados o que se dificulte su medición, se establecerán parámetros o criterios de evaluación que puedan determinarse directamente en la obra.

El Plan de Monitoreo esta orientado principalmente a atender los siguientes aspectos, entre otros:

- Monitoreo de la Calidad del aire y control de la contaminación (Emisión de partículas, y ruido).
- Monitoreo al mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y herramienta de la obra.

vii. Plan de seguimiento

Con base en las fichas y en el plan de monitoreo, se definirá el plan de seguimiento ambiental, el cual busca controlar la implementación correcta y oportuna de las medidas de manejo ambiental propuestas, incluyendo las acciones de monitoreo, indicando los responsables del plan y la periodicidad de los informes.

Es importante definir que el seguimiento ambiental a las obras se realiza por medio de dos instancias: La primera de ellas, a través de la intervención ambiental y la segunda por medio de auditorías ambientales que pueden ser internas por parte del contratista constructor o externas, contratadas o realizadas por la entidad contratante o por la autoridad ambiental competente, del área del proyecto.

#### viii. Plan de contingencia

Una contingencia es una alteración perjudicial y repentina de la actividad normal de un sistema.

El Plan de Contingencia buscará eliminar o modificar aquellas acciones del proyecto que sean potencialmente generadoras de riesgo y cuando no sea posible, responder a la acción a través de plan con los siguientes objetivos:

- Minimizar la severidad de las pérdidas en intereses y bienes cuando se presente un siniestro.
- Prevenir los resultados del siniestro.
- Rebajar la vulnerabilidad de los bienes.

La base del desarrollo de este plan está dada por el análisis de riesgos el cual contempla los siguientes puntos:

- La localización temporal y espacial de los elementos del proyecto que generen amenazas potenciales.

- La vulnerabilidad o grado de exposición de los diferentes componentes ambientales frente a los elementos generadores de amenazas.
- Evaluación de los riesgos en las etapas de construcción y operación del proyecto.

ix. Inventario forestal

Se hará el inventario forestal del proyecto en el 100% del área de influencia directa, para todas las especies ubicadas en un ancho adecuado, definido por la posibilidad de afectación de especies aledañas a la zona.

El inventario forestal incluirá como mínimo los siguientes elementos:

- Número de identificación
- Diámetro a nivel del pecho (DAP)
- Especie: nombre común y científico
- Altura
- Volumen
- Estado fitosanitario y físico
- Tratamiento silvicultural recomendado
- Registro fotográfico de cada individuo y de la panorámica del mismo.

Se elaboraran los planos (escala adecuada) donde se presente la ubicación de las diferentes especies consideradas en el inventario forestal y la respectiva marcación en campo, se especificaran dentro del plano redes e infraestructura pública y privada. Así mismo, en el plano se ubicará el proyecto preliminar, de manera tal que se pueda determinar las especies afectadas directamente por la construcción. Se efectuará una estimación de la importancia ambiental y económica de las especies identificadas.

x. Costos

Se presentará el presupuesto total del PMA y análisis de precios unitarios de las obras incluidas en el Plan de Manejo, el Plan de Seguimiento, el Plan de Monitoreo y el costo aproximado del Plan de Contingencia.

xi. Interventoría ambiental – seguimiento ambiental

Teniendo en cuenta que debe existir una interventoría Ambiental, encargada de coordinar y verificar el cumplimiento de las actividades propuestas en el PMA, durante la construcción de las obras civiles que sirva de interlocutor entre la Autoridad Ambiental y el Área Metropolitana (Administración Municipal), se definirán sus funciones y costos de la misma.

xii. Productos a entregar

Como resultado del desarrollo del trabajo, se entregarán los siguientes productos:

- Plan de Manejo Ambiental, que contendrá:
  - Plan de Seguimiento
  - Plan de Monitoreo
  - Plan de Contingencia
- Programa de Implementación del Plan de Manejo Ambiental (PIPMA)
- Inventario Forestal

#### 4.5 ESTUDIO HIDRAÚLICO QUEBRADA EL MACHO

El objetivo principal del estudio es realizar el modelamiento de la Quebrada El Macho, para definir niveles de inundación en el extremo oriental de la autopista.

Los alcances del estudio son:

- i. Identificar las condiciones en que se encuentra y el comportamiento que presenta la Quebrada el Macho.
- ii. Establecer las condiciones mas adecuadas para realizar el modelamiento de esta quebrada de modo tal que se tenga en cuentan todos los factores internos y externos que pueden llegar a afectarla.
- iii. Definir las cotas de inundación para los cuales no se comprometerán las obras que se construyan durante el proyecto en la zona de influencia de la Quebrada el Macho.
- iv. Presentar conclusiones y recomendaciones a partir del estudio.

Para dicho modelamiento se realizaran las siguientes actividades

- i. Realizar una descripción detallada del sector que comprende esta cañada, identificando los tres puntos de entrega que presenta como son Mis Casitas, Miradores de San Lorenzo y Quebrada el Bueno y el área de influencia de cada uno de ellos.
- ii. Definir la tormenta de diseño utilizando el registro tomados de la estación pluviografica Club Campestre.
- iii. Generar el hidrograma de diseño para a partir de este y con base en la definición del tiempo de concentración definir los hidrogramas unitarios para cada una de las tres entregas que presenta esta Quebrada, los cuales permitirán a su vez generar el hidrograma de creciente para los periodos de retorno que sean definidos.
- iv. Establecer las condiciones de frontera tanto aguas arriba como aguas abajo y los demás factores que permitan un adecuado modelamiento, teniendo en cuenta las

condiciones de topografía y obstrucción (Box culvert) que pueda presentar esta cuenca.

- v. Identificar y analizar diferentes escenarios donde se pueda realizar una simulación para determinar el nivel de inundación aguas arriba que producirían las lluvias extremas a analizar.

#### **4.6 ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZAS Y RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA E INUNDACIÓN (EDARFI) DE LOS PREDIOS DE LA ESTACIÓN DE TRASNFERENCIA DE PROVENZA ORIENTAL Y DEL PORTAL DEL NORTE**

Con el objetivo de cumplir con los requerimientos establecidos en las normas geotécnicas de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, CDMB, para elaborar estudios de amenazas y/o riesgo por remoción en masa e inundación, a continuación se relacionan las variables que se deben contemplar en los estudios para el predio de la estación transferencia de **Provenza Oriental**.

##### **4.6.1 Geología**

Caracterizar y evaluar las condiciones geológicas en cuanto a su litología y estratigrafía mediante el levantamiento detallado de información estructural con el fin de zonificar el terreno de acuerdo a su estabilidad y/o inundabilidad.

###### Litología (Suelo y Roca) y Estratigrafía

- ✓ Columna estratigráfica
- ✓ Mapa geológico
- ✓ Interpretación y complementación del mapa geológico (cronoestratigráfico o lito estratigráficos) en términos de unidades litológicas de roca o suelo.

- ✓ Caracterización y análisis de las propiedades genéticas (composición, textura, dureza etc.).

#### Geología Estructural

- ✓ Identificación y caracterización de las diferentes estructuras geológicas regional y local (fallas, pliegues, lineamientos) que afecten al área de estudio.
- ✓ Evaluación de fallas identificadas como activas y determinación de su proximidad al área de estudio.

Zona de estudio de la Estación de Transferencia de Provenza Oriental



Zona de estudio del Portal del Norte



#### 4.6.2 Geomorfología

Identificar los elementos geomorfológicos o geoformas del terreno, la presencia o ausencia de deslizamiento antiguos, pendientes, tipos de fallas con su grado de actividad y características físicas con el fin de identificar procesos de inestabilidad, erosión o inundación.

Las actividades de esta fase son las siguientes:

- ✓ Estudio morfométrico, donde se cuantifica o mide las formas o pendientes del terreno, para lo cual se elaborará el plano de pendientes, y se relacionará con la resistencia de los materiales existentes teniendo en cuenta las propiedades geológicas previamente caracterizadas.
- ✓ Estudio morfodinámico, Interpretación de movimientos en masa, zonas de inestabilidad, erosión e inundación (plano de la morfodinámica de corrientes), inventario de fenómenos en forma individual.

#### 4.6.3 Hidrogeología Y Vegetación

Identificar las condiciones del agua superficial en cuanto a afloramientos de agua y datos de precipitación del sector y en cuanto a aguas subterráneas identificar la existencia de niveles freáticos, áreas de recarga, descarga, determinando la severidad de la inestabilidad por este factor.

Las actividades de esta fase son las siguientes:

- ✓ Análisis de las características topográficas del terreno, uso actual, textura de los materiales existentes, condiciones climatológicas y pluviométricas del área y de los resultados de la investigación y exploración de campo.
- ✓ Evaluación de las condiciones de agua en condiciones normales y extremas.
- ✓ Estudio de la vegetación existente y determinar su efecto en la estabilidad del terreno.
- ✓ Definir y diseñar las medidas de drenaje que harán parte del plan de obras de prevención y estabilización.

#### 4.6.4 Hidrología

Evaluación hidrológica e hidráulica de las corrientes de agua naturales y artificiales con el fin de establecer su incidencia en los fenómenos de inundación y remoción en masa.

Las actividades de esta fase son las siguientes:

- ✓ Recopilar, sistematizar y analizar la información del sistema de lluvias, caudales y corrientes para analizar las amenazas de inundación.
- ✓ Evaluación de fenómenos de socavación o erosión y determinación de los parámetros para el diseño de los sistemas de control y manejo de las amenazas detectadas.

#### 4.6.5 Geotecnia

Caracterización geomecánica de los suelos y rocas para la evaluación de los taludes y determinación de factor de seguridad.

Las actividades de esta fase son las siguientes:

- ✓ Evaluación de la información geológica
- ✓ Exploración directa mediante apiques y perforaciones con la profundidad y distribución adecuada en los diferentes cambios litológicos o de pendiente que servirá de insumo para toma de muestra de ensayos geotécnicos y servirá como elemento de valoración para el análisis de estabilidad del terreno.
- ✓ Ensayos de laboratorio (propiedades índice y mecánicas) que permitan establecer adecuadamente las características esfuerzo-deformación, resistencia y otras propiedades de las diferentes unidades superficiales.
- ✓ Los ensayos a realizar en las exploraciones geotécnicas son los siguientes: granulometría, clasificación, humedad natural, compresión simple, resistencia triaxial o en su defecto ensayos de corte directo.
- ✓ Análisis de la zonificación geotécnica para el área de estudio de acuerdo al POT de Bucaramanga

#### 4.6.6 Plan De Medidas De Prevención Y Mitigación Del Riesgo

Análisis de las medidas de mitigación de riesgo por remoción en masa y/o inundación asociadas a cada uno de los procesos generadores identificados y caracterizados con el fin de garantizar la estabilidad, habitabilidad y funcionalidad de las nuevas construcciones. Diseño de obras (manejo, control, estabilización y/o protección), especificaciones y recomendaciones de construcción, secuencia de ejecución, mantenimiento y monitoreo.

#### 4.6.7 Productos a entregar

Los principales productos a desarrollar son:

- a. Estudio, Plano Geológico, perfiles y columnas
- b. Mapa de pendientes, a partir del mapa topográfico (medio análogo y magnético).
- c. Estudio, Plano Geomorfológico, perfiles geomorfológicos.
- d. Plano de Morfodinámica de Corrientes
- e. Evaluación Hidrogeológica y perfiles; influencia de la vegetación.

- f. Plano geotécnico, ubicación de sondeos, perfiles geotécnicos, modelo geotecnico.
- g. Programa de exploración geotécnica y resultados del mismo.
- h. Evaluación hidrológica.
- i. Plano de líneas de inundación y secciones transversales.
- j. Inventario y caracterización detallada de los procesos de remoción actual.
- k. Análisis e interpretación de las variables anteriormente mencionadas para definir la existencia de nivel de amenazas por remoción en masa y/o inundación, las cuales definirán las categorías de alta, media o baja, bajo las condiciones actuales, condición con el proyecto y condición con medidas de mitigación.
- l. Plan de medidas de reducción de riesgos y mitigación. Diseño de obras de control de erosión, estabilización de taludes, manejo de aguas, etc (planos y memorias de diseño).

#### **4.7 PLANES DE IMPLANTACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DE PROVENZA ORIENTAL Y OCCIDENTAL Y DEL PORTAL DEL NORTE**

A partir de lo establecido en el Decreto No. 051 de 2005, "Por el cual se definen y reglamentan los procedimientos para el estudio y aprobación de los Planes de Implantación en el Municipio de Bucaramanga", es indispensable la formulación de planes de implantación para la reglamentación y aprobación de superficies comerciales, dotaciones y de industria transformadora, con el objeto de establecer las medidas necesarias para controlar y mitigar los impactos físicos, sociales y ambientales que puedan generarse en las zonas de influencia donde se vayan a desarrollar dichas actividades con un área de lote, igual o superior a mil quinientos (1.500) metros cuadrados.

El estudio urbano a desarrollar consiste en la revisión de la información existente, el acompañamiento en trabajo de campo y en la formulación de los estudios urbanísticos, según lo establecido en el Decreto 051 de 2005 y las normas complementarias, a partir de:

- a. Consulta preliminar a partir de los documentos y demás requerimientos establecidos por la Administración Municipal.
  - ✓ Recopilación y análisis de la información existente,
  - ✓ Revisión de la normativa urbana – P.O.T.
  - ✓ Análisis de los sistemas Estructurantes.
  - ✓ Formulación de recomendaciones y requerimientos de los estudios ambientales y movilidad complementarios.
- b. Formulación de la propuesta
  - ✓ Presentación ante la Oficina Asesora de Planeación Municipal de los diseños arquitectónicos existentes.
  - ✓ Diagnóstico del área de influencia
  - ✓ Descripción del proyecto fundamento en el régimen normativo vigente.
  - ✓ Definición de indicadores urbanos, índices, cuadros de áreas y usos.
  - ✓ Formulación de recomendaciones ya justas del diseño vial (mejoramiento y articulación del espacio público).

Para cada plan de implantación de las estaciones de transbordo o portales del sistema integrado de transporte masivo METROLINEA, en los sectores de Provenza y el Norte de la ciudad de Bucaramanga, se entregarán los siguientes estudios urbanos:

- ✓ Un documento con la descripción específica del tipo de actividad que se pretende implantar, ajustada a la Clasificación Internacional Industrial Uniforma – CIIU-, pormenorizando los servicios que se prestarán y el tipo y número de usuarios.
- ✓ Documento de Diagnóstico (Caracterización urbana actual)
- ✓ Planos de localización y temáticos (loteo, usos del suelo, indicadores urbanos)
- ✓ Descripción general del proyecto.
- ✓ Operaciones y acciones de integración con los sistemas estructurantes,
- ✓ Compilación de los estudios de soporte (ambientales y de movilidad).

#### 4.8 DISEÑO ESTRUCTURAL ÁREA COMERCIAL DE PIEDECUESTA

El análisis y diseño estructural se realizará de acuerdo con la Norma NSR-98 y demás reglamentaciones vigentes en la ciudad de Bucaramanga y comprende, entre otros, los siguientes aspectos:

- i. Evaluación de cargas de gravedad e iniciales y análisis de las estructuras en el computador, mediante los modelos matemáticos correspondientes.
- ii. Diseño de los elementos estructurales que conforman las edificaciones, teniendo como soporte los resultados arrojados por el computador, los cuales se comprueban mediante métodos aproximados manuales que garantizan la idoneidad de los resultados obtenidos electrónicamente.
- iii. Análisis y diseño de la cimentación teniendo en cuenta las recomendaciones del estudio de suelos.
- iv. Elaboración de planos constructivos de los elementos estructurales y no estructurales para las estructuras en concreto y mampostería.
- v. Recomendaciones de construcción con el planteamiento de procesos constructivos que se ajusten a las condiciones geotécnicas y de diseño.
- vi. Elaboración de memorias de cálculo con todos los detalles que justifiquen los diseños.
- vii. Cuantificación de las cantidades de concreto y acero de la estructura.

Los productos a entregar serán

- a. Elaboración de memorias de cálculo con todos los detalles que justifiquen los diseños.
- b. Cuantificación de las cantidades de concreto y acero de la estructura.

Se estima que el área comercial, incluyendo área de parque automóviles y áreas comunes sea de 14.250 metros cuadrados, sin embargo esta área es una aproximación y debe ser verificada en el proyecto final y el reglamento de propiedad horizontal.

## 5 TIEMPO DE EJECUCIÓN Y VALOR DE LA PROPUESTA

### 5.1 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución total de la propuesta será de cinco (5) meses.

### 5.2 VALOR DE LA PROPUESTA

No	Item	Und	Cant	Valor Unitario	Factor Multip.	Valor Total
1	Estudio Tráfico Portal Girón - Bahondo	Gl.	1	21.476.949	1.22	\$ 26.201.878
2	Diseño vía pretroncal - Portal de Girón - Avenida Los Caneyes - Bahondo	Km	3	39.562.801	1.22	\$ 144.799.850
3	Puentes peatonales adyacentes al puente vehicular sobre el Río de Oro	Un	2	11.303.657	1.22	\$ 27.580.924
4	Plan de manejo ambiental vía pretroncal - Portal de Girón - Avenida Los Caneyes - Bahondo	Gl.	1	39.562.801	1.22	\$ 48.266.617
5	Estudio hidráulico Quebrada El Macho	Gl.	1	30.519.875	1.22	\$ 37.234.247
6	EDARFI de los predios de la estación de transferencia de Provenza Oriental y del Portal del Norte	Un.	2	73.473.773	1.22	\$ 179.276.005
7	Planes de implantación de las estaciones de transferencia de Provenza Oriental, Occidental y del Portal del Norte	Un	3	47.475.361	1.22	\$ 173.759.820
8	Diseño Estructural Postensado Area Comercial de Piedecuesta	M2	14.250	9.326	1.22	\$ 162.124.118
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 799.243.460</b>

El valor total de la presente propuesta es: \$799'243.460.oo (Setecientos noventa y nueve millones doscientos cuarenta y tres mil cuatrocientos sesenta pesos).

Nota: La UIS no factura IVA, Según Ley 223 de 1995 artículo 13 se encuentra excluida del IVA

El análisis del factor multiplicador aplicado en la siguiente propuesta es:

No	Item	Porcentaje
1	Estampilla de previsión social municipal	0.50%
2	Estampilla de pro cultura municipal	0.50%
3	Estampilla de pro anciano municipal	0.50%
4	Estampilla pro hospitales departamental	2.00%
5	Estampilla pro desarrollo departamental	2.00%
6	10% Valor Estampillas Departamentales - Ordenanza 012/05 y Decreto 005/06	0.40%
7	Póliza	0.15%
8	Publicación en la gaceta	0.25%
9	Resolución Rectoral UIS para fondos especiales	11.00%
10	Impuesto del 4x mil	0.40%
	Suman	17.70%

Factor Multiplicador	1.22
----------------------	------

## ANEXO

### UBICACIÓN DE LOTES DE ACUERDO CON EL ESTUDIO DE MICROZONIFICACION SISMICA REALIZADO POR INGEOMINAS PARA EL AMB

#### 1. LOTE DEL NORTE: Ubicado en Ciudad Norte (Colseguros)

##### Zona de Ubicación 8 A

###### Características

Zona susceptible a deslizamientos en el Norte de Bucaramanga

###### Descripción General

En esta zona se incluyen las áreas del bloque hundido y erosionado del abanico de Bucaramanga al norte de la Meseta, la cual presenta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos de tierra de gran magnitud. El área susceptible a deslizamientos en la zona norte de la meseta de Bucaramanga se encuentra localizada al norte, nororiente y noroeste del escarpe norte de la Meseta e incluye las siguientes áreas: Ciudad Norte desde la Universidad Industrial de Santander hasta el valle del río Suratá, ladera nororiental del Norte de Bucaramanga desde el barrio Los Pinos hasta Bosconia, ladera noroccidental del Norte de Bucaramanga desde el barrio María Paz hasta el valle del río de Oro, en esta zona no está incluido el sector del barrio Kennedy.

La morfología en general corresponde a laderas de alta pendiente con cauces de quebradas relativamente profundas y el sector de Ciudad Norte corresponde a un gran deslizamiento cuya corona principal presenta fuertes pendientes la cual se va suavizando en dirección del río Suratá.. Litológicamente la zona corresponde en su mayor parte al miembro Organos (Qbo) removido de la formación Bucaramanga.

###### Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a gravas arenos arcillosas, con gran cantidad de cantos redondeados, correspondientes al miembro Organos.

Aparecen niveles freáticos poco profundos conformando un acuífero, colgado sobre un manto profundo de suelos arcillosos.

#### Problemas geotécnicos

La zona 8A presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Deslizamientos de tierra por saturación en épocas de lluvias.
- Deslizamientos de tierra activados por sismos.
- Agrietamiento por movimiento del terreno .

#### Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda realizar un estudio detallado de amenaza por fenómenos de remoción en masa que permita diseñar e implementar programas de estabilización, manejo y control de las áreas ocupadas por asentamientos humanos.

#### 2. LOTE GIRON:

El sitio seleccionado para la estación estará ubicado en el llamado anillo vial, en el sitio de entrada y salida al antiguo casco urbano de Girón por la avenida Los Caneyes, en lote ubicado sobre el costado sur de esta conjunción vial, delimitado al norte por la vía del anillo vial y salida de la Avenida Los Caneyes hacia este y al sur por las viviendas de la Urbanización San Jorge. Es muy probable que hacia el oriente se extienda hasta el retorno vial que en este punto ofrece el anillo vial.

#### Zona de Ubicación 6 A

##### Características

## Valles Aluviales de Los Ríos y Quebradas Principales

### Descripción General

Localizada sobre los valles y llanuras de los ríos de Oro, Suratá, Frío y algunas quebradas importantes. Más específicamente la zona se encuentra en: Valle del río de Oro y sus quebradas afluentes desde Piedecuesta hasta el Café Madrid, valle del río Suratá desde Bosconia hasta el Café Madrid, valle medio de la quebrada La Loma, valle de la quebrada de La Iglesia desde el Viaducto Benjamín García Cadena hasta Chimitá, valle de la quebrada Chimitá, valle del río Frío y sus quebradas afluentes desde la urbanización Bucarica hasta Castilla Real, valles del río Lato, quebrada La Estancia y otros cauces menores (Figura 3.25).

El drenaje de mayor influencia esta referido a los ríos de Oro y Frío, responsables de la depositación de los depósitos aluviales y de las diferentes terrazas que se encuentran en ambos márgenes de sus cauces, sobre las cuales es frecuente el desarrollo de cultivos y vegetación de poca altura representada por rastrojos. Las geoformas asociadas a esta zona corresponden a la planicie de inundación y al lecho de los principales drenajes mencionados, presentando topografía plana y pendientes suaves hacia las terrazas. Esta zona está formada por los depósitos aluviales principales y terrazas (Qal, Qal<sub>1</sub> y Qal<sub>2</sub> ).

### Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas limpias, gravas y arenas limosas en mantos subhorizontales; a diferentes profundidades, según el sitio, aparecen suelos duros o rocas.

Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles de agua en las cañadas, quebradas y ríos aledaños.

### Problemas geotécnicos

La zona 6A presenta los siguientes problemas geotécnicos:

- Presencia de mantos de suelos sueltos no consolidados, los cuales pueden asentarse.
- Baja capacidad de soporte de los depósitos aluviales recientes.
- Áreas de suelos potencialmente licuables.

- Heterogeneidad en los materiales de fundación por presencia de paleocanales.
- Erosión debida a la dinámica de los ríos y quebradas.

#### **Observaciones Especiales**

- Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se deben construir las obras de control, estabilización y manejo.
- Todas estas áreas son potencialmente inundables, además de los estudios de geotecnia, se debe determinar en detalle la amenaza por inundación, antes de cualquier construcción o desarrollo.

### **3. PIEDECUESTA**

La estación estará ubicada en la margen derecha (occidental) de la autopista Floridablanca-Piedecuesta, a continuación del punto de arranque de la vía que desciende hacia Guatiguará

#### **Zona de Ubicación 5**

##### **Características**

Flujos de Escombros del Piedemonte del Macizo de Santander

##### **Descripción General**

Se localiza al sur occidente del área de estudio y sobre esta se encuentran las siguientes localidades: Sector urbano antiguo de Floridablanca, sector carabineros en Floridablanca, valle Floridablanca – Piedecuesta, sector urbano antiguo de Piedecuesta, valles del río Lato de Guatiguará y Barroblanco en Piedecuesta (Figura 3.18).

El drenaje es dendrítico a subparalelo con profundidad baja, la morfología corresponde a pendientes moderadas, inclinadas, que se suavizan hacia el extremo occidental de los municipios

de Floridablanca y Piedecuesta. La litología corresponde principalmente a los Flujos de Escombros (Qfe) provenientes de abanicos formados por la acumulación de material, arrastrado por los ríos y quebradas provenientes de la parte alta y media del Macizo de Santander y también se incluyen, al oriente y nororiente de Piedecuesta, algunos sectores puntuales donde afloran rocas sedimentarias de la Formación Jordán (Jj).

#### **Características geotécnicas**

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, no cementadas, arenas limosas y mantos de conglomerado de los flujos de Escombros. Los niveles freáticos son poco profundos.

#### **Problemas geotécnicos**

La zona 5 no presenta problemas geotécnicos de gran magnitud, pero existen algunas limitaciones geotécnicas entre las cuales se indican las siguientes:

- Heterogeneidad del perfil de suelo.
- Niveles freáticos poco profundos.
- Capacidades de soporte bajas en los sectores de materiales no consolidados.
- Erosión en cárcavas de mediana magnitud.

#### **Observaciones Especiales**

- Previamente a la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que permitan determinar las limitaciones geotécnicas de cada sitio en particular y se construyan las obras de control, estabilización y manejo.

#### **4. PROVENZA**

##### **PROVENZA OCCIDENTAL**

El sitio seleccionado para la estación estará ubicado en la paralela occidental de la autopista Bucaramanga – Piedecuesta, unos 200 metros antes del puente de Provenza.

### Zona de Ubicación 3 A

#### Características

##### Limos Rojos del Abanico Aluvial de Bucaramanga

###### Descripción General

Corresponde a la zona más urbanizada de Bucaramanga (sector no erosionado), e incluye los barrios del Tejar, Diamante y Provenza hasta el barrio El Bosque

El drenaje es subparalelo y la zona está asociada a una geoforma de origen aluvial que corresponde a un gran abanico, de baja pendiente sobre el cual se encuentra cimentada la ciudad de Bucaramanga. Este sector se encuentra conformado por el miembro Limos Rojos (Qblr) de la formación Bucaramanga.

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos; estos suelos presentan generalmente cohesiones y capacidades de soporte altos.

#### Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos; estos suelos presentan generalmente cohesiones y capacidades de soporte altos. Como se comentó inicialmente, corresponde a la zona de donde se encuentra el mayor asentamiento humano de la ciudad y por tanto, la zona donde se han realizado la mayoría de los estudios de suelos. En una primera etapa, se intentó obtener un par de perfiles típicos del sector; a partir del SPT y propiedades índices.

#### Problemas geotécnicos

- A profundidades generalmente superiores a los 5 metros aparecen niveles freáticos localizados por encima de los mantos arcillosos o de finos del abanico de Bucaramanga. Estos niveles

freáticos afloran en el pié de los escarpes verticales, en el perímetro de la meseta, generando focos de erosión acelerada.

- Esta zona no presenta limitaciones geotécnicas importantes, sin embargo, debe tenerse en cuenta que en algunos sectores los niveles freáticos se encuentran poco profundos y algunas áreas han sido rellenadas con suelos sueltos y basuras.

#### Observaciones Especiales

- Teniendo en cuenta que esta área está siendo utilizada para la construcción de edificios en altura con sótanos profundos, se recomienda establecer normas y procedimientos constructivos para el manejo de estas excavaciones.
- Se recomienda identificar áreas de relleno con suelos sueltos o basuras y regular su utilización para obras de ingeniería.

### 5.1 PROVENZA ORIENTAL

#### Zona de Ubicación 3 B

##### Características

Escarpes de la Meseta de Bucaramanga

##### Descripción General

La zona se encuentra localizada en la corona de los escarpes del Abanico de Bucaramanga, siguiendo una línea continua a lo largo del perímetro de la zona 3A e incluye las áreas junto al escarpe occidental de Bucaramanga y los sectores de los barrios localizados sobre éste. El ancho de esta franja es de mínimo 100 metros medidos desde la cabeza de los taludes perimetrales del Abanico.

La morfología de la zona corresponde en la parte mas superior a una zona plana, inclinada de baja pendiente, que hacia el sector más inferior pasa a escarpes semiverticales o taludes de alta pendiente. Geológicamente la zona 3B está conformada por una parte de los miembros Limos Rojos (Qblr) y Gravoso (Qbg) pertenecientes a la formación Bucaramanga.

### Características geotécnicas

Los suelos subsuperficiales corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos. En razón a la morfología de los escarpes, estos suelos presentan una alta susceptibilidad al agrietamiento cosísmico. En el pie de los taludes verticales se presentan afloramientos de agua de los niveles freáticos del abanico sobre los mantos arcillosos o de finos.

### Problemas geotécnicos

En la zona escarpada se presentan problemas geotécnicos de gran magnitud, entre los cuales se incluyen las siguientes:

- Agrietamiento cosísmico de la superficie del suelo.
- Deslizamientos de tierra.
- Avance de las cárcavas de erosión.

### Observaciones Especiales

- Las características geológicas, geotécnicas y morfológicas de estas áreas no permiten garantizar la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Por lo tanto, cualquier edificación u obra de infraestructura que se localice en esta área, estará en grave peligro de ser afectada severamente por procesos de inestabilidad del terreno.
- Se recomienda continuar con el programa iniciado por la CDMB de conformación de una zona de amortiguación a los procesos de erosión en todo el perímetro del escarpe vertical de la meseta de Bucaramanga.
- Se recomienda realizar estudios tendientes a determinar las zonas amenazadas por deslizamientos y diseñar y construir las obras de estabilización y control. El programa del plan maestro de control de erosión, debe continuarse hasta lograr la estabilización de los taludes que representen peligro para los asentamientos humanos localizados en las áreas cercanas a los escarpes.

## 5. CAÑAVERAL

La Estación Cañaveral está localizada en las Zonas **9** y **1A**.

### Descripción General

La Estación de Cañaveral está dentro de una zona definida por la segunda fase del Estudio de Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga, y realizado por Ingeominas como Zona 1, Rocas, que corresponde a depósitos de roca, roca blanda y/o suelos residuales competentes sobre manto rocoso y cualquier depósito que se pueda considerar como roca pura; en este caso la litología del sector corresponde a la Formación Girón (Jj). Dentro del predio objeto del estudio se ha llevado a cabo la colocación de material con el fin de facilitar la apertura de vías, construcción de infraestructura para fines de explanación de terreno para la construcción de las obras que en el sector se encuentran establecidas. El sector está totalmente cubierto por los servicios públicos, es decir alcantarillado, agua, luz, gas y teléfono.

La zona 9 que corresponde a Rellenos sueltos descansa sobre la Zona 1A, correspondiente a Rocas Sedimentarias con pendientes moderadas a bajas, lo cual facilita el tipo de obra prevista para la estación de Cañaveral, en la que se prevé el retiro de tal material.

### Zona de Ubicación 9

#### Características

Rellenos Sueltos

#### Características geotécnicas

En esta zona se incluyen las áreas de rellenos de suelos sueltos y basuras. Las áreas correspondientes a la **Zona 9**, se encuentran localizadas en una gran cantidad de sitios del Área Metropolitana de Bucaramanga.

#### Problemas geotécnicos

- Asentamientos por colapso de los rellenos al saturarse.
- Asentamientos por densificación en los eventos sísmicos.

- Susceptibilidad a los deslizamientos y a la erosión acelerada.
- Amplificación muy fuerte de la onda sísmica.

#### **Observaciones Especiales**

- El bajo comportamiento geomecánico de los llenos sueltos, constituye un peligro evidente para las construcciones que, sobre ellos, se apoyen. Cualquier edificación u obra civil que se ubique en estos llenos, puede verse afectada en forma severa por los procesos geotécnicos ya citados, que pueden ser lentos y continuos, como asentamientos desfavorables, o eventos intempestivos como sismos, por ejemplo, que pueden llevar al colapso de las estructuras.
- Específicamente para los rellenos sanitarios no se garantiza la estabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Cualquier construcción en esta zona contribuiría a desarrollar problemas relacionados con la estabilidad y salud pública.

#### **Zona de Ubicación 1A**

##### **Características**

##### **Rocas sedimentarias con pendientes moderadas a bajas**

##### **Características geotécnicas**

Esta zona consta de rocas sedimentarias constituidas por intercalaciones de niveles duros (areniscas y conglomerados) y blandos (lodolitas, arcillolitas y limolitas) de la formaciones Jordán (Jj), Girón (Jg) y Tambor (Kita), con suelos residuales en zonas de topografía semiplana y ondulada de pendientes inferiores al 20%.

##### **Problemas geotécnicos**

- La zona presenta algunas limitaciones geotécnicas que pueden ser controladas con diseños adecuados y obras de ingeniería, entre las cuales se mencionan las siguientes:
- Baja capacidad de soporte de los suelos subsuperficiales.
- Variabilidad de la profundidad del perfil de suelo residual.
- Pendientes altas junto a las cañadas.
- Depósitos de suelos limosos sueltos en pequeños valles junto a las cañadas.

- Materiales de baja competencia geotécnica, como depósitos de arcillas y turbas en lagos de tamaño pequeño a mediano.

#### **Observaciones Especiales**

- Estas áreas presentan buenas condiciones geotécnicas para desarrollos urbanísticos con las limitaciones indicadas.
- En las construcciones en roca que impliquen excavaciones en este tipo de material, se deberá evaluar los mecanismos de falla cinemáticamente probables.