

**“ESTUDIO PATOLOGICO DE LA VIA CAÑOS NORTE, SECTOR LA CARBONERA,
MUNICIPIO DE GIRARDOT”**

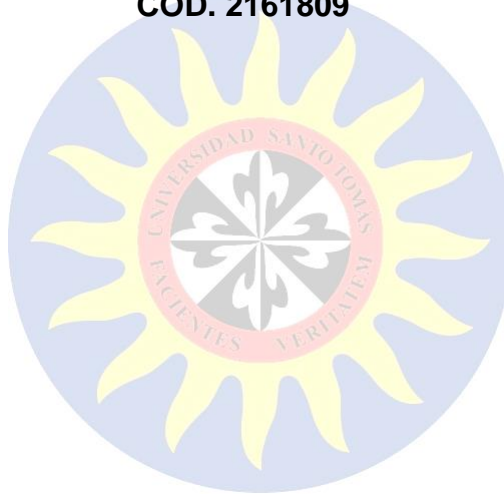
ESTUDIANTE

ING. WILLIAM ALBERTO JIMENEZ AREVALO

COD. 2171793

ADM C. OSCAR LEONARDO PINEDA SABOYA

COD. 2161809



**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTÁ, D. C.**

2017

**“ESTUDIO PATOLOGICO DE LA VIA CAÑOS NORTE, SECTOR LA CARBONERA,
MUNICIPIO DE GIRARDOT”**

ESTUDIANTE

ING. WILLIAM ALBERTO JIMENEZ AREVALO

COD. 2171793

ADM C. OSCAR LEONARDO PINEDA SABOYA

COD. 2161809

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA COMO
PATOLOGO DE LA CONSTRUCCION**

ASESOR

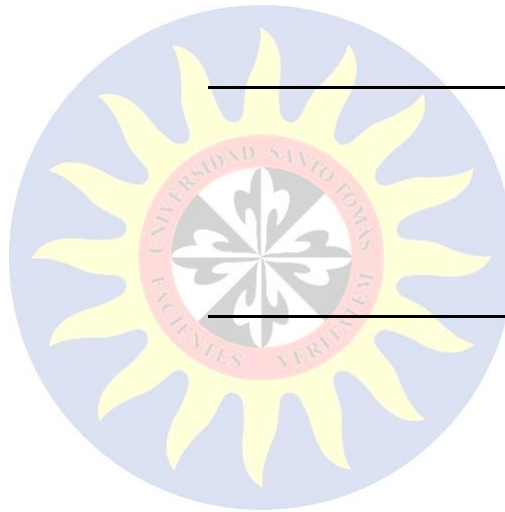
ING. CARLOS ALEJANDRO RIVERA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
BOGOTÁ, D. C.**

2017

Nota de aceptación

Presidente del Jurado



Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 09 de agosto de 2017

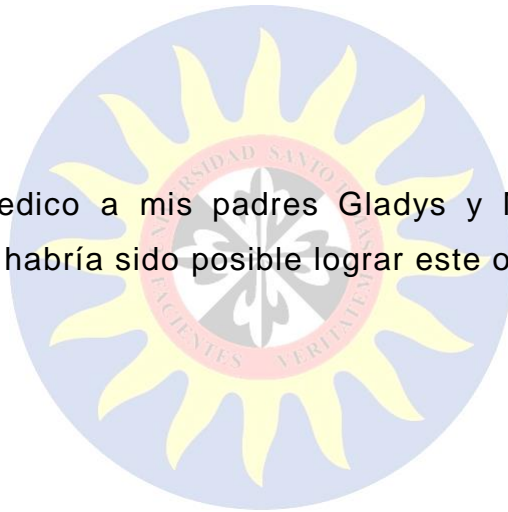
AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo a Dios, a mi familia mis seres queridos y en especial a mi madre, quien con su paciencia y apoyo estuvo siempre a mi lado motivándome, para alcanzar esta meta.

William

El presente TPI, lo dedico a mis padres Gladys y Marcos, a mi Hermana Milena, sin ustedes no habría sido posible lograr este objetivo.

Oscar



CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION
3. OBJETIVO GENERAL
- 3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS
4. METODOLOGIA
- 4.1 SELECCIÓN DEL PACIENTE
- 4.2 PREPARACION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO
- 4.2.1 SECUENCIA METODOLÓGICA
- 4.2.2 PREPARACIÓN DE FORMATOS PARA EL LEVANTAMIENTO Y RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN
- 4.2.3 FORMA DE ALMACENAR Y TABULAR LA INFORMACIÓN
- 4.2.4 ALCANCES DE LA INSPECCIÓN
- 4.2.5 SERVICIOS ESPECIALIZADOS
- 4.2.6 INFORMACIÓN EXISTENTE
5. HISTORIA CLINICA
- 5.1 DATOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO
- 5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAÑO MIRAFLORES
6. PATOLOGIAS ENCONTRADAS A LO LARGO DEL TRAZADO VIAL
- 6.1 FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (FL, FT)
- 6.2 HUNDIMIENTO (HUN, UNIDAD DE MEDIDA M2)
- 6.3 PIEL DE COCODRILO (PC).
- 6.4 PÉRDIDA DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA
- 6.4.1 DESCASCARAMIENTOS (DC, UNIDAD DE MEDIDA M2)
- 6.5 BACHES (BCH, UNIDAD M2)
- 6.6 PARCHE (PCH)
- 6.7 DAÑOS SUPERFICIALES
- 6.7.1 CABEZAS DURAS (CD)
7. GEOLOGÍA
- 7.1 TERCIARIO INDIFERENCIADO, (T)
- 7.2 FORMACIÓN SANTA TERESA (TMST)

- 7.3 CUATERNARIO. DEPÓSITO DE TERRAZA (QT)**
- 7.4 GEOMORFOLOGÍA**
- 8. INVESTIGACION DEL SUBSUELO VIA CAÑOS DEL NORTE**
 - 8.1 TRABAJOS DE CAMPO**
 - 8.2 TRABAJOS DE LABORATORIO**
 - 8.3 ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO VIA CAÑOS DEL NORTE**
 - 8.4 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**
 - 8.4.1 ESTRATO NO. 1 - 0.00 A 0.60 M – RELLENO ANTRÓPICO**
 - 8.4.2 ESTRATO NO. 2 - 0.60 A 2.10 M – ARCILLA Y LIMO CON ARENA**
 - 8.4.3 ESTRATO NO. 3 – 2.10 A 3.10 M – ARCILLA Y LIMO CONSISTENCIA BLANDA**
 - 8.4.4 ESTRATO NO. 4 – 3.10 A 4.50 M – ARENA, ARCILLA Y LIMOS**
 - 8.4.5 ESTRATO NO. 5 – 4.20 A PROFUNDIDAD MÁXIMA AVANZADA**
 - 8.5 REGISTRO FOTOGRAFICO DE APIQUE S Y MATERIALES HALLADOS**
 - 8.6 EVALUACION GEOTECNICA**
 - 8.6.1 FUNDACIÓN DE ESTRUCTURAS**
 - 8.7 DISEÑO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS**
 - 8.8 ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO**
- 9. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES VIA CAÑOS DEL NORTE**
- 10. INVENTARIO AMBIENTAL – DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO**
 - 10.1 MEDIO FÍSICO**
 - 10.1.1 COMPONENTE AIRE**
 - 10.1.2 SITUACIÓN GEOLÓGICA**
 - 10.1.3 ESTADO GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA**
 - 10.1.4 HIDROGRAFÍA**
 - 10.1.5 CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**
 - 10.1.6 RÍO BOGOTÁ**
 - 10.1.7 TASAS Y CAUDALES DE DEMANDA Y VERTIMIENTO**
 - 10.1.8 CUENCAS MARCADAS POR ZANJAS NATURALES**
- 11. DIAGNOSTICO**
- 12. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES DE INTERVENCION**
- 13. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INTERVENCION EN EL CANAL DE MIRAFLORES**

13.1 CONSTRUCCIÓN

13.2 DISPOSICIÓN DE SOBANTES

**13.3 EXCAVACIONES PARA LA CONFORMACION DE LA SUBRASANTE CON
CLASIFICACION DE MATERIALES**

13.3.1 DESCRIPCIÓN

13.3.2 CLASIFICACIÓN

13.3.3 CONSTRUCCIÓN

13.4 SUB-BASE GRANULAR

13.4.1 DESCRIPCION

13.4.2 MATERIALES

13.4.3 GRANULOMETRÍA

13.4.4 CONSTRUCCION

13.5 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

13.5.1 COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN

13.5.2 TOLERANCIAS

13.5.3 CONTROL

13.5.4 CONSERVACION

13.5.5 MEDIDAS Y PAGOS

13.6 BASE GRANULAR

13.6.1 DESCRIPCION

13.6.2 MATERIALES



13.6.3 GRANULOMETRÍA

13.6.4 AGREGADO GRUESO

13.6.5 SOLIDEZ

13.6.6 DESGASTE

13.6.7 LÍMITES DE CONSISTENCIA

13.6.8 CBR DEL MATERIAL

13.6.9 UNIFORMIDAD DEL MATERIAL

13.6.10 CONSTRUCCIÓN BASE

13.6.10.1 EQUIPOS

13.6.10.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA SUB-BASE

13.6.10.3 COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN

13.6.10.4 TOLERANCIA

13.6.10.5 CONTROL

13.6.10.6 CONSERVACION

13.6.10.7 MEDIDAS Y PAGOS

13.6.11 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE.

13.6.11.1 LISURA

13.6.11.2 PROTECCIÓN DE LA SUBRASANTE MEJORADA

14. SIEMBRA DE GRAMA

14.1 DESCRIPCIÓN

14.2 MATERIALES

14.3 CONSTRUCCIÓN

14.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO

14.5 SIEMBRA

14.6 MANTENIMIENTO

14.7 MEDIDAS Y PAGOS

15. PLANTACION DE ARBOLES

15.1 DESCRIPCIÓN

15.2 MATERIALES

15.3 TRASPLANTES Y SIEMBRA

15.4 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN



15.5 MEDIAS Y PAGOS

16. REFERENCIAS A LAS NORMAS INVIAS 2013 Y LAS APLICABLES A GIRARDOT

17. ALCANCES Y LIMITACIONES

17.1 ALCANCES

17.2 JUSTIFICACIÓN DE CADA ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN

17.3 LIMITACIONES

18. PROCESO CONSTRUCTIVO

19. CONCLUSIONES

20. BIBLIOGRAFIA

21. LISTA DE ANEXOS

22. INDICE DE TABLA

- TABLA N°1 - DATOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO
- TABLA 2.LOCALIZACIÓN DE FISURAS LONGITUDINAL
- TABLA 3 LOCALIZACIÓN DE HUNDIMIENTOS
- TABLA 4.LOCALIZACIÓN PIEL DE COCODRILO
- TABLA 5.LOCALIZACIÓN BACHES
- TABLA 6. LOCALIZACIÓN PARCHE
- TABLA 7. LOCALIZACIÓN DAÑOS SUPERFICIALES
- TABLA 8 LOCALIZACIÓN PERFORACIONES
- TABLA 9 NIVELES FREÁTICOS
- TABLA 10. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD TAYLOR–RELLENO ANTRÓPICO
- TABLA 11 SECCIONES DE ANÁLISIS
- TABLA 12 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD–CONDICIONES NORMALES
- TABLA 13 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD–CONDICIONES CRÍTICAS
- TABLA 14 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS
- TABLA 15 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD–CONDICIONES NORMALES
- TABLA 16 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD–CONDICIONES CRÍTICAS DISPONIBLES.
- TABLA 17 RESUMEN DE VALORES MEDIOS MENSUALES - VARIABLES CLIMATOLÓGICAS ESTACION AEROPUERTO SANTIAGO VILA
- TABLA 18. APTITUD DE USO DE LOS SUELOS
- TABLA 19. EVALUACION DE LOS RIESGOS EN EL PROYECTO
- TABLA No.20 GRADACIÓN

23. INDICE DE FOTOGRAFIAS

- FOTO 1 Canal revestido (K0+046)
- FOTO 2 Muros colapsados (K0+000)
- FOTO 3 Socavación en muros fracturados
- FOTO 4 Canal revestido (K0+335)
- FOTO 5 Características del canal en el sector
- FOTO 6 Acumulación de basuras a lo largo de la vía
- FOTO No.7 Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida m)
- FOTO 8 Hundimientos (HUN, Unidad de medida m2)
- FOTO 9 PIEL DE COCODRILO (PC Unidad de medida m2)
- FOTO 10 Descascaramiento (DC, unidad de medida m2). Km 0+250
- FOTO 11 Baches (BCH, unidad m2).
- FOTO 12 Parche (PCH, unidad de medida m2)
- FOTO 13 Cabezas duras (CD unidad de medición m2)
- FOTO 14. Instalación de equipos y perforación capa de pavimento, para dar inicio a los ensayos, para determinar el LL, LP, IP, IC, humedad natural, contenido de finos y clasificación
- FOTO 15. Afloramiento de agua sondeo 8 y 9, no se encontrándose material de base en la parte superior
- FOTO 16. Inicio de la inserción de los tubos shelvy, para determinar el perfil estratigráfico
- FOTO 17. Muestra del material, limo con arcilla, algo de arena fina, trazas orgánicas, carmelita, humedad baja.
- FOTO 18. Arcilla limosa carmelita, consistencia media, plasticidad baja
- FOTO 19. Arcilla con limo, carmelita rojizo, humedad media
- FOTO 20. Arcilla con limo, gris carmelita, humedad media
- FOTO 21. Alto contenido de agua que sale por el tubo shelby

24 INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1 Localización de las perforaciones
- FIGURA 2 Estimación de parámetros de resistencia para el relleno antrópico
- FIGURA 3 Estimación de parámetros de resistencia para arena, arcilla y limo
- FIGURA 4 Localización en planta de las secciones de análisis
- FIGURA 5 Secciones de análisis
- FIGURA 6 Resultados del análisis de estabilidad perfil P-01
- FIGURA 7 Ubicación de la línea de inestabilidad
- FIGURA 8 Carta de diseño cimentación
- FIGURA 9 Localización del proyecto
- FIGURA 10 Localización satelital del proyecto
- FIGURA 11 Tramo A
- FIGURA 12 Tramo B
- FIGURA 13 Tramo C
- Figura 14 Tramo D
- Figura 15 Áreas necesarias para desarrollar el diseño
- FIGURA 16 Tramo Peatonal Tipo
- FIGURA 17 Tipos de puntos
- FIGURA 18 Tramo tipo de ciclo ruta

25. GLOSARIO

RESUMEN

El presente TPI, va orientado a recopilar información de las diferentes fallas que afectan la vía construida sobre el talud del canal de aguas lluvias, comprendida entre la carrera décima hasta el sector denominado la carbonera, en el municipio de Girardot, Departamento de Cundinamarca; vía que se encuentra actualmente deteriorada, por lo anterior se implementaron los conceptos adquiridos a través de la formación como patólogos de la construcción, realizando inspecciones, análisis, y ensayos de laboratorio necesarios para determinar el estado y comportamiento de las diferentes capas que componen la vía. Dichos ensayos determinaron el estado, las afectaciones y las características de los materiales frente al cumplimiento de la norma INVIAS 2013, para lo cual se realizaron algunos ensayos como: humedad natural, SPT, resistencia al corte, Límite líquido, Índice de plasticidad, de acuerdo a los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales según la Norma INVIAS 2013, al ser utilizados para afirmado, Sub-bases granulares y Bases granulares, en los diferentes proyectos viales y determinando su clasificación y aplicabilidad.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo proyecto de investigación TPI, muestra los diferentes análisis conducentes a precisar las distintas fallas que presenta la vía, guiada a través de resultados que arroja el estudio de suelos, la investigación del subsuelo y los aspectos geotécnicos generales de la vía construida sobre el Canal de Miraflores.

La vía construida sobre el Canal de Miraflores se encuentra localizada dentro del área urbana del Municipio de Girardot, paralelo a la Calle 34, comprendido aproximadamente desde la Carrera 10 hasta el sector denominado la carbonera, presenta una longitud cercana a los 1317.5 metros.

La vía objeto de estudio presenta en general una topografía relativamente plana y suavemente ondulada, cubierta abundante vegetación de porte medio y bajo, sin mantenimiento, con profusión de basuras y detritos de demolición en sus márgenes.

Paralela a la vía existe un canal de conformación típica trapezoidal, el cual se encuentra revestido en concreto una longitud de 750 m, los restantes 567.50 m se presentan expuestos al flujo de agua, con niveles de erosión y socavación relativamente bajos, sin embargo, los hombros del canal tienen alta susceptibilidad a presentar fenómenos inestabilizantes, que están relacionados con el deficiente drenaje y la infiltración de aguas superficiales.

2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Las vías son el medio de transporte más utilizado para desplazarse de un lugar otro, de ahí la importancia de tener un sistema vial en perfecto estado, que ofrezca seguridad y comodidad a los conductores.

La vía de dos calzadas, localizada y construida sobre el talud de “los caños del norte”, viene presentando fallas integrales, donde se hace necesario e importante realizar investigaciones de tipo vial, geotécnico, con el fin de determinar e implementar estrategias tendientes a brindar soluciones, garantizando y reduciendo los impactos negativos presentados en la vía de los caños del norte, en miras a fortalecer el servicio de movilidad para la cual fue diseñada.

Es de mencionar, que las fallas estructurales presentadas en la vía caños del norte, se deben al parecer por las propiedades de los materiales. Por lo anterior, el presente TPI, permite a los futuros patólogos de la universidad Santo tomas potencializar sus habilidades, capacidades adquiridas y así realizar un diagnóstico y presentación de recomendaciones en la estructuración de una propuesta para la intervención de las fallas que presenta actualmente no solo esta vía, sino dar respuesta al sistema vial nacional.

3. OBJETIVO GENERAL

Determinar un diagnóstico acerca de las causas en las fallas de estabilidad y hundimiento de la banca que presenta la vía caños del norte, construida sobre el talud, comprendida entre la carrera décima y el sector de la carbonera, en el municipio de Girardot.

3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los puntos de falla estratégicos y representativos que vienen afectando la estabilidad de la vía.
- Establecer si las fallas del talud afectan directa o indirectamente la estabilidad de la vía.
- Organizar un archivo fotográfico del estado actual de la vía, que sirva como referente para el análisis de las lesiones a lo largo de la vía.
- Realizar estudios técnicos a través de ensayos de laboratorio que permitan determinar el estado de los materiales y las fallas de la vía.
- Realizar una evaluación de las condiciones estructurales de la vía, ante la normatividad actual.
- Proponer alternativas de intervención para aumentar la vida útil de la vía.

4. METODOLOGIA

4.1 SELECCIÓN DEL PACIENTE

Se seleccionó la vía caños del norte, que desde la carrera 10 converge al sector denominado la carbonera, para el estudio de patología, debido a la importancia para la movilización de los habitantes del sector hacia los barrios del norte, la poca afectación ambiental y que de alguna manera se pueden colocar en práctica los conocimientos adquiridos como futuros patólogos y como opción de grado.

La vía del canal de Miraflores, cumple con los parámetros exigidos para ser tomada como paciente, los cuales son:

- La vía presenta un grado de deterioro alto, presentando una serie de lesiones a lo largo de su trazado.
- El acceso a la vía, es público y para la toma de datos, ensayos y registros es inconveniente y no restringe de alguna manera la investigación.

4.2 PREPARACION Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

4.2.1 SECUENCIA METODOLÓGICA

- Revisión de la información existente:
- Definición de las características geológicas de la zona por donde converge la vía caños del norte.
- Investigación del subsuelo
- Evaluación y valoración geotécnica
- Diseños arquitectónicos del canal

En la elaboración del presente TIP, se tuvo en cuenta los lineamientos de la norma INVIAS 2013, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000, adicionalmente, se siguieron los requisitos establecidos en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), Ley 400 de 1997, cumpliéndolos hasta donde resultan aplicables, en especial, el alcance de la exploración.

4.2.2 PREPARACIÓN DE FORMATOS PARA EL LEVANTAMIENTO Y RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- Información General
- Diagnóstico inicial
- Formato de lesiones
- Formato de análisis
- Formato de resultados



4.2.3 FORMA DE ALMACENAR Y TABULAR LA INFORMACIÓN

La información se recopilara en campo y mediante la utilización de formatos se hará una compilación de datos, donde se identificarán los tipos de lesión, con el fin de obtener la información necesaria para elaborar un historia clínica.

4.2.4 ALCANCES DE LA INSPECCIÓN

Se realizaron apiques en la estructura de la vía, al igual que el levantamiento topográfico, para determinar el estado de los materiales que componen la estructura o si simplemente presenta fallas superficiales, con el fin de realizar la historia clínica, el diagnóstico para luego proponer las alternativas posibles de solución.

4.2.5 SERVICIOS ESPECIALIZADOS

- a) Personal Profesional
 - Asesor especialista en vías
 - Asesor de suelos

- b) Personal operativo
 - Topógrafo
 - Cadeneros

4.2.6 INFORMACIÓN EXISTENTE

Se encontró información regional en documentos publicados por INGEOMINAS (1997), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, Regional Girardot, el Instituto Geográfico Agustín. En el desarrollo del informe de nuestro TPI, se destacaron cada una de las referencias y documentos utilizados para complementar la información.

5. HISTORIA CLINICA

La historia clínica es un documento que surge de la necesidad de recoger toda la información necesaria para la correcta atención de los pacientes, donde se recoge toda la información con los aspectos que se consideren relevantes para poder dar un diagnóstico adecuado y la intervención más adecuada.

5.1 DATOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO

TABLA No.1

NOMBRE DEL PACIENTE	VÍA CAÑO DEL NORTE, CRA 10 HASTA LA CARBONERA, EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT.
FECHA DE CONSTRUCCION	35 AÑOS APROXIMADAMENTE
FECHA DE REALIZACION DEL ESTUDIO	16-04-2014 AL 25-04-2017
UBICACIÓN ASTRONOMICA	UBICACIÓN ASTRONÓMICA: 4.18.18 LATITUD NORTE Y 74.48.06 LONGITUD OESTE • ALTITUD: 289 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
ALTITUD	ALTITUD: 289 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL	33.3° C
TEMPERATURA MÁXIMA	38.3° C
TEMPERATURA MÍNIMA	29.3° C
HUMEDAD RELATIVA	66.38%
DISTANCIA A BOGOTÁ:	134 KM

5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAÑO MIRAFLORES

TABLA 2. Información previa aportada

Se realizó un análisis detallado de las características geotécnicas del canal, por parte de los especialistas, encontrando diferentes condiciones geométricas y de estabilidad del canal, como consecuencia se dividió el corredor vial por donde converge el canal en tres sectores:

Sector 1 Canal revestido

FORMACION PREVIA	INFORMACION APORTADA POR LOS ESTUDIANTES DEL TPI
Via en asfalto se desconoce las condiciones del suelo, volumen de tráfico bajo con combinación de vehículos, automóviles, camiones, autobuses	Historia Clínica, Inventario de Fallas
Sismicidad INTERMEDIA - NSR10	Diagnostico
Inventario Ambiental POT - Descripción del ambiente afectado	Topografía (Perfiles, Cortes)
NO EXISTEN Planos arquitectónicos:	Diseño y digitalización del trazado de la vía
NO EXISTEN Planos estructurales:	Render
NO EXISTEN Estudio (s) de suelos:	Presupuestos
NORMATIVIDAD; POT, NSR10, Ley 400, Norma INVIAS 2012	Realización de estudios de suelos (Partículas Fracturadas mecánicamente, Desgaste de los ángulos, Perdidas de ensayo de solidez, Índices de aplanamiento y alargamiento, CBR, I.P, Equivalente de arena
	Formatos de Inspección
	Medidas de Intervención

Sector 2 Canal revestido

Sector 3 Canal sin revestimiento

Sector 1. Canal revestido

Corresponde al tramo inicial del proyecto, donde se recoge gran cantidad de aguas lluvias del área urbana aledaña, mediante una canal rectangular con un revestimiento en concreto. Las dimensiones son relativamente pequeñas, oscilando entre 1.50 m de ancho y 1.20 m de profundidad. La longitud de este tramo es de 150 metros. En la FOTO 1 se aprecia su forma y características geométricas, además de dos puntales en madera que han colocado contra los muros, vecinos del sector para evitar el colapso.

Foto No.1



FOTO 2 Canal revestido (K0+046)

En este sector se encuentran varios problemas de estabilidad, más relacionados con deficiencias estructurales que con problemas geotécnicos. Estas han hecho colapsar los muros laterales, como muestra la FOTO 2.

FOTO No.3



FOTO 2 Muros colapsados (K0+000)

En algunos sectores contra el espaldar de los muros de la canal se presentan fracturas que ocasionan cárcavas por erosión, socavación y arrastre de materiales

Foto No.3



FOTO 3 Socavación en muros fracturados

Sector 2. Canal revestido

Finalizando el tramo anterior y hasta el K0+750 se encuentra el canal de forma trapezoidal, revestido en concreto, con anchos promedio de 10.5 y costados inclinados 40° con longitudes de 2.20 metros. La profundidad varía entre 3.50 y 4.00 metros contados desde el nivel de la vía hasta el fondo del canal y el ancho finaliza en 20 m aproximadamente.

A lo largo del canal se presentan fenómenos de inestabilidad de la banca de la vía y de los costados del canal. Estos fenómenos están asociados a la pérdida de confinamiento lateral y concentración de esfuerzos cortantes sobre los suelos superficiales, debidos a la excavación del canal y al efecto de las vibraciones de la vía que ocasionan deslizamientos de los costados del canal y fracturas en el pavimento. También han llevado al colapso y hundimiento de estructuras de contención.

Foto No.4



FOTO 4 Canal revestido (K0+335)

La colocación de rellenos para la vía directamente sobre el talud del canal y con baja compactación, ha aumentado la sobrecarga del talud ocasionando el colapso de los

suelos superficiales. La infiltración de agua en épocas de lluvia, satura los materiales y facilita el movimiento de los suelos sueltos en estos períodos.

Los rellenos superficiales son porosos y de mayor permeabilidad, lo cual genera formación de cárcavas en algunos sectores y acumulación de agua en los poros en otros, que sumados a la ausencia de confinamiento lateral, ocasionan hundimientos, desplazamientos del borde, corrimientos y deslizamientos a lo largo.

Sector 3. Canal sin revestimiento

A partir del K0+750 y hasta el final del canal Miraflores se encuentra el canal abierto sin ningún tipo de revestimiento, con anchos comprendidos entre 20 y 25 metros y con forma trapezoidal. La profundidad es variable entre 5.50 y 6.00 metros contados desde el nivel de la vía hasta el fondo del canal (FOTO 5)

Foto No.5



FOTO 5 Características del canal en el sector

Disposición inadecuada de basuras

La disposición inadecuada de basuras y residuos de demolición sobre los taludes del caño, permite el incremento de cargas verticales, la infiltración y formación de depósitos de agua, los cuales finalmente producen deslizamientos del suelo bajo las basuras y por ende daños en la banca de la vía.

En la FOTO 6, se aprecia las evidencias relacionadas con la acumulación indiscriminada de basuras y la alteración del medio ambiente. En esta foto se observa la estructura de drenaje completamente obstruida.

Foto No.6



FOTO 6 Acumulación de basuras a lo largo de la vía

6. PATOLOGIAS ENCONTRADAS A LO LARGO DEL TRAZADO VIAL

6.1 FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (FL, FT).

Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica en la misma dirección del tránsito o transversales a él, son indicio de la existencia de esfuerzos a tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado.

La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes.



FOTO 7 Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida m)

Dichas fisuras son representativas en el costado sur de una de las calzadas, la cual afecta la base actual de la vía.

TABLA 3. Localización de fisuras longitudinal

ABSCISA		AREA TRAMO (M2)	UBICACIÓN	SEVERIDAD
DESDE	HASTA			
KM 0+00	KM0+180	6,75	Costado Este-Sur	Alta
KM0+440	KM0+500	17,5	Costado Este-Sur	Media
KM0+610	KM0+650	39,6	Costado Este-Sur	Media
KM0+720	KM0+750	40	Costado Este-Sur	Media
KM0+750	KM0+850	24	Costado Este-Sur	Baja

6.2 HUNDIMIENTO (HUN, UNIDAD DE MEDIDA M2)

Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir un hidropiano. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna, en cualquier caso, el reporte del daño debe incluir en las aclaraciones, la orientación o la forma de hundimiento, si es fácilmente identificable en campo.

Causas: Existen diversas causas que producen hundimientos las cuales están asociadas con problemas que en general afectan toda la estructura del pavimento:

- Asentamiento de la sub-rasante.
- Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes. Deficiencias de drenajes que afecta a los materiales granulares.
- Diferencia de rigidez de los materiales de la sub-rasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.
- Deficiencia de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada.

- Inestabilidad de la banca.
- Circulación de tránsito muy pesado.

Severidades:

- **Baja:** Profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.
- **Media:** Profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- **Alta:** Profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

Unidad de medición: Se cuantifica el área afectada en metros cuadrados (m²).

Evolución probable: Figuración, desprendimientos, movimientos en masa.

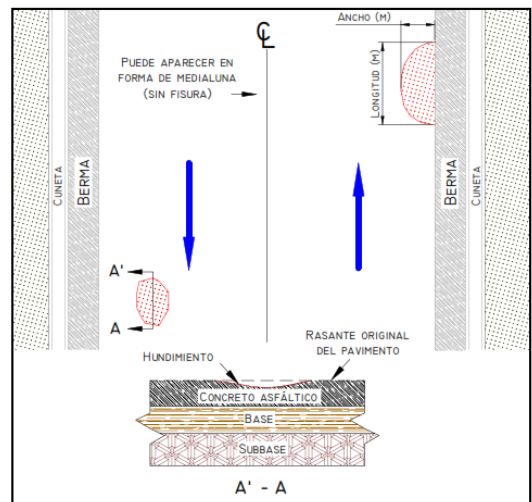
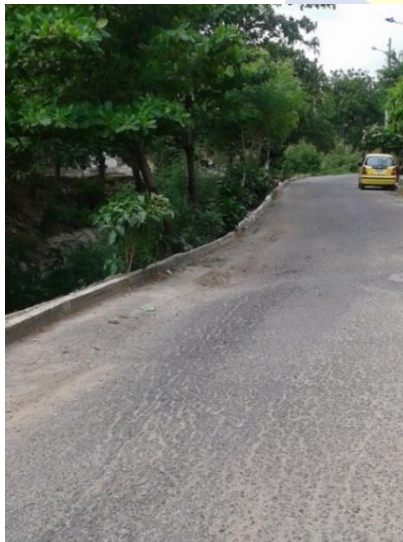


FOTO 8 Hundimientos (HUN, Unidad de medida m²)

Dichos hundimientos se determinaron, instalando una regleta, donde se midió la distancia central del hundimiento, el cual coloca en peligro a los vehículos al acercarse al talud.

TABLA 4 Localización de Hundimientos

LOCALIZACION	AREA (m2)	SEVERIDAD	COSTADO
Km 0+300	8,00	ALTA	SUR
Km 1+200	15,00	ALTA	NORTE
Km 0+950	6,00	ALTA	NORTE

6.3 PIEL DE COCODRILO (PC).

Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La figuración tiene a iniciarse en el fondo de las capas de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como unas o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de las cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de cocodrilo. Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio de 30cm.

La piel de cocodrilo ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo, es usual encontrar este daño en zonas donde se han generado deformaciones en el pavimento que no están relacionadas con la falla estructural (por tránsito o por deficiencia de espesor de las capas) sino con otros mecanismos como por ejemplo problemas de drenaje que afectan materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas y sub-rasantes expansivas entre otras. Este tipo de daño no es común en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido.

Causas: La causa más frecuente *es la falla por fatiga* de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- Espesor de estructura insuficiente.
- Deformaciones de la sub-rasante
- Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).
- Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.
- Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el modulo).
- Reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.

Todos estos factores pueden reducir la capacidad estructural o inducir esfuerzos adicionales en cada una de las capas de pavimento, haciendo que ante el paso del tránsito se generen deformaciones que no son admisibles para el pavimento que se puede manifestar mediante figuración.

Severidades:

- **Baja:** Serie de fisuras longitudinales paralelas (pueden llegar a tener aberturas de 3mm), principalmente en la huella, que no presenta desportillamiento, con pocas o ninguna conexión entre ellas y no existe evidencia de bombeo.
- **Media:** Las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos, que pueden tener un ligero desgaste en los bordes y aberturas entre 1mm y 3mm, sin evidencia de bombeo.
- **Alta:** Las fisuras han evolucionado (abertura mayor que 3mm), se presenta desgaste o desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos

o se mueven ante el tránsito, incluso llegando a presentar descascaramientos y bombeo.

Unidad de medición: Se reporta el área afectada en metros cuadrados (m²). Cuando en un área se combinen varias severidades y no sea fácil diferenciar las áreas correspondientes a cada una, se reporta el área completa asignándole la mayor severidad que se presente.

Evolución probable: Deformaciones, descascaramientos, baches.

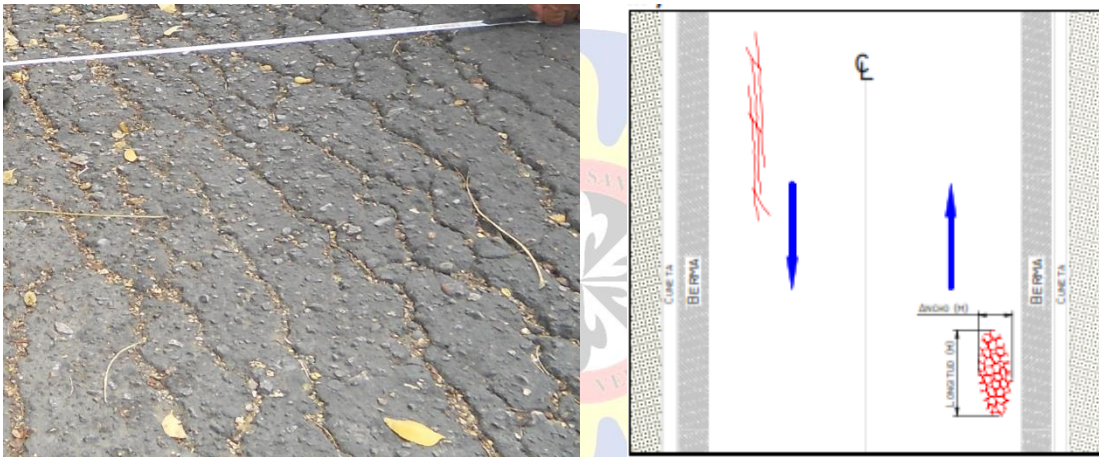


FOTO 9 Piel de cocodrilo (PC Unidad de medida m²)

TABLA 5. Localización Piel de Cocodrilo

LOCALIZACION	AREA (m ²)	SEVERIDAD	COSTADO
Km 0+450	24	ALTA	SUR
Km 1+200	32	ALTA	NORTE
Km 0+550	18	ALTA	SUR

6.4 PÉRDIDA DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA

6.4.1 DESCASCARAMIENTOS (DC, UNIDAD DE MEDIDA M2).

Este deterioro corresponde al desprendimiento de parte de la carpeta asfáltica, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes.

Causas:

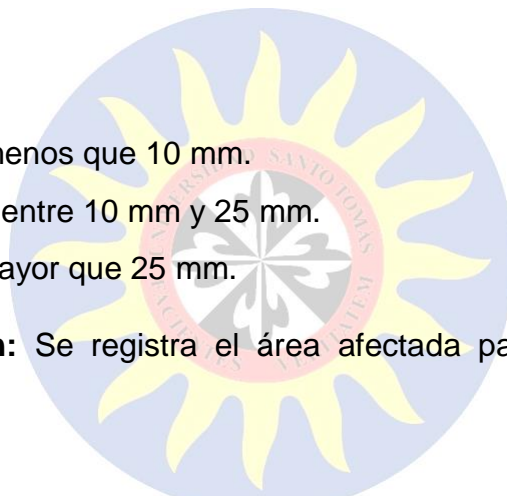
- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.
- Riego de liga deficiente.
- Mezcla asfáltica muy permeable.

Severidades:

- **Baja:** Profundidad menos que 10 mm.
- **Media:** Profundidad entre 10 mm y 25 mm.
- **Alta:** Profundidad mayor que 25 mm.

Unidad de medición: Se registra el área afectada para cada severidad en metros cuadrados.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, bache.



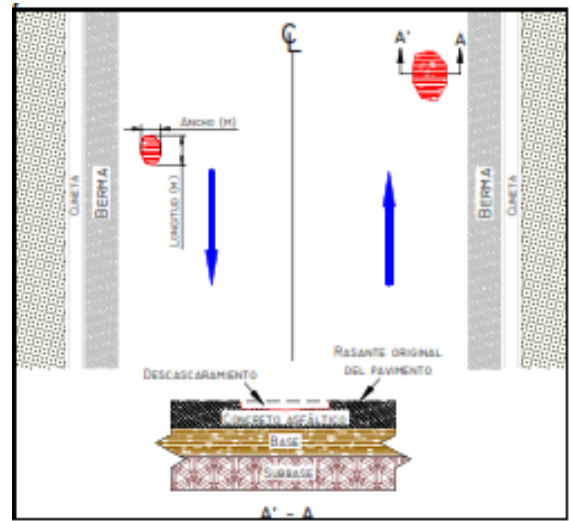


FOTO 10 Descascaramiento (DC, unidad de medida m2). Km 0+250

6.5 BACHES (BCH, UNIDAD M2)

Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva el aumento del área afectada y un aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentra los ojos de pescado que corresponde a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales. Con respecto al paciente en estudio se puede decir que a lo largo del recorrido se encuentran varios baches no de gran magnitud, pero que debido a su ubicación pueden ser de alto riesgo y comprometer la integridad, tanto de conductores, ciclistas y peatones.

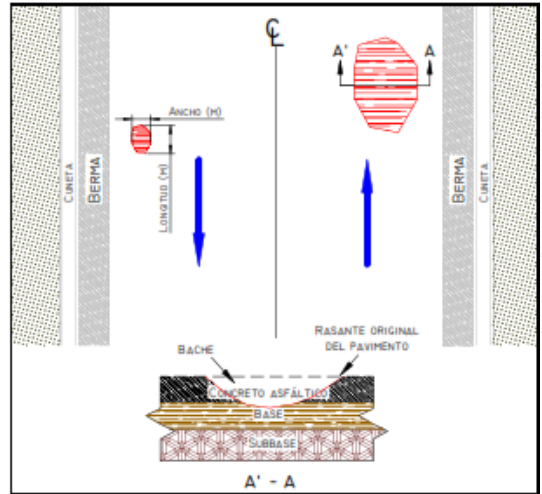


FOTO 11 Baches (BCH, unidad m²).

Causas: Este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento. Este deterioro ocurre siempre como evolución de otros daños, especialmente de piel de cocodrilo.

También es consecuencia de algunos defectos constructivos (por ejemplo, carencia de penetración de la imprimación en base granulares) o de una deficiencia de espesores de capas estructurales. Puede producirse también en zonas donde el pavimento o la subrasante son débiles.

Severidades: Se puede clasificar por profundidad, así:

- **Baja:** Profundidad de afectación menos o igual a 25mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.
- **Media:** Profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm, deja expuesta la base.
- **Alta:** Profundidad de afectación mayor que 50mm, que llega a afectar la base granular.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) de área afectada, registrando la mayor severidad existente.

Evolución probable: Destrucción de la estructura.

TABLA 6. Localización Baches

ABSCISA		AREA TRAMO (M2)	UBICACIÓN	SEVERIDAD
DESDE	HASTA			
KM0+180	km0+200	211	Costado Este-Sur	Media
km0+200	KM0+250	307	Costado Este-Sur	Media
KM0+250	KM0+320	322	Costado Este-Sur	Media
KM0+320	KM0+390	211	Costado Este-Sur	Media
KM0+390	KM0+440	278	Costado Este-Sur	Media
KM0+500	KM0+570	413	Costado Este-Sur	Media
KM0+570	KM0+610	251	Costado Este-Sur	Media
KM0+650	KM0+720	332	Costado Este-Sur	Media

6.6 PARCHE (PCH)

Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc.).

A pesar que dicha área no puede presentar daños en el momento de la inspección, es necesario reportar su extensión porque indica la existencia de un deterioro anterior. Aunque para el registro de los daños en el formato de campo

estas intervenciones se reportan como parches, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo del espesor parcial o total de concreto asfáltico, esta se conoce como parcheo.
- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo parcial o total de granulares, esta se conoce como bacheo.

Causas: Las causas del deterioro propio del parche pueden establecerse teniendo en cuenta el tipo de daño que presente. Sin embargo pueden estar asociadas principalmente a:

- Procesos constructivos deficientes
- Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo (cuando la intervención fue inadecuada para solucionar el problema).
- Deficiencia en las juntas.
- Propagación de daños existente en las áreas aledañas al parche.

Severidades:

- **Baja:** El parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.
- **Media:** El parche presenta daños de severidad bajo o medio y deficiencias en los bordes.
- **Alta:** El parche está gravemente deteriorado, presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área del parche y cuando este sea muy grande y no presente afectación en toda su longitud, se reporta además el área afectada en la parte del formato correspondiente al área de reparación, también debe

anotarse en las aclaraciones el tipo de daños presentes en el parche y en las zonas aledañas a él, si estas últimas están afectadas.

Evolución Probable: De acuerdo con la naturaleza del daño. Sin embargo puede existir una aceleración del deterioro general del pavimento.

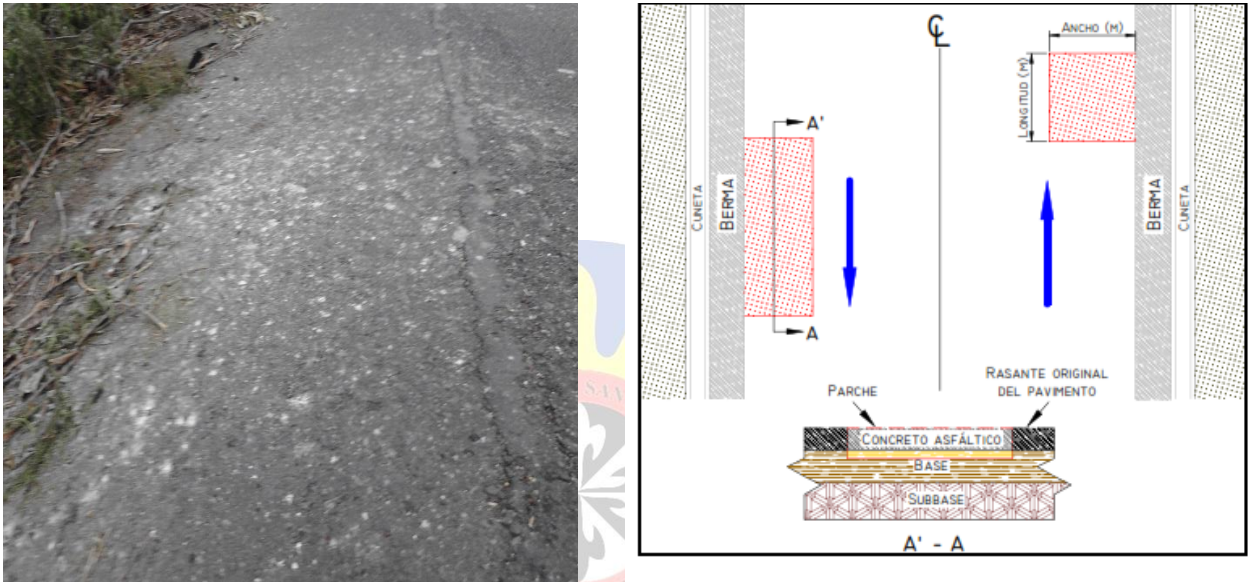


FOTO 12 Parche (PCH, unidad de medida m2)

TABLA 7. Localización Parche

LOCALIZACION	AREA (m2)	COSTADO
Km 0+650	20	NORTE

6.7 DAÑOS SUPERFICIALES

6.7.1 CABEZAS DURAS (CD).

Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor.

Causas:

- Uso de agregados gruesos con tamaño inadecuado.
- Distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas.
- Segregación de los agregados durante su manejo de obra.
- Heterogeneidad en la dureza de los agregados.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) y no tiene ningún grado de severidad asociado.



FOTO 13 Cabezas duras (CD unidad de medición m²)

TABLA 8. Localización Daños Superficiales

LOCALIZACION	AREA (m ²)	COSTADO
Km 0+450	40	SUR

7. GEOLOGÍA

El área de influencia directa del proyecto de la vía, se ubica geológicamente en la interface de los valles medio y superior del río Magdalena y litológicamente

está constituida por rocas sedimentarias marina y continentales, con edades comprendidas entre el Cretácico Superior y el Cuaternario¹.

7.1 TERCIARIO INDIFERENCIADO, (T)

Esta unidad está constituida por un conglomerado basal con clastos angulares a sub-angulares de Chert blanco grisáceo y cuarzo, areniscas conglomeráticas con estratificación paralela, cuarzo arenitas de grano fino y limolitas silíceas con niveles de Chert gris.

7.2 FORMACIÓN SANTA TERESA (TMST)

Esta unidad es predominante lítica con esporádicas inter-estratificaciones de areniscas. Las lutitas son típicamente rojizas y las areniscas son de grano medio a fino².

7.3 CUATERNARIO. DEPÓSITO DE TERRAZA (QT)

Estas unidades sedimentarias tienen un amplio desarrollo en las partes bajas del río Magdalena. Están constituidas por gravas y arenas.

Cubriendo parcialmente a las unidades cenozoicas, afloran diversos depósitos de origen fluvio-torrencial dejando geo-formas aterrazadas, llanuras aluviales y de inundación asociadas a los ríos Magdalena, Bogotá, Paguey, Sumapaz y sus tributarios.

La secuencia sedimentaria se encuentra plegada y fracturada según un estilo estructural compresivo afectado posteriormente por fallas transversales asociados a los diferentes eventos orogénicos que han ocurrido a través de la historia geológica de la región.

¹ HIDROCONSULTA LTDA. Plan de Manejo Forestal y Control de Erosión Cuenca 19. 1990. CAR. Bogotá.

² DePorta (1966)

El modelo tectónico es el producto de deformaciones compresivas ocurridas en el Cenozoico, especialmente a finales del mioceno, durante la fase final de la orogenia andina³.

7.4 GEOMORFOLOGÍA

La investigación geomorfológica se determinó de acuerdo con las características litoestructurales del material presente y con los aspectos topográficos y morfométricos.

8. INVESTIGACION DEL SUBSUELO VIA CAÑOS DEL NORTE

Para la investigación del subsuelo inicialmente se realizó la inspección de campo y se fijaron las actividades correspondientes al estudio geotécnico, verificando el área de estudio y ubicando los puntos de interés para la exploración del subsuelo.

Posteriormente y cumpliendo con los requisitos técnicos exigidos en las normas, se diseñó una red de sondeos tendientes a caracterizar los suelos a lo largo de la vía.

Teniendo presente que es imposible realizar un estudio que permita conocer la estratigrafía del suelo en cada punto del proyecto se definió la ubicación, profundidad y número de perforaciones, cumpliendo los criterios establecidos para proyectos lineales que recomiendan espaciamientos comprendidos entre 250 a 500 m y profundidades de 3.00 metros mínimas.

Siguiendo las recomendaciones anteriores, los sondeos se dejaron separados una distancia promedio de 125 metros, con disposición triangulada (tres bolillos), ajustándose eventualmente para explorar zonas con debilidades evidentes y

³ Mojica salinas 1948

adaptando las distancias para conocer las características del subsuelo en diversos sectores.

En la FIGURA 1 se aprecia la localización de las perforaciones a lo largo de vía, en total se realizaron 10 perforaciones.

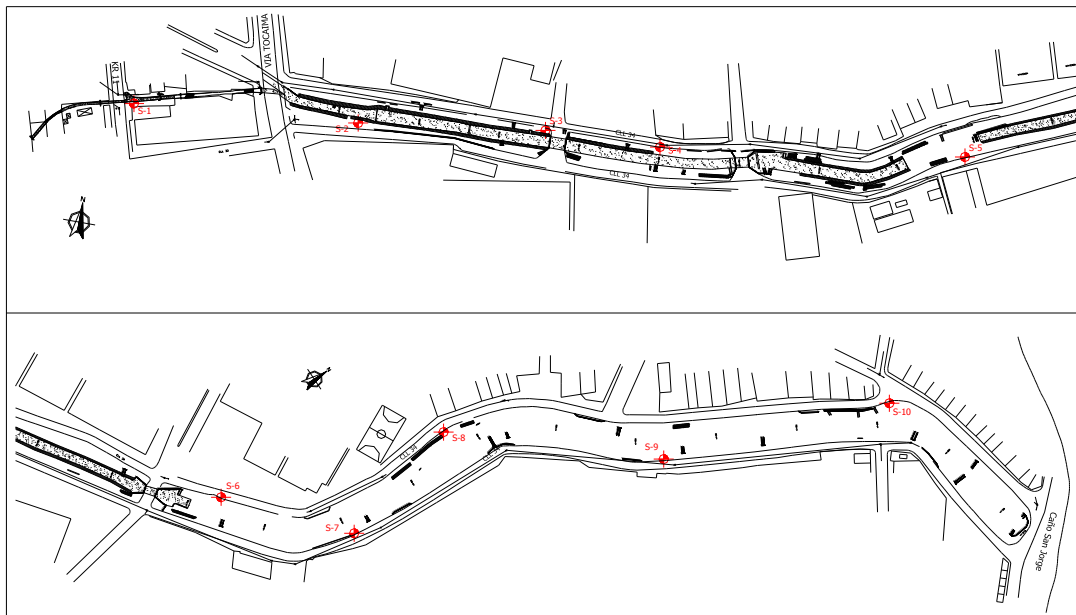


FIGURA 1 Localización de las perforaciones

8.1 TRABAJOS DE CAMPO

La profundidad de los sondeos se estableció finalmente en función de las características de la vía y las solicitudes hidráulicas respecto a la reconformación de los taludes del canal.

En la TABLA 8 se muestra la localización de las perforaciones y la profundidad alcanzada en cada una de ellas.

No.	Perforación	Coordenadas		Cota	Profundidad m
		Norte	Este		
1	S-01	968052.79	919311.63	-	6.00
2	S-02	968075.15	919448.98	-	6.00
3	S-03	968099.18	919562.36	-	6.00
4	S-04	968106.55	919633.53	-	6.50
5	S-05	968146.99	919817.81	-	6.00
6	S-06	968248.12	919962.69	-	6.50
7	S-07	968297.29	920032.38	-	6.50
8	S-08	968380.20	920018.63	-	6.50
9	S-09	968474.55	920118.18	-	6.00
10	S-10	968604.45	920179.91	-	6.00

TABLA 9 Localización perforaciones

La exploración del subsuelo se ejecutó empleando equipos de barreno manual, tomando muestras alteradas e inalteradas de los diferentes estratos de suelos y llevando un registro detallado en cada perforación, identificando los estratos encontrados y la localización del nivel freático al inicio y final de cada perforación.

En total se realizaron 62 metros de exploración, alcanzando profundidades máximas de 6.5 metros. El registro de niveles freáticos arrojó los siguientes resultados:

No.	Perforación	Nivel freático	
		Inicial	Final
1	S-01	-	-
2	S-02	-	-
3	S-03	-	-
4	S-04	-	-
5	S-05	-	-
6	S-06	-	-
7	S-07	-	-
8	S-08	5.00	4.50
9	S-09	5.50	5.50
10	S-10	4.50	5.00

TABLA 10 Niveles freáticos

En las perforaciones S-1 a S-7 no se encontró agua, mientras que a partir del sondeo S-8 y hasta el S-10 se presentaron niveles de agua subterránea, estabilizándose a 5.0 de profundidad.

Durante el avance de las perforaciones fue posible realizar diferentes ensayos de campo tendientes a determinar la resistencia al corte de los suelos, utilizando la veleta en suelos finos y el ensayo de penetración estándar para suelos granulares, los resultados de estos ensayos se presentan en el ANEXO 1.

8.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

Sobre un número representativo de las muestras obtenidas en la exploración de campo se realizaron ensayos de laboratorio, determinando las propiedades índices, la resistencia, permeabilidad y compresibilidad de los suelos encontrados y estableciendo parámetros geo-mecánicos en los materiales que conforman la vía y el conjunto que la integra, propios del diseño geotécnico.

Todas las muestras obtenidas se identificaron visualmente y sobre muestras distintivas de cada tipo de suelo encontrado, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Clasificación

Límite líquido (LL)

Límite plástico (LP)

Análisis granulométrico

Lavado sobre el tamiz No. 200 (F200)

Humedad natural (ω)

Peso unitario (γ)

Resistencia al corte

Permeabilidad (k)

Los anteriores ensayos se realizaron cumpliendo con las Normas del Instituto Nacional de Vías (INV) y de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

Los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran organizados según el número de perforación y muestra.

El resumen de los ensayos realizados en campo y laboratorio se presenta en el anexo 1, ordenados en función de la perforación y profundidad. El análisis y ponderación de esta información en cada estrato permitió estimar los parámetros geo-mecánicos del subsuelo.

8.3 ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO VIA CAÑOS DEL NORTE

La estratigrafía del subsuelo se estableció de acuerdo con los resultados obtenidos en las perforaciones y los ensayos de campo y laboratorio.

El subsuelo encontrado en el área de estudio por donde converge la **vía** caños del norte es típico de materiales del cuaternario, depósitos de terraza formados por los ríos Magdalena y Bogotá. Se trata de materiales poco consolidados, depositados recientemente en un ambiente aluvial, conformado por secuencias de arcillas, limos y suelos con intercalaciones de arenas.

En términos generales, pueden considerarse los suelos presentes de carácter fino a granular, de origen aluvial, de consistencia media y compresibilidad baja.

8.4 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Para todas las perforaciones se elaboraron los perfiles estratigráficos que se presentan en el anexo 1. En ellos se indican los espesores de los estratos presentes a lo largo de la vía, la variación de los parámetros geotécnicos con la

profundidad y el comportamiento de los niveles de agua encontrados durante el proceso de exploración.

La estratigrafía del subsuelo a lo largo del corredor vial se determinó mediante las perforaciones S-1 a S-10. Con base en esta estratigrafía se obtuvo el perfil típico del subsuelo a lo largo del canal, resumido en cinco estratos característicos.

A continuación se describen brevemente las propiedades fundamentales de los estratos típicos:

8.4.1 ESTRATO NO. 1 - 0.00 A 0.60 M – RELLENO ANTRÓPICO

Superficialmente se encuentran materiales varios de relleno heterogéneo con basuras y residuos de demoliciones botados, en matriz arcillo limosa, color carmelita rojizo y compacidad suelta. En el sondeo S-4 este estrato alcanza profundidades de 1.0 m y en el s-5, s-8 y s-10 profundidades de 1.50 m, en el s-6 aumenta la profundidad a 1.80 m, mientras que en el s-9 alcanza profundidades de 2.20 m y en el s-7 hasta de 2.50 m. el número de penetración estándar promedio para este suelo se encuentra en 6, el límite líquido ponderado es de 68% y el índice de plasticidad de 37%, con humedades naturales de 36% e índices de consistencia de 0.89. En general puede clasificarse este material como CH por el sistema unificado, presenta una alta permeabilidad y erodabilidad.

8.4.2 ESTRATO NO. 2 - 0.60 A 2.10 M – ARCILLA Y LIMO CON ARENA

A continuación se presentan materiales arcillosos con limo y arena fina, de color gris habano y carmelita. En el sondeo S-9 este estrato no se encontró, El suelo presenta límites líquidos superiores a 55% e índices de plasticidad inferiores a 40%. El contenido de humedad es relativamente bajo (16-32%) y los índices de

consistencia superan 0.90. El suelo es de carácter fino, pasando el 90% el tamiz 200, con porcentajes de arena de grano fino bajos. Clasifica en la USC como CH. La resistencia al corte no drenada varía entre 5 t/m² (50 kpa) y 14 t/m² (140 kpa).

8.4.3 ESTRATO NO. 3 – 2.10 A 3.10 M – ARCILLA Y LIMO CONSISTENCIA BLANDA

Subyace los estratos anteriores una arcilla con limo carmelita de consistencia media y plasticidad alta. En el sondeo S-3 y S-4 este estrato no se presenta, encontrándose enseguida la arena del estrato 4. En el sondeo S-5 se presenta un estrato de arcilla orgánica gris oscuro y negro.

Los valores promedio encontrados para el contenido de humedad están en 35%, para el límite líquido en 57% y el índice de plasticidad en 27%, por lo que el valor de consistencia oscila en los 0.80. La resistencia al corte presenta valores mínimos de 25 kPa y máximos de 31 kPa, el peso unitario para este estrato puede tomarse de 19 kN/m³. Por las características geotécnicas encontradas para este estrato, podrá utilizarse como suelo de fundación para las estructuras del canal. El suelo clasifica por el Sistema Unificado como CL.

8.4.4 ESTRATO NO. 4 – 3.10 A 4.50 M – ARENA, ARCILLA Y LIMOS

Bajo el estrato anterior se encuentran arenas fina con arcillas y limos de color carmelita, de compacidad media. En el sondeo S-6 este estrato no se presenta. Para el sondeo S-9 el estrato debe considerarse a profundidades comprendidas entre 4.20 y 5.0 m. El límite líquido oscila entre 22 y 36% con contenidos de humedad de hasta 21% e índices de plasticidad variando entre 4 y 19%. El material clasifica como SC y SM por el Sistema Unificado. El contenido de arena es del orden de 58%. El número de penetración estándar presenta valores superiores a 4 e inferiores a 30.

8.4.5 ESTRATO NO. 5 – 4.20 A PROFUNDIDAD MÁXIMA AVANZADA

Finalmente se encuentra una secuencia de arcillas limosas de color gris carmelita a carmelita rojizo de consistencia media con intercalaciones de arenas con grano fino. En el S-8 se presenta entre 4.30 y 5.50 un suelo orgánico gris oscuro de consistencia blanda. El límite líquido oscila para estos estratos entre 29 y 38%, el índice de plasticidad entre 11 y 18%, con contenidos de humedad de hasta 21% y valores de índice de consistencia superiores a 0.70. El material clasifica como CL por el Sistema Unificado. La resistencia al corte varía entre 30 kPa y 150 kPa.

8.5 REGISTRO FOTOGRAFICO DE APIQUE S Y MATERIALES HALLADOS



FOTO 14. Instalación de equipos y perforación capa de pavimento, para dar inicio a los ensayos, para determinar el LL, LP, IP, IC, humedad natural, contenido de finos y clasificación



FOTO 15. Afloramiento de agua sondeo 8 y 9, no se encontrándose material de base en la parte superior



FOTO 16. Inicio de la inserción de los tubos shelvy, para determinar el perfil estratigráfico



FOTO 17. Muestra del material, limo con arcilla, algo de arena fina, trazas orgánicas, carmelita, humedad baja.



FOTO 18. Arcilla limosa carmelita, consistencia media, plasticidad baja



FOTO 19. Arcilla con limo, carmelita rojizo, humedad media



FOTO 20. Arcilla con limo, gris carmelita, humedad media



FOTO 21. Alto contenido de agua que sale por el tubo shelby

Los resultados encontrados permitieron estimar y complementar la información de parámetros de resistencia y compresibilidad del suelo, en las figuras 3 y 4 se observan los valores obtenidos sobre los suelos representativos de los estratos 1 y 4 respectivamente.

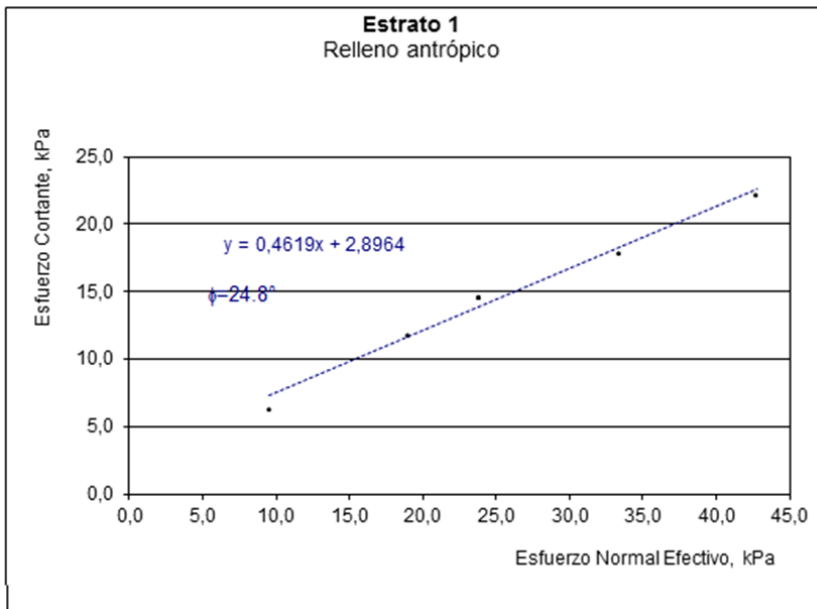


FIGURA 2 Estimación de parámetros de resistencia para el relleno antrópico

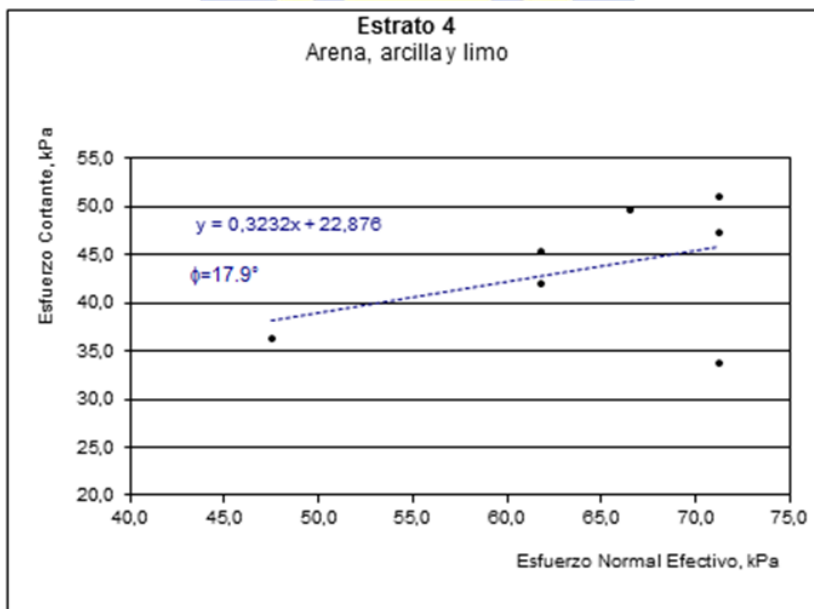


FIGURA 3 Estimación de parámetros de resistencia para arena, arcilla y limo

Teniendo en cuenta las características de los diferentes estratos calculados anteriormente, se establecieron los criterios de diseño para los análisis de estabilidad y cimentación de las diferentes estructuras que se proyectan a lo largo de la vía, evaluando estabilidad estática y dinámica.

A lo largo del área de la vía, se establecieron las condiciones de los suelos y la línea de inestabilidad. Se realizaron los diseños geotécnicos para la construcción de las zonas duras, el sendero peatonal y las estructuras hidráulicas.

Análisis de Estabilidad de Taludes

De acuerdo con la información de campo, la zona en estudio se encuentra afectada por algunos movimientos de falla de taludes y pequeños derrumbes ocasionales de carácter rotacional, involucrando materiales de relleno y basuras de los estratos superiores.

La conformación final de la vía, fue función de las características de hidráulicas del canal y de los parámetros geo mecánicos del subsuelo.

Para el análisis de estabilidad de taludes, se realizó una primera aproximación de los valores de estabilidad en términos del factor de seguridad, utilizando el método de Taylor para condiciones a corto y largo plazo, bajo diferentes inclinaciones de los taludes y con los parámetros geotécnicos promedio del subsuelo definidos en el capítulo anterior. Los resultados para el estrato 1 (relleno antrópico) se aprecian en la TABLA 10.

□	15.0	kN/m ³
c	10.0	kPa
□	24.8	°

Talud	Corto plazo			
	□□	Ns	Hc, m	He, m
0.0:1.0	90	0.17	3.92	1.57
0.4:1.0	70	0.11	6.06	2.42
0.5:1.0	63	0.08	8.89	3.56
1.0:1.0	45	0.04	15.15	6.06
1.5:1.0	34	0.02	33.33	13.33
2.0:1.0	27	0.01	66.67	26.67

□	Inclinación del talud
Ns	Número de estabilidad
Hc	Altura crítica
He	Altura de excavación admisible

TABLA 11. Análisis de estabilidad Taylor–Relleno antrópico

Posteriormente, se definieron cuatro (4) secciones transversales típicas sobre las laderas del canal, estableciendo el modelo geotécnico que configurará cada sector y sobre el cual se establecen los procesos inestabilizantes que están o pueden ocurrir sobre el canal.

En la TABLA 11 se encuentran las secciones de análisis y en la FIGURA 3 se aprecia la localización de cada sección en una planta del canal, junto con su distribución espacial, cubriendo de esta manera toda el área estudiada. En la FIGURA 4 se muestra la configuración de las secciones de análisis utilizadas.

No.	Identificación	Abscisa
1	P-01	K0+200
2	P-02	K0+399
3	P-03	K0+774
4	P-04	K1+060

TABLA 12 Secciones de análisis

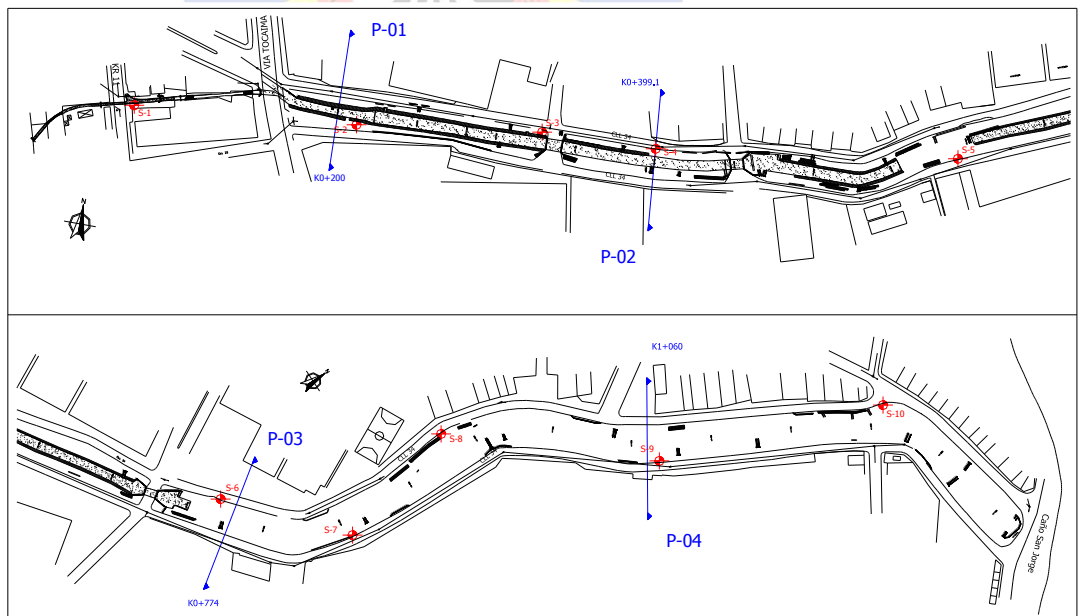
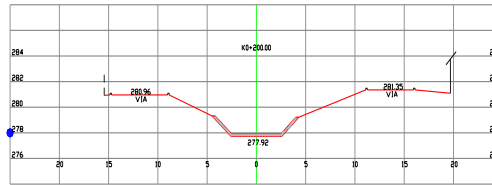
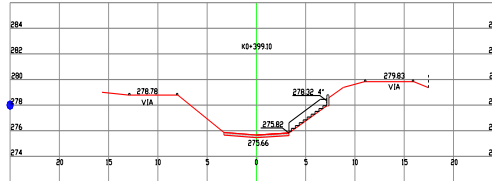


FIGURA 4 Localización en planta de las secciones de análisis

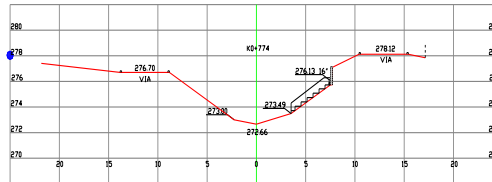
P-01



P-02



P-03



P-04

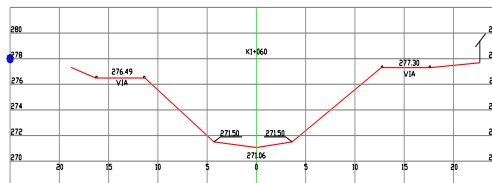


FIGURA 5 Secciones de análisis

Sobre estas secciones se formularon escenarios hipotéticos, respecto a los modos o mecanismos de falla que bajo solicitaciones extremas de lluvias y eventos sísmicos podrían eventualmente desencadenarse en los taludes.

Dentro de este marco se consideraron mecanismos potenciales de falla del tipo deslizamiento superficial que involucrarían materiales naturales del subsuelo del canal y los rellenos antrópicos de la vía, detonándose como consecuencia de cambios en las condiciones hidráulicas y incrementos de las sobrecargas.

Los análisis de estabilidad se realizaron por la teoría de equilibrio límite, desarrollando superficies de falla circular mediante los métodos de Janbu y Bishop simplificados, sobre diferentes tipos de falla de la ladera: falla de pie (local y total), falla local talud intermedio y falla local sobre la parte alta.

Para el análisis dinámico se asignó un valor de aceleración horizontal máxima de 0.20 g, teniendo en cuenta los efectos locales y siguiendo los lineamientos de las NSR-98. Con el anterior valor y considerando condiciones de saturación total, se realizaron estudios de estabilidad en condiciones extremas de cálculo para los agentes detonantes.

La TABLA 12 resume en términos de los factores de seguridad mínimos los resultados obtenidos, dados para condiciones iniciales y finales, utilizando la geometría actual del canal y la obtenida después de las excavaciones y perfilado del talud. Los factores de seguridad se evaluaron en condiciones estáticas (FSs) y dinámicas (FSd).

En general puede establecerse que las márgenes del canal presentan una condición de estabilidad actual favorable, con valores del factor de seguridad en condiciones críticas de 1.4 y 2.5. Los menores valores se encuentran hacia el final del canal. Sin embargo, de acuerdo con los resultados iniciales de estabilidad los materiales que presentan inestabilidad corresponden a los rellenos antrópicos que presentan mayor espesor.

Perfil	Línea inestabilidad	FSs		FSd	
		Sin obras	con obras	sin obras	con obras
P-01	4.5	2.91	-	1.55	-
P-02	5.0	2.40	-	1.46	-
P-03	7.0	1.84	-	1.20	-
P-04	12.0	1.68	-	1.09	-

TABLA 13 Resultados de los análisis de estabilidad–condiciones normales

Perfil	FSs		FSd	
	Sin obras	con obras	sin obras	con obras
P-01	2.54	-	1.32	-
P-02	2.06	-	1.26	-
P-03	1.63	-	1.05	-
P-04	1.44	-	0.91	-

TABLA 14 Resultados de los análisis de estabilidad–condiciones críticas

En la FIGURA 6 se muestran los resultados del análisis de estabilidad realizado sobre el perfil P-01.

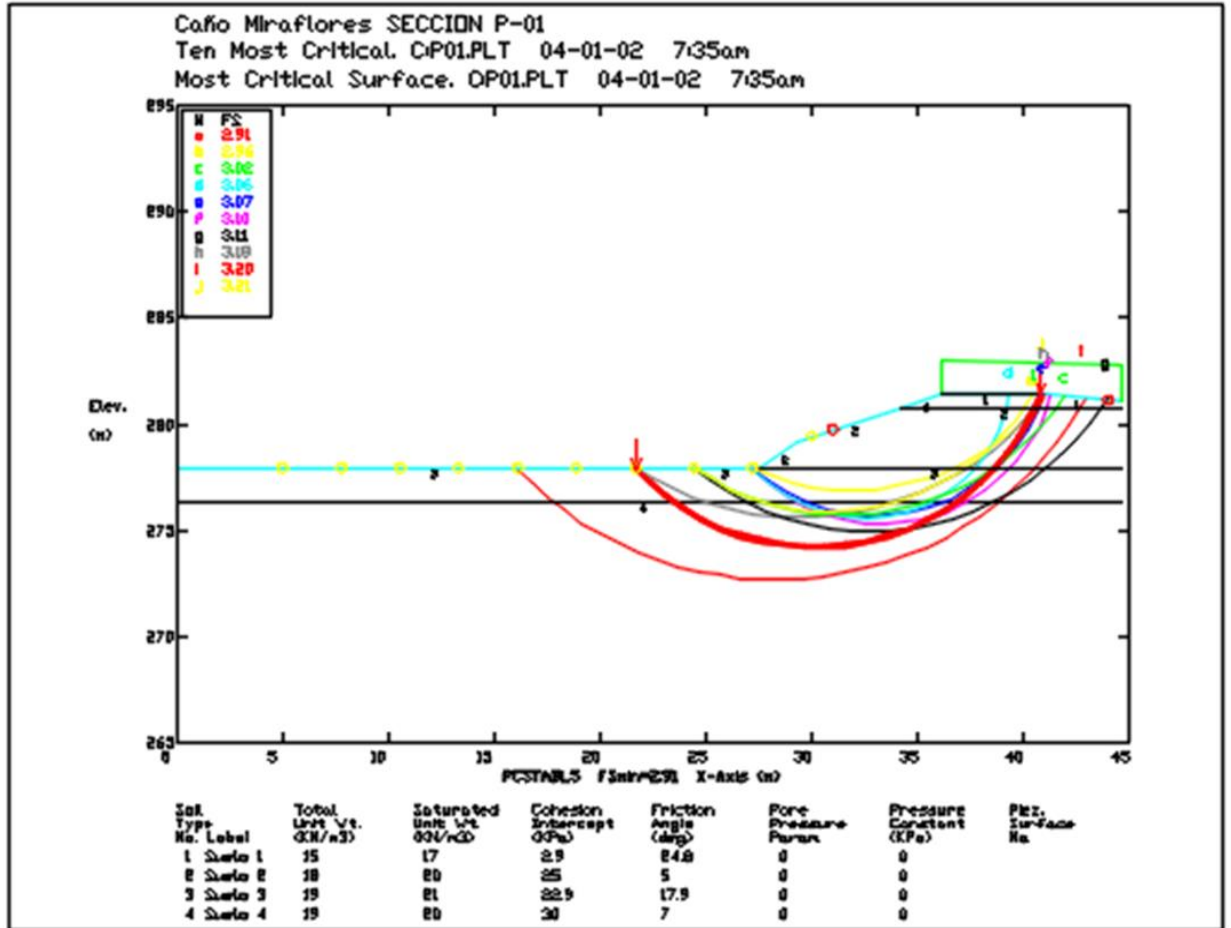


FIGURA 6 Resultados del análisis de estabilidad perfil P-01

Los análisis anteriores permitieron establecer la línea de inestabilidad que se presenta en la FIGURA 6. Es de notar que los factores de seguridad encontrados establecen que dicha línea se presenta a distancias variable entre 5.0 y 12 m de la cresta del talud (bordillo vía).

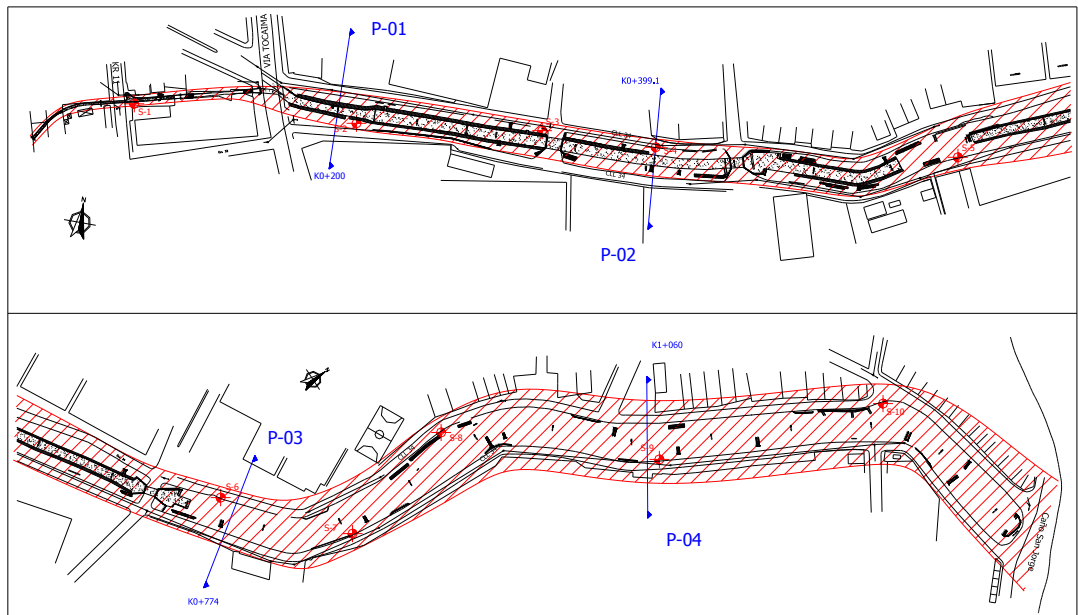


FIGURA 7 Ubicación de la línea de inestabilidad

8.6.1 FUNDACIÓN DE ESTRUCTURAS

Consistió en la selección del tipo de cimentación, la definición de los niveles de fundación, la determinación de la capacidad portante y la evaluación de los asentamientos.

De acuerdo con los materiales encontrados en el canal, la fundación para los apoyos de las estructuras podrá manejarse del tipo superficial continuo, a nivel - 2.50 metros, contados a partir de la cota actual del terreno, nivel inferior del bordillo de la vía.

Para este tipo de cimiento se realizaron los análisis de estabilidad y capacidad portante, utilizando las teorías de terzaghi, meyerhof y brinch hansen, se obtuvieron los resultados que se aprecian en las curvas de la figura 7.

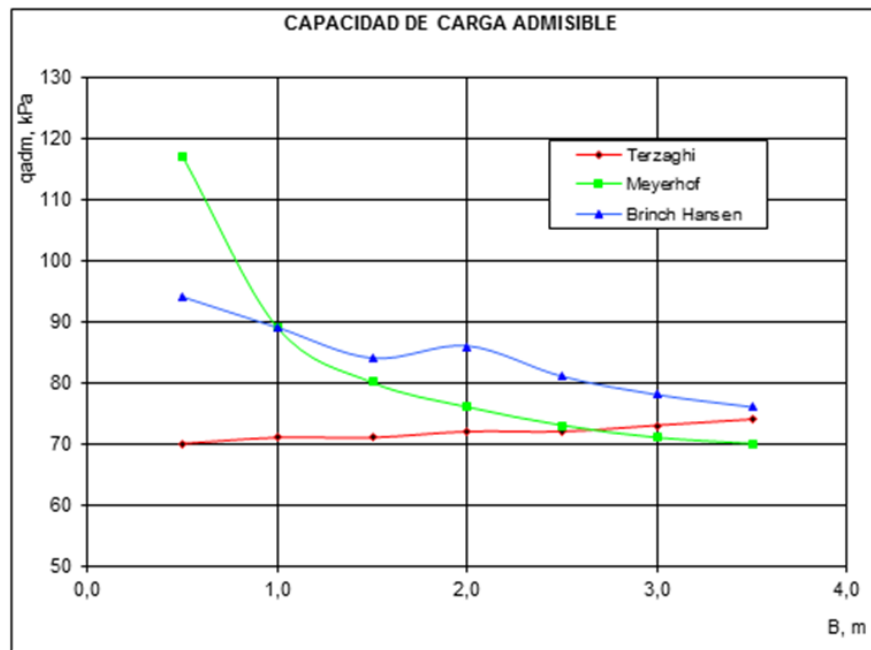


FIGURA 8 Carta de diseño cimentación

- Capacidad portante neta admisible 7.0 ton/m² (70 kPa)
- Asentamientos 2.0 cm

En la figura 8, se presentan detallados los cálculos de capacidad portante y la evaluación de asentamientos.

8.7 DISEÑO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS

La estructura del pavimento del sendero se estableció partiendo del principio de esperar bajas solicitaciones de carga, debidas fundamentalmente al tránsito de bicicletas y excepcionalmente vehículos de servicio y mantenimiento.

El diseño de espesores de pavimento en adoquines se revisó de acuerdo con el método presentado por el TRRL, encontrando que cumple con los siguientes espesores:

Adoquín	60 mm	
Arena	30 mm	
Base	250 mm	B-600
Sub-base	250 mm	B-400
Subrasante mejorada	350 mm	B-200
Geotextil	T-2400	

El espesor total de la estructura de pavimento > 940 mm

El control del agua superficial se realizará mediante drenaje y conducción del agua a través de sub-drenes laterales, evitando en lo posible problemas de deterioro de la estructura del pavimento por alteración de la sub-rasante. Debe considerarse el drenaje de la sub-rasante de manera efectiva y evitarse cambios de humedad, esto se logra adicionalmente, con una excelente compactación de los materiales de relleno, sub-base y nivelándolos con una pendiente mínima de 2% que evacúe el agua a los sistemas de drenaje.

La colocación de un geo-textil tipo T2400 en contacto con la sub-rasante, mejorará el comportamiento general de la estructura del pavimento e impedirá la contaminación de los materiales de relleno. El sistema debe quedar confinado mediante bordillos en concreto.

8.8 ASPECTOS SISMICOS DEL SUBSUELO

El proyecto vía caños del norte se encuentra localizado en la Ciudad de Girardot, correspondiendo a una zona de riesgo sísmico intermedio. Para los efectos locales de la respuesta sísmica el suelo puede caracterizarse como tipo S2 de acuerdo con la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, Según la NSR10, Capitulo A.2 Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño, literal A.2.3.2 el proyecto se localiza en ZONA DE AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA en donde $A_a = 0,15$ o $A_v = 0,20$.

Zona de amenaza sísmica:	Intermedia
Aceleración pico efectiva de diseño:	0.20
Aceleración pico efectiva para el umbral de daño:	0.04
Tipo de perfil de suelo:	S2
Coefficiente de sitio:	1.2
Grupo de uso:	I - Estructuras de ocupación normal
Coefficiente de importancia:	I = 1.0

Los valores promedio encontrados para el contenido de humedad están en 35%, para el límite líquido en 57% y el índice de plasticidad en 27%, por lo que el valor de consistencia oscila en los 0.80. La resistencia al corte presenta valores mínimos de 25 kPa y máximos de 31 kPa, el peso unitario para este estrato puede tomarse de 19 kN/m³. Por las características geotécnicas encontradas para este estrato, podrá utilizarse como suelo de fundación para las estructuras del canal. El suelo clasifica por el Sistema Unificado como CL.

La vía construida sobre el talud del canal del norte, comprendida entre la carrera 10 y paralela a la Calle 34, converge también un canal de aguas lluvias, aguas que son provenientes del sistema de alcantarillado de aguas lluvias de los

alrededores y recolección de escorrentía pluvial. Los efluentes son entregados al Caño San Jorge.

La zona de estudio presenta en general una topografía relativamente plana y suavemente ondulada, cubierta abundante vegetación de porte medio y bajo, sin mantenimiento, con profusión de basuras y detritos de demolición en sus márgenes.

En las dos márgenes y paralelo al caño se encuentra la vía, con una estructura de pavimento flexible en regular estado. La vía no presenta señalización, protección lateral ni bardas.

En el estudio de suelos se establecieron los parámetros geo-mecánicos de diseño para la conformación del canal, el sistema de cimentación de las estructuras para contención, la estructura del pavimento del sendero y la línea de inestabilidad del canal.

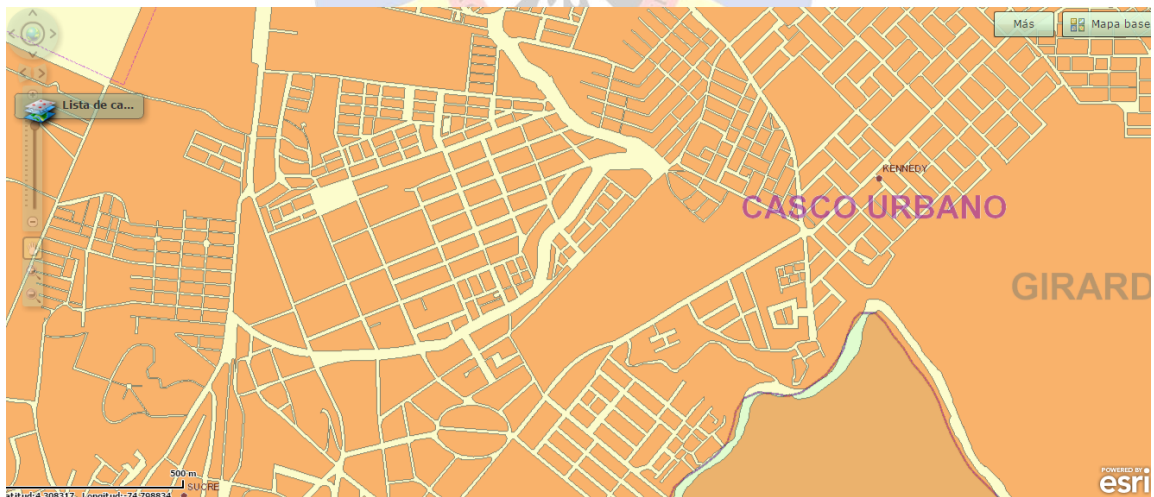


FIGURA 9 Localización del proyecto



FIGURA 10 Localización satelital del proyecto

9. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES VIA CAÑOS DEL NORTE

De acuerdo con la información de campo, la zona en estudio vía caños del norte, se encuentra afectada por algunos movimientos de falla de taludes y pequeños derrumbes ocasionales de carácter rotacional, involucrando materiales de relleno y basuras de los estratos superiores; La conformación final del talud, fue función de las características de hidráulicas del canal y de los parámetros geomecánicos del subsuelo.

Para el análisis de estabilidad de los taludes, se realizó una primera aproximación de los valores de estabilidad en términos del factor de seguridad, utilizando el método de Taylor para condiciones a corto y largo plazo, bajo diferentes inclinaciones de los taludes y con los parámetros geotécnicos promediados. Los resultados se aprecian en la TABLA 14.

10. INVENTARIO AMBIENTAL – DESCRIPCION DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO

En el presente capítulo se elabora un inventario ambiental del Municipio de Girardot, ya que se encuentra directamente en el área de influencia del estudio del TPI por lo que se presenta un resumen descriptivo de las diferentes componentes del medio ambiente que se verán afectadas en mayor o menor medida por la ejecución o intervención de obras para corregir las fallas en cuanto estabilidad y hundimiento de la banca, que presenta la vía construida sobre el talud del caño del norte, iniciando desde la Cra 10 hasta el sector de la carbonera, en el municipio de Girardot del Departamento de Cundinamarca.

10.1 MEDIO FÍSICO

10.1.1 COMPONENTE AIRE

Se recopiló información de dos (2) estaciones climatológicas incluyendo registros de precipitación mensual y registros de variables climatológicas de la estación Aeropuerto Santiago Vila tales como temperatura, evaporación, humedad relativa, brillo solar y velocidad del viento.

En el informe de climatología, se presentan los cálculos y análisis detallados de las variables climatológicas del Municipio de Girardot.

A continuación se resumen los valores medios de las variables climatológicas disponibles:

**TABLA 18 RESUMEN DE VALORES MEDIOS MENSUALES - VARIABLES
CLIMATOLÓGICAS ESTACION AEROPUERTO SANTIAGO VILA**

VARIABLE CLIMATOLÓGICA	UNIDAD	MES												VALOR ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperatura														
- Media	°C	29.3	29.1	29.1	28.4	28.0	28.0	28.9	29.9	29.2	28.0	27.8	28.4	28.7
- Máxima	°C	31.2	32.2	30.9	30.1	30.1	29.7	30.5	32.1	31.6	30.0	29.2	30.7	32.2
- Mínima	°C	27.2	27.3	27.3	27.0	26.5	26.9	26.7	27.7	27.2	26.7	26.5	26.6	26.5
Humedad Relativa	%	65.0	66.2	68.2	72.7	75.3	72.0	64.0	58.1	65.0	71.2	74.0	70.6	68.5
Brillo Solar	horas	202.5	163.3	166.6	153.2	172.7	177.5	192.7	193.4	181.1	183.7	180.5	199.9	2,567
Velocidad del Viento	m/s	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	0.5
Precipitación	mm	44.8	55.5	102.2	160.6	147.0	62.6	31.4	38.2	127.1	170.6	116.7	82.8	1139.6
Evapotranspiración potencial	mm	146.69	117.37	138.65	121.85	126.73	120.96	141.85	161.18	143.29	136.58	122.30	132.27	1609.7
Balance Hídrico	mm	101.87	-61.85	-36.48	38.75	20.32	-58.33	-110.4	-122.9	-16.16	-34.00	-5.57	-49.5	-470.1

FUENTE IDEAM E INFORME DE CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA ESTACION FLANDES

A continuación se presenta un resumen de las principales características de los suelos y su aptitud para uso de los mismos.

TABLA 19. APTITUD DE USO DE LOS SUELOS

A.. TIERRAS PARA AGRICULTURA			
CLASE	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS	APTITUD DEL SUELO	RECOMENDACIONES GENERALES
II c	Suelos muy profundos; fértiles, bien drenados, presentan déficit de agua, aprovechable para las plantas en periodos del año.	Agricultura comercial; plátano yuca, maíz, sorgo, algodón, ajonjolí, frutales y pastos	Necesitan de riego suplementario, adición de materia orgánica, rotación de cultivos y adecuada fertilización.
III sc	Suelos de profundidad moderada y profundos, bien drenados, deficientes en agua para las plantas, susceptibles a la erosión	Agricultura comercial; plátano yuca, maíz, sorgo, algodón, ajonjolí, frutales, hortalizas y pastos	Mecanización controlada, siembras en curvas de nivel, nivelación, riego adicional abonamiento orgánico y fertilización.
IV sh	Suelos de profundidad moderada, mal drenados de textura arcillosa, con tendencia al encharcamiento y salinización.	Cultivos principalmente de arroz y pastos, en un semestre eventualmente, sorgo y maíz.	Riego y drenajes periódicos, abonamiento orgánico, fertilización y mecanización controlada.
IVsc	Suelos moderadamente profundos y profundos arcillosos, bien drenados, susceptibles a la erosión. Presenta déficit de humedad y fertilidad alta.	Agricultura comercial; algodón sorgo, maíz frijol, caña panelera y de azúcar, mango maracuyá, melón y pastos.	Riego supletorio por aspersion, nivelar, cultivar en curvas a nivel, abonamiento orgánico y fertilización.

IV sce	Suelos moderadamente profundos arcillosos, susceptibles a la erosión, presentan déficit de humedad para las plantas.	Agricultura comercial; maíz, algodón, mango, maracuya y pastos.	Riego por aspersión, nivelar, cultivar en curvas a nivel mecanización controlada, obras de control de erosión (trinchos, barreras vivas), abonamiento orgánico, fertilización.
B. TIERRAS PARA GANADERIA; CULTIVOS PERMANENTES; VEGETACION PROTECTORA- PRODUCTORA			
Visc	Suelos superficiales, bien a excesivamente drenados, susceptibles a inundaciones y salinizarse. Tienen baja retención de humedad	Ganadería con pastos; para alemán, angleton y en un semestre cultivos de maíz, frijol y tomate.	Control de inundaciones (jarillones, rectificación de cause), obras de drenajes, rotación de potreros, abonamiento orgánico y fertilización.
VI sce	Suelos superficiales con drenaje excesivo susceptibles a la erosión, y alto déficit de humedad	Ganadería con pastos de corte, agricultura sectorizada con maíz, frijol y sandía.	Control de erosión (trinchos, siembras en curvas a nivel barreras vivas) abonamiento orgánico y fertilización.
C. TIERRAS PARA VEGETACIÓN PERMANENTE (TIPO MULTIESTRATA)			
VII sce	Suelos muy superficiales, susceptibles a la erosión por su relieve abrupto, pedregoso y con alto déficit de humedad.	Cobertura vegetal permanente, vegetación protectora-productora, solamente pastos de corte y en algunos sectores sandios y maracuyá.	Control de erosión con barreras vivas y muertas, proteger y promover el desarrollo de la vegetación natural.
D. TIERRAS PARA CONSERVACIÓN DE VEGETACIÓN; FAUNA; EL PAISAJE; LAS AGUAS Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS			
VIII	No existen suelos o estos son muy incipientes, áreas erosionadas, afloramiento rocoso, taludes y causes inundables.	Se vende para cualquier uso agropecuario. Áreas para la preservación del paisaje, la flora, fauna, aguas y suelos.	Programas de colonización vegetal, programas de vigilancia de tal y quema.
LIMITANTES DE LA SUBCLASE AGROLOGICA			
<i>e- suelos susceptibles a la erosión o con algún grado de erosión</i> <i>h- suelos con limitaciones por exceso de humedad</i> <i>S- suelos con limitaciones en la zona radicular (físicas o químicas)</i> <i>c- suelos con limitaciones climáticas para la agricultura</i>			

Fuente. POT Girardot. Marco Físico

10.1.2 SITUACIÓN GEOLÓGICA

La región estudiada se encuentra situada geológicamente en la interface de los valles medio y superior del río Magdalena y litológicamente está constituida por rocas sedimentarias marina y continentales, con edades comprendidas entre el Cretácico Superior y el Cuaternario. El limite Norte de la Cuenca Baja del Río Bogotá corresponde a la barrera Girardot-Guataquí, en donde la secuencia sedimentaria va desde el Turoniano hasta el Maestrichtiano, representada por las fases calco arcillosas del grupo Villeta, seguido de dos niveles de margas y lilitas del grupo Olini.

Continúa la secuencia con un horizonte donde predominan Lutitas y areniscas para determinar con horizontes de areniscas y conglomerados de la formación la tabla que marcan el fin de la sedimentación Cretácica.

El grupo Olini y la formación la Tabla son fundamentalmente de origen marino. Hacia el extremo sur de la Cuenca del río Bogotá, la sedimentación corresponde a unas fases arenosas correlacionales con el grupo Guadalupe de la sabana de Bogotá, la cual se extiende hasta el final del Cretácico.

La sedimentación terciaria subyace a la Cretácica. Al norte del río Bogotá, los sedimentos terciarios corresponden a las formaciones seca, en San Juan de Río seco, Santa Teresa y Honda y, al sur de aquel río las unidades sedimentarias corresponden a las formaciones Guaguas, Gualanday y Honda. Estas unidades terciarias, a uno y otro lado del río Bogotá son entre sí correlacionales crono y lito
estratigráficamente.

La secuencia Vulcano-sedimentaria de la formación Honda se encuentra bien expuesta en la parte central de la Cuenca, subyace en contacto normal a la formación Cira y es discordante sobre el Cretácico de la Cordillera de Agua de Dios.

Cubriendo parcialmente a las unidades cenozoicas, afloran diversos depósitos de origen fluvio-torrencial dejando geo-formas aterrazadas, llanuras aluviales y de inundación asociadas a los ríos Magdalena, Bogotá, Paguey, Sumapaz y sus tributarios.

La secuencia sedimentaria se encuentra plegada y fracturada según un estilo estructural compresivo afectado posteriormente por fallamientos transversales

asociados a los diferentes eventos orogénicos que han ocurrido a través de la historia geológica de la región.

El modelo tectónico es el producto de deformaciones compresivas ocurridas en el Cenozoico, especialmente a finales del mioceno, durante la fase final de la orogenia andina (Mojica salinas 1948).

10.1.3 ESTADO GEOMORFOLÓGICO DEL ÁREA

La Fisiografía dominante corresponde a planicies fluviales y planicies aluviales con conjuntos de relieves de valles planos y terrazas planas con rango de pendientes del 3% al 7%. Por otra parte se encuentran laderas de montaña, colinas y abanicos con conjuntos de relieves ligeramente onduladas a fuertemente escarpadas, con pendientes entre el 12% y el 50%.

La zona de influencia del área de estudio del TPI, presenta características topográficas de valle. En el paisaje de valle el factor limitante más severo para la utilización de los suelos es la susceptibilidad a la inundación o encharcamiento por algunos periodos del año.

La cuenca baja del río Bogotá está delimitada por cadenas montañosas altas, abruptas, con rumbos constantes, siguiendo lineamientos predominantemente rectilíneos. Las laderas de las montañas están constituidas preferencialmente por escalonamientos de facetas triangulares, separado entre sí por lineamientos rectilíneos, los cuales configuran un patrón del drenaje sub-paralelo sub-angular.

El comportamiento morfológico general descrito para la cuenca baja del río Bogotá tiene su origen en el comportamiento morfo-estructural regional entre Girardot - Tocaima, denominado serranía de Alonso Vera, estructuralmente corresponde a un pliegue de tipo anticlinal cuyo eje es relativamente rectilíneo y paralelo a la carretera que une a las dos poblaciones anteriormente citadas. La

divisoria de aguas la constituye la cresta del pliegue y la vertiente sur de la serranía corresponde al flanco de la estructura.

El uso actual del suelo de la zona aledaña al canal de Miraflores es residencial, se caracteriza por presentar una gran cantidad de viviendas en poca área, es decir, esta densamente poblada, ya que corresponde a sectores residenciales de estratos 2 y 3, La topografía del área de estudio se caracteriza por presentar dos (2) tipos de pendientes homogéneas durante todo su trayecto. La Primera parte con una pendiente de 0.5% durante un trayecto aproximado de 550 m, el cual se encuentra revestido totalmente en concreto tanto en su base como en su parte lateral, sobre este tramo no se encuentra vegetación alguna, solamente en algunas sectores presenta vegetación de tipo rastrojo sobre la parte superior a las caras del canal.

La Segunda parte corresponde al resto del trayecto del canal el cual no se encuentra cubierto en concreto, sino en tierra, con una pendiente aproximada de 0.3% en todo su trayecto, con una longitud aproximada de 620 m, que corresponde al 53% de la longitud total.

10.1.4 HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica del municipio está comprendida por las cuencas de los ríos Bogotá y el Magdalena. La cuenca del río Bogotá está conformada en el sector oriental del municipio por las micro cuencas de las quebradas Berlín, Presidente, Barza loza, Guabinal, La Figueroa con sus afluentes La Aguada, El mohán, el higuerón. En el sector sur del municipio la cuenca del Río Magdalena recibe las fuentes hídricas de la quebrada Agua blanca, quebrada el Lobón, El Hobon, La Yeguera (cauce permanente).

La cuenca del río Bogotá posee una serie de drenajes invernales que alimentan su cauce, como son los zanjones quebrada Berlín, zanjón de la Escuela,

quebrada Presidente, quebrada los Cumulas, zanja el Buitrón, quebrada Guabinal, la Figueroa, San Antonio y Barza loza.

El sistema hídrico del municipio cuenta con afloramientos de agua, ubicados principalmente en el sector correspondiente a la serranía de Alonso Vera, entre los más importantes tenemos: El Encanto, el cual da origen a la quebrada Agua blanca y está ubicado en el sector norte de la vereda del mismo nombre; La Aguada en el sector norte de la vereda Berlín; Los Cumulas en el norte de la vereda Guabinal; La Julia y la Guarígua en el sector norte de la vereda Guabinal Cerro. Las comunidades asentadas en las áreas de influencia, utilizan estas aguas para consumo doméstico y como abrevadero.

10.1.5 CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Según y del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Girardot y estudios de la empresa ACUAGYR S.A. E.S.P, concepto de calidad del agua se refiere a las características de las aguas que puedan afectar su adaptabilidad a un uso específico, la calidad del agua se define por una o más características físicas, químicas o biológicas. Preferencias personales pueden también constituir una simple evaluación de aceptabilidad.

10.1.6 RÍO BOGOTÁ

El Río Bogotá conforma el límite oriental del municipio en una distancia de 20 Km. discurre en sentido Norte – Sur Occidente, presenta un caudal permanente, su cauce tiene como característica la existencia de meandros, lo cual ocasiona cambios localizados del cauce, en su recorrido recibe los drenajes y quebradas del municipio, con base en los reportes hidrometeorológicos de la estación la Campiña (2120920 Girardot) su caudal promedio máximo anual es de 55.49 M3/PS.

Sus zonas de vega y áreas vecinas son utilizadas por las comunidades para la explotación de cultivos permanentes como el plátano, sorgo y maíz. La calidad del agua del Río está totalmente deteriorada por la altísima contaminación con materia orgánica y sustancias químicas e industrial, lo cual hace que las comunidades ribereñas no puedan hacer uso de este importante recurso hídrico, generando un limitante de gran magnitud para el desarrollo Socio Económico del Municipio de Girardot y en general de todos los municipios de la cuenca baja del Río Bogotá.

Las principales micro-cuencas físicas del río Bogotá son las siguientes:

- Micro cuenca los Mojones
- Micro cuenca la Yeguera
- Micro cuenca Agua blanca – Guabinal
- Micro cuenca Cumulas
- Micro cuenca Quebrada Seca

10.1.7 TASAS Y CAUDALES DE DEMANDA Y VERTIMIENTO

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE GIRARDOT Y LA REGION
ACUAGYR S.A E.S.P

Consumo año 2014	9.404.155 M3.
Consumo promedio día	$9.404155 / 365 = 25.765 \text{ M3.}$
Población atendida con el servicio de agua potable durante el año 2008 sector urbano y rural del Municipio de Girardot	111.825 habitantes
Tasa de cobertura del sistema de acueducto	092
Dotación media	$25.765 / (111625 * 0,92)$

	m = 250 l/hab.-d.
Producción de aguas residuales por cápita	Dotación per cápita (250 l/hab.-d) * tasa de vertimiento (09) = 225 l/hab.-d.
Tasa de conexión	90%
Producción unitaria de aguas residuales	225 l/hab.-d * 0,90 = 202.5 l/hab.-d.
CARGA ORGANICA	
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	100 g/hab.-d.
DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días)	50 g/hab.-d.
SST (Sólidos Suspendidos Totales)	▪ 60 g/hab.-d.

La red de drenaje de la ciudad se compone de zanjas naturales y de colectores principales. Estos dos sistemas están en interacción, lo que ocasiona un sistema complejo en tiempo de lluvia. Todos los colectores principales son de tipo combinado. Las dos únicas partes construidas con una red específica a las aguas lluvias se encuentran sobre la avenida Aguas y la urbanización Santa Isabel.

La ciudad de Girardot puede dividirse en 7 cuencas urbanas tomando en cuenta las cuencas marcadas por un camino hídrico.

10.1.8 CUENCAS MARCADAS POR ZANJAS NATURALES

- La zanja La Honda
- La zanja El Coyal
- La zanja debajo del hospital (Santa Mónica)
- Los canales El Gallo, el Portachuelo y El Miraflores

Las otras tres cuencas marcadas por la topografía y el sentido de drenaje en la red de alcantarillado son:

- La parte centro Sur de la ciudad sobre la margen del río Magdalena
- La cuenca del barrio las Acacias
- La zanja de aguas residuales San Cayetano que drena el barrio Kennedy.

TABLA 20. EVALUACION DE LOS RIESGOS EN EL PROYECTO

FENÓMENO	LOCALIZACION	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
NATURALES				
Sismo	En todo el área del frente de obra	M	B	B
ANTRÓPICOS				
Accidentes de tránsito	En el frente de obra y en las rutas de desvío	A	A	A
Incendio	En el frente de obra o en el campamento	B	A	M
Derrame	En todo el frente de obra	B	M	M
Disturbio civil	En el frente de obra	B	B	B
Afectación a la salud e integridad física de los trabajadores	En el frente de obra	A	M	M

Fuente: Ref. (2)

El medio socioeconómico sufre una serie de afectaciones producto en su mayoría, de la intervención antrópica del proyecto, dentro de las cuales podemos identificar los siguientes impactos principales a tener en cuenta:

Infraestructura y Servicios

La oferta de infraestructura y servicios de por si producen un impacto sobre la zona del proyecto de la construcción o mejoramiento de la vía, a lo largo de la estructura urbana del sector donde se emplaza el canal, como en la operación y servicios del sistema como tal.

La estructura urbana sufre cambios que generalmente afectan el Paisaje general del entorno afectado, así se tomen medidas ornamentales para integrar el proyecto al nuevo entorno. Esta estructura afectará en mayor o menor medida los procesos económicos y culturales de la población afectada.

Otras afectaciones están directamente relacionados y normalmente afectan la aceptabilidad del proyecto por parte de la comunidad afectada, debido al conflicto ambiental de uso del suelo y social debido a que la comunidad emplazada se opondrá en principio a la ejecución del proyecto.

El aumento del tráfico inducido por la actividad constructiva, es un impacto negativo ya que causa cierta incomodidad a la comunidad residente en el frente de obra mientras dura la misma.

El aumento de usos o actividades del sector, como el turismo, la recreación y demás actividades es un factor que afecta directamente a la población cercana al proyecto. Esta situación se promueve generando un espacio donde dichas actividades se desarrollen. Para lo anterior se ha planteado la construcción de una ciclovía paralela al canal.

Calidad del Paisaje

La calidad del paisaje se ve afectada principalmente por las molestias e impactos estéticos adversos, percibidos o reales, en las cercanías del frente de obra, durante todas las etapas del proyecto. Esto, se hace inevitable ya que la infraestructura planteada está en bien de producir un mejoramiento de la calidad de vida de la población afectada a partir del mejoramiento de las condiciones de movilidad, sanitarias y ambientales, impone cambios necesarios en el paisaje, que en todos los casos pueden compensarse e incluso mejorarse respecto de la condición precedente al emplazamiento del proyecto como se plantea en el plan urbanístico del proyecto.

11. DIAGNOSTICO

Los estudios técnicos realizados indicaron que la zona de estudio por donde converge la vía, presenta en general una topografía relativamente plana y suavemente ondulada, cubierta abundante vegetación de porte medio y bajo, sin mantenimiento, con profusión de basuras y detritos de demolición en sus márgenes.

La colocación de rellenos directamente sobre el talud de la vía, son de baja compactación y han aumentado la sobrecarga en el talud, ocasionando el colapso de los suelos superficiales. La infiltración de agua en épocas de lluvia, satura los materiales y facilita el movimiento de los suelos sueltos en estos períodos.

Los rellenos superficiales de la vía, son porosos y de mayor permeabilidad, lo cual genera formación de cárcavas en algunos sectores y acumulación de agua en los poros en otros, que sumados a la ausencia de confinamiento lateral, ocasionan hundimientos, desplazamientos del borde, corrimientos y deslizamientos a lo largo del contacto corte relleno.

La formación de grietas longitudinales y desplazamiento del borde de la vía son consecuencia de la baja compactación, falta de contención lateral de la estructura del pavimento y deficiente drenaje del agua superficial.

Las fallas del pavimento asfáltico, también se encuentran relacionadas con el asentamiento y la falta de un sobre ancho en la base y la ausencia de bermas en la zona del talud.

La exploración del subsuelo se ejecutó empleando equipos de barreno manual y mecánico, tomando muestras alteradas e inalteradas de los diferentes estratos de suelos y llevando un registro detallado en cada perforación, identificando los estratos encontrados y la localización del nivel freático al inicio y final de cada perforación.

A lo largo de la vía, se presentan fenómenos de inestabilidad de la banca de la vía y de los costados del canal. Estos fenómenos están asociados a la pérdida de confinamiento lateral y concentración de esfuerzos cortantes sobre los suelos superficiales, debidos a la excavación del canal y al efecto de las vibraciones de la vía que ocasionan deslizamientos de los costados del canal y fracturas en el pavimento. También han llevado al colapso y hundimiento de estructuras de contención.

El subsuelo encontrado en esta vía, en el área de estudio es típico de materiales del cuaternario, depósitos de terraza formados por los ríos Magdalena y Bogotá. Se trata de materiales poco consolidados, depositados recientemente en un ambiente aluvial, conformado por secuencias de arcillas, limos y suelos con intercalaciones de arenas.

En general puede establecerse que la vía sobre márgenes del canal presenta una condición de estabilidad actual favorable, con valores del factor de seguridad en condiciones críticas de 1.4 y 2.5. Los menores valores se encuentran hacia el final del canal. Sin embargo, de acuerdo con los resultados iniciales de estabilidad los materiales que presentan inestabilidad corresponden a los rellenos antrópicos que presentan mayor espesor.

El ingreso de agua ha alterado algunos materiales; además la vía construida sobre el talud, ha sido sometida a tráfico de mayor peso, la falta de obras de contención, drenajes y falta del recubrimiento del canal han hecho que de alguna manera afecte a lo largo la estabilidad de la vía y seguridad de los conductores.

Los hombros del talud sobre el cual se ha construido la vía, tienen alta susceptibilidad a presentar fenómenos inestabilizantes, que están relacionados con el deficiente drenaje y la infiltración de aguas superficiales.

Este diagnóstico recomienda dos alternativas técnicas, la primera recuperar la vía a través de un mejor diseño geométrico y asimilarlo al entorno:

(i) Canalización total de sección trapezoidal del canal Miraflores en concreto y su asimilación al entorno y (ii) Canalización total del canal Miraflores mediante la utilización un box couvert en todo su trayecto y luego realizando relleno en material adecuado, para intervenir la parte superior de este canal.

La estructura del pavimento que se rehabilite o construya se debe hacer partiendo del principio de esperar bajas solicitaciones de carga, debidas fundamentalmente al tránsito de bicicletas, motos y excepcionalmente vehículos de servicio.

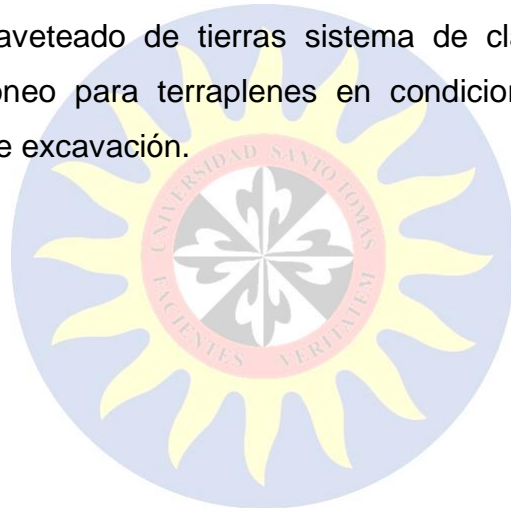
Con respecto a la propuesta de intervención ya sea la opción (i) o (ii), el impacto social e el sector se ve reflejado de manera positiva en el mejoramiento de la calidad de vida del sector, la incorporación de bahías, ciclo rutas e intersecciones, ofrece una percepción de desarrollo urbanístico en el sector de la carbonera que será de alto impacto ya sea para sus habitantes y la posible valorización del sector.

12. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES DE INTERVENCION

- La evaluación previa para el diseño de la adecuación del caño de Miraflores, se sugiere la alternativa (i) como alternativa técnica más viable, basados en las siguientes consideraciones:

- Desde el punto de vista económico, la alternativa (i) también resulta más rentable, puesto que solo se efectuaría una rectificación geométrica de la **vía** y de la sección hidráulica del canal y se puede enfocar los recursos a temas de mejoramiento del entorno y oferta ambiental. La alternativa (ii) es más costosa aun aprovechando material de excavación para el relleno. Sin embargo, plantear por etapas este proyecto iría en detrimento del objetivo, que es convertir la vía y el canal en un corredor ambiental.
- Se evidencia que la mayoría de los impactos de la intervención de esta vía construida sobre un canal de aguas lluvias, son de carácter temporal y puntual, impactos que se irán remediando progresivamente a medida que avance el proyecto, mediante la ejecución de programas de manejo para los componentes geosféricos, atmosféricos, biótico, hídrico y socioeconómico, registrándose un impacto altamente positivo sobre cada subcomponente con relación al estado actual.
- Adicionalmente, se propone desarrollar un proyecto de mejoramiento de la vía con una oferta ambiental del canal mediante la construcción de una ciclo vía sobre las márgenes izquierda y derecha de los hombros del canal. Esto con la finalidad de convertir esta vía junto con el canal, en un primer corredor ambiental, situación que se replicaría en otros cauces similares del municipio.
- Con base en lo anterior y la alternativa seleccionada, y retomando conceptualmente la visión del espacio público en sentido apropiado debe generar desplazamientos lúdicos para transeúntes, ciclistas y conductores, generando en sus habitantes el sentido de pertenencia al sitio con un indudable fortalecimiento de identidad cultural en un proceso de renovación urbana que mejorará la imagen de la ciudad.

- La intervención de la vía construida sobre el canal de Miraflores, generará procesos de desarrollo, integración ciudadana y plusvalía urbana sobre los bordes habitacionales, comerciales e industriales del sitio al desarrollar espacios suficientes y adecuados para la comunicación de los habitantes en el entorno habitacional urbano.
- De acuerdo con los materiales encontrados, en el entorno sobre la cual está construida la vía, la fundación para los apoyos de las estructuras podrá manejarse del tipo superficial continuo, a nivel -2.50 metros, contados a partir de la cota actual del terreno, nivel inferior del bordillo de la vía.
- Se propone el claveteado de tierras sistema de claveteado dinámico es especialmente idóneo para terraplenes en condiciones inestables y para estabilizar obras de excavación.



13. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INTERVENCIÓN EN EL CANAL DE MIRAFLORES

13.1 CONSTRUCCIÓN

Ejecución de los cortes.

El corte de los materiales se deberá ejecutar de conformidad con las secciones transversales del proyecto o las explícitamente ordenadas por la Interventoría.

Cuando en el fondo proyectado de las excavaciones, se encontraren materiales inadecuados para la sub-rasante, el Contratista deberá removerlos hasta las cotas necesarias, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

Sobre-excavación.

Se considerará como sobre-excavación, el retiro o ablanda

13.2 DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Utilización.

El Contratista deberá disponer los materiales sobrantes, producto de las excavaciones, colocándolos en las áreas previstas del proyecto, tanto de los separadores como lateralmente a las calzadas, aprobadas por la Interventoría, de conformidad con los alineamientos, dimensiones y cotas de los planos y las instrucciones de la Interventoría.

Deberá escogerse y almacenarse en áreas aprobadas para realizar oportunamente los rellenos en tierra negra orgánica especificados, suficiente material de este tipo, aprobado por la Interventoría.

Asimismo, siempre que fuera necesario, en los casos en que para la colocación del material sobrante, de acuerdo con los planos, se hiciera necesaria la terminación previa de alguna parte de la obra, el material deberá almacenarse provisionalmente en zonas vecinas aprobadas, para su posterior colocación definitiva.

Los excedentes del material sobrante, no utilizables, deberán disponerse en áreas de desecho, aprobadas por la Interventoría.

El Contratista no podrá desechar materiales colocándolas en áreas no aprobadas ni podrá retirarlos para fines distintos del contrato, sin la autorización previa por escrito de la Interventoría.

Colocación.

El Contratista deberá colocar los materiales sobrantes en las áreas aprobadas, tanto las previstas en el proyecto como las de desecho de excedentes, de acuerdo con los requisitos detallados a continuación y la aprobación de la Interventoría.

El material se extenderá en capas sucesivas aproximadamente horizontales, de un espesor suelto no mayor de 30cms. Cada capa deberá emparejarse y nivelarse satisfactoriamente, antes de la colocación de la siguiente.

Siempre que fuera posible, los materiales se colocarán en forma tal que los de características más orgánicas queden colocados hacia la parte superior de la sección.

La superficie final, deberá quedar uniforme y pareja, con las pendientes adecuadas para asegurar el correcto drenaje y la mejor apariencia, dentro de los criterios paisajistas del Proyectista, de acuerdo con la Interventoría.

El material de desecho comprende la extendida y compactación del material con pasadas de bull-dozer únicamente en el sitio de desecho.

MEDIDAS Y PAGOS

Las excavaciones para la conformación de la sub-rasante se medirán por los metros cúbicos, con aproximación al metro cúbico completo, del material excavado, en su posición original de acuerdo con los planos y aprobación de la Interventoría. La cubicación se hará con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, verificadas por la Interventoría antes y después de ejecutarse satisfactoriamente los trabajos.

El pago se realizará al respectivo precio unitario del contrato el cual incluirá la remuneración completa por la ejecución de los trabajos, incluyendo la disposición de los sobrantes, el transporte o acarreo, dentro de una distancia de “acarreo libre” de noventa (90) mts. Y su colocación en las áreas aprobadas de acuerdo con las especificaciones.

Incluirá asimismo, el costo de equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos y demás gastos necesarios para completar esta parte del trabajo en un todo de acuerdo con los planos y especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

13.3 EXCAVACIONES PARA LA CONFORMACION DE LA SUBRASANTE CON CLASIFICACION DE MATERIALES

13.3.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere a las excavaciones necesarias para formar la subrasante, las cunetas y los taludes para construir terraplenes y remover derrumbes, todo de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos o establecidas por la Interventoría.

13.3.2 CLASIFICACIÓN

Las excavaciones se clasificarán en tres tipos únicamente: a) En roca; b) Común; c) Remoción de derrumbes.

Por excavación en roca se entiende la que se efectúa en rocas ígneas metamórficas o sedimentarias que no puedan ser excavadas sin el empleo de explosivos o el uso de desgarradores hidráulicos a criterio de la Interventoría. También se incluyen como roca los cantos rodados o piedras desprendidas que tengan un volumen mayor a 0.3 M³. Cada uno, cuya medida debe hacerla bien físicamente o visualmente la Interventoría.

Por excavación común se entiende la efectuada en cualquier otro tipo de material no incluido en el párrafo anterior o clasificado como derrumbe.

Por remoción de derrumbes se entiende la excavación, cargue y transporte de los materiales provenientes de los derrumbes que se puedan producir en la zona de la vía o en lugares que puedan afectar su estabilidad.

13.3.3 CONSTRUCCIÓN

Generalidades

El Contratista deberá realizar sus operaciones de manera continua y ordenada de acuerdo con el plan de trabajo aprobado.

No podrá iniciarse excavación alguna, mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida y se hayan colocado las correspondientes estacas de control, de acuerdo con la Interventoría.

13.4 SUB-BASE GRANULAR

13.4.1 DESCRIPCION

De acuerdo con esta sección el Contratista deberá suministrar, colocar y compactar, materiales para sub-base granular, sobre la subrasante preparada debidamente o sobre relleno de material seleccionado aprobado por la Interventoría, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y pendientes indicadas en los planos.

13.4.2 MATERIALES

El material estará constituido por una mezcla de piedra triturada, arena y finos que cumpla los siguientes requisitos:

13.4.3 GRANULOMETRÍA

El material deberá cumplir con una de las gradaciones siguientes:

	Tamiz A	Gradación B % que pasa	Tipo C
76.2 mm	(3")	100	
38.1 mm	(1 ½)	-	100
25.4 mm	(1")	-	-
No.4		30-70	30- 70
No.200		0 - 15	0-15
			40 -80
			5-20

El material retenido en el tamiz No.4, estará constituido por partículas de rocas sanas y durables.

Fracción que pasa el tamiz No.40: límite líquido: 30% máximo. Índice de plasticidad 6% máximo (AASHO T-90, T89).

CBR del material, correspondiente a una compactación del 95% de la máxima del Proctor Modificado (AASHO T 180-70 Método a 30% mínimo).

El material deberá tener características uniformes y deberá estar libre en todo momento de tierra vegetal, terrones de arcilla y otros materiales objetables.

Las fuentes de materiales así, como los equipos y procedimientos de producción deberán asegurar el cumplimiento de esas normas así como la homogeneidad del material que transporte a la obra.

Todos los trabajos de clasificación de agregados, incluyendo la separación y eliminación de sobre tamaños, deberán ejecutarse en el sitio de explotación o elaboración y en ningún caso en la obra.

Sobre la calzada se permitirá la mezcla de dos o más tipos de agregados en seco por procedimientos aprobados por la Interventoría, que en ningún caso produzcan deterioro o desperfecto a la sub-rasante o al mismo relleno ya construido. La mezcla deberá ser completa y el material resultante deberá estar en un todo de acuerdo con las normas.

13.4.4 CONSTRUCCION

Equipo

El Contratista podrá usar cualquier tipo de equipo apropiado para la construcción de relleno, incluyendo motoniveladora, carrotanque, distribuidor de agua, compactador de llantas o vibratorio, cilindradora de ruedas metálicas y equipo de transporte.

El equipo deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de la construcción de acuerdo con los programas de trabajo aprobados.

13.5 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

La sub-rasante solo se podrá colocar una vez esta se encuentre debidamente preparada y haya sido aprobada por la Interventoría ó a solicitud de esta se haya colocado debidamente material seleccionado según las especificaciones de la Sección 13.

a) Cuando la sub-rasante corresponde al terreno natural, una vez realizados los cortes necesarios, su superficie se escarificará hasta una profundidad de 10 cm como mínimo. Sobre ella se extenderá una capa de material granular aprobado, de aproximadamente 10 cms de espesor con la humedad necesaria,

compactándose luego el área hasta obtener una compactación no menor del 95% de la máxima del material (AASHO T 180-70 Método A).

Si el terreno natural se encontrase demasiado húmedo y blando, deberá drenarse adecuadamente y se colocará una capa de material granular del espesor adecuado hasta que puedan operar los equipos de construcción.

b) En el caso de que la sub-base se coloque sobre un relleno de material seleccionado, la superficie de este deberá estar terminada de acuerdo con las normas de la sección 13.

c) Si la sub-base, se debe construir sobre el afirmado de una vía existente, este deberá escarificarse hasta una profundidad de 10cms. Como mínimo se compactándose la superficie hasta obtener una compactación del 95% de la máxima, de acuerdo al ensayo Proctor Modificado (AASHO T-180-70 método A).

Si el espesor adicional de sub-base, requerido sobre el afirmado original fuera inferior a 10 cms. deberá añadirse el material adicional necesario, después de la escarificación, para su mezcla y compactación posterior.

13.5.1 COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN

El material se colocará en capas sucesivas, paralelas a la de rasante, de un espesor, una vez compactado, no mayor a 15 cms., a través de todo el ancho de la sección.

El material deberá tener la humedad necesaria antes de su compactación, para que ésta sea la indicada de acuerdo con los ensayos de laboratorio. Asimismo, deberá tratarse en forma tal, que se asegure un contenido de humedad uniforme en toda la capa.

El material se compactará hasta obtener una densidad de por lo menos el 95% de la densidad máxima determinada por el ensayo Proctor Modificado (Norma T-180 de AASHO Método A).

13.5.2 TOLERANCIAS

Se admitirán diferencias de 10cms con relación a la medida del proyecto, para la distancia del centro de la calzada a los bordes.

El espesor del relleno, verificado por medio de perforaciones espaciadas como mínimo cada 100 m. por cada carril y otro sistema adecuado, no debe ser menor en 2.0cms del proyectado.

Las cotas de superficie del relleno o sub-base terminado, no deberán variar en 2 cms., de las cotas de proyecto.

El Contratista deberá corregir satisfactoriamente con la aprobación de la Interventoría, las áreas que no se encuentren dentro de las tolerancias establecidas.

13.5.3 CONTROL

El Contratista deberá presentar la caracterización del material, indicando las canteras de suministro y hará ensayos de campo y laboratorio en el número y frecuencia que estime conveniente y que le permite efectuar oportunamente las correcciones, ajustes y modificaciones en el material, su humedad y sus sistemas de construcción, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y el mayor rendimiento en sus operaciones.

La Interventoría visitará y verificará si cumplen los materiales en el sitio de explotación y hará las recomendaciones necesarias para la mezcla de los

materiales u otros procedimientos que garanticen durante la construcción el cumplimiento de los requisitos de estas especificaciones por medio de los siguientes ensayos como mínimo:

- a) Gradación y límites de consistencia: Un ensayo por cada 700 M3 de material.
- b) Compactación Proctor Modificado (AASHO T-180- Método A): Un ensayo por cada 1500 M3 de material.
- c) Capacidad de soporte CBR (AASHOT-193-63): Un ensayo por cada 3.000 M3 de material.
- d) Compactación en el terreno (AASHOT 191 o T- 205): Un ensayo por 250 M2 de cada capa.
- e) Humedad de compactación de sub-base: Un ensayo por cada 150 M2 de cada capa.

En ningún caso podrá iniciarse la colocación de una capa, mientras no se hayan satisfecho los requisitos de compactación de la anterior con la aprobación de la Interventoría.

13.5.4 CONSERVACION

El Contratista deberá reparar satisfactoriamente a su costa, cualquier daño que se presente en el relleno una vez aprobado, atribuible a defectos en la construcción.

13.5.5 MEDIDAS Y PAGOS

El relleno en material seleccionado se medirá por el número de M3 con aproximación a un decimal, de material debidamente colocado, compactado y terminado de acuerdo con las normas las dimensiones y cotas de los planos y la aprobación de la Interventoría. No se medirá ni pagará por aparte la preparación de la sub-rasante.

El pago se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato, el cual incluirá la remuneración completa por el suministro del material, su cargue y transporte, colocación, humedecimiento y compactación, equipos y herramientas, mano de obra desperdicios e imprevistos y todos los demás gastos necesarios para completar el relleno en un todo de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

13.6 BASE GRANULAR

13.6.1 DESCRIPCION

De acuerdo con esta Sección el Contratista deberá suministrar, colocar y compactar materiales granulares para la base de pavimento, sobre la sub-base terminada y aprobada por la Interventoría, de acuerdo con las alternativas, dimensiones y pendientes indicados en los planos.

13.6.2 MATERIALES

El material consistirá de una mezcla apropiada de piedra triturada, arena y finos, libre de materia vegetal, terrones de arcilla y otros materiales objetables la cual deberá cumplir con los siguientes requisitos.

13.6.3 GRANULOMETRÍA

La gradación del material para la base, deberá encontrarse dentro de los límites de una cualquiera de las gradaciones tipos indicados en la tabla. La curva de granulometría del material deberá ser regular, con variaciones uniformes de los tamaños gruesos a los finos.

	GRADACION TIPO			
TAMIZ	% QUE PASA			
	A	B	C	D
76.2 mm (3")	100			
50.8 mm (2")	65-100	100		
38.1 mm (1 ½")		70-100	100	
25.4 mm (1")	45-75	55-85	70-100	100
19.05 mm (¾")		50-80	60-90	70-100
9.5 mm (3/8")	30-60	40-70	45-75	50-80
No. 4	25-50	30-60	30-60	35-65
No. 10	20-40	20-50	20-50	25-50
No. 40	10-25	10-30	10-30	15-30
No. 200	3-10	5-15	5-15	5-15

TABLA No.21 Gradación

13.6.4 AGREGADO GRUESO

Será el material retenido en el Tamiz No. 4. Estará constituido por fragmentos de rocas sanas, duras y durables. Por lo menos el 50% en peso de sus partículas deberán presentar caras fracturadas. Los fragmentos deberán ser en general de forma cúbica aproximadamente, con un mínimo de partículas alargadas y planas.

13.6.5 SOLIDEZ

En el ensayo de solidez con sulfato de sodio (AASHTO T-104-68) en el agregado grueso no debe mostrar señales de desintegración ni una pérdida mayor del 12% (5 ciclos).

13.6.6 DESGASTE

El desgaste del agregado grueso de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96-70 Gradación A) será menor del 35%.

13.6.7 LÍMITES DE CONSISTENCIA

Fracción que pasa el tamiz No. 40: Límite líquido 25% máximo; Índice de plasticidad 3% máximo.

13.6.8 CBR DEL MATERIAL

Para una compactación del 95% de la máxima del Proctor Modificado (AASHTO T-180-70 Método D): 80% mínimo.

13.6.9 UNIFORMIDAD DEL MATERIAL

Las fuentes de materiales, así como los equipos y procedimientos de producción, deberán asegurar el cumplimiento de esas normas, y así mismo la homogeneidad del material que se transporte a la obra.

Todos los trabajos de clasificación de agregados, incluyendo la separación y eliminación de sobre tamaños, deberán ejecutarse en el sitio que explotación o elaboración y en ningún caso en la obra. Sobre la calzada se permitirá la mezcla de dos o más tipos de agregados en seco por procedimientos aprobados por la Interventoría, que en ningún caso produzcan deterioros o desperfectos a la sub-base o a la misma base, ya construida. La mezcla deberá ser completa y el material resultante deberá estar en un todo de acuerdo con las normas.

13.6.10 CONSTRUCCIÓN BASE

13.6.10.1 EQUIPOS

El Contratista podrá usar cualquier tipo de equipo apropiado para la construcción de la base, incluyendo motoniveladora, carro tanque, distribuidor de agua, compactador de llantas o vibratorio, cilindrador de ruedas metálicas y equipo de transporte.

El equipo deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y/o su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de la construcción de acuerdo con los programas de trabajo aprobados.

13.6.10.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LA SUB-BASE

La base se construirá sobre la superficie de la sub-base, debidamente preparada y aprobada por la Interventoría.

La superficie de la sub.-base deberá barrerse para eliminar polvo y humedecerse inmediatamente antes de extender la primera capa de base.

Los sardineles deberán estar completamente contruidos y aprobados por la interventoría antes de proceder a la construcción de la base. Asimismo, deberán tener adecuado soporte lateral por el costado exterior de la calzada, para evitar posibles desplazamientos o desperfectos durante la construcción de la base.

13.6.10.3 COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN

El material se colocará en capas sucesivas, paralelas a la rasante con espesor una vez compactadas, de 10 cms. a través de todo el ancho de la Sección.

El material deberá tener la humedad necesaria antes de su compactación, para que esta sea la indicada de acuerdo con los ensayos de laboratorio. Asimismo, deberá tratarse en forma tal que se asegure un contenido de humedad uniforme en toda la capa.

El material se compactará hasta obtener como mínimo, el 95% de la densidad máxima del material según el Proctor Modificado (AASHO T 180 -70 Método D).

La compactación se deberá iniciar una vez extendida y emparejada la capa de material, por medio del compactador aprobado. La compactación se llevará a

cabo en forma paralela al eje desde los bordes hacia en centro de la calzada y deberá cubrir en forma uniforme, la totalidad de la superficie.

Deberán corregirse las irregularidades que se presente, escarificando el material en el área, retirando o añadiendo, según el caso y re compactando el área hasta que la superficie quede pareja y uniforme.

En todo sitio inaccesible al compactador, contra los sardineles, sumideros y otras estructuras, deberá utilizarse para la compactación equipos manuales aprobados, que aseguren el cumplimiento de los requisitos de las normas.

13.6.10.4 TOLERANCIA

La distancia del eje de la calzada al borde de la masa, no será menor que la proyectada.

El espesor de la base, comprobado por medio de perforaciones espaciadas como mínimo cada 50 mts. Por cada carril, o por otro sistema adecuado, no deberá ser menor en 1.5 cms. del proyectado.

Las cotas de la superficie de la base terminada, no deberán variar en ± 1.5 . cms. de las del proyecto.

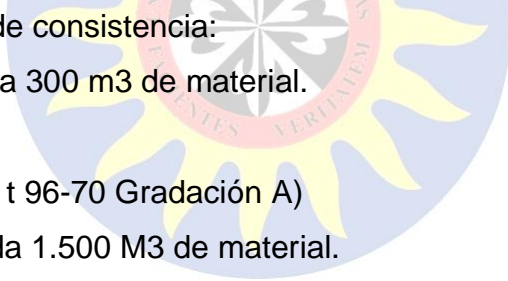
Al comprobar la superficie, con un reglón de 3mts de largo, longitudinal y transversalmente al eje no deberá mostrar diferencias de más de 1.5 cms. en ninguno de sus puntos.

El Contratista deberá corregir satisfactoriamente con la aprobación de la interventoría cualquier área que no se encontrare dentro de las tolerancias establecidas.

13.6.10.5 CONTROL

El Contratista deberá presentar la caracterización del material, indicando las canteras de suministro y hará ensayos de campo y laboratorio, en el número y frecuencia que estimare conveniente y que le permitan efectuar oportunamente las correcciones ajustes y modificaciones en el material, su humedad y sus sistemas de construcción, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y el mayor rendimiento de sus operaciones.

La interventoría visitará y verificará si cumplen los materiales en el sitio de explotación y hará las recomendaciones necesarias para la mezcla de los materiales u otros procedimientos que garanticen durante la construcción el cumplimiento de los requisitos de estas especificaciones por medio de los siguientes ensayos como mínimo:

- 
- a) Gradación límites de consistencia:
Un ensayo por cada 300 m3 de material.
 - b) Desgaste (AASHO t 96-70 Gradación A)
Un ensayo por cada 1.500 M3 de material.
 - c) Compactación - Proctor Modificado (AASHOT 180-70 Método D):
Un ensayo por cada 750 M3 de material
 - d) Capacidad de soporte CBR (AASHOT 193-63):
Un ensayo por cada 1.500 M3 de material.
 - e) Compactación en terreno (AASHOT 181-62):
Un ensayo para cada 250 M2 de cada capa.

f) Humedad de compactación:

Un ensayo para cada 150 M2 de cada capa.

En ningún caso podrá iniciarse la colocación de una capa, mientras no hayan satisfecho los requisitos de compactación de la anterior.

13.6.10.6 CONSERVACION

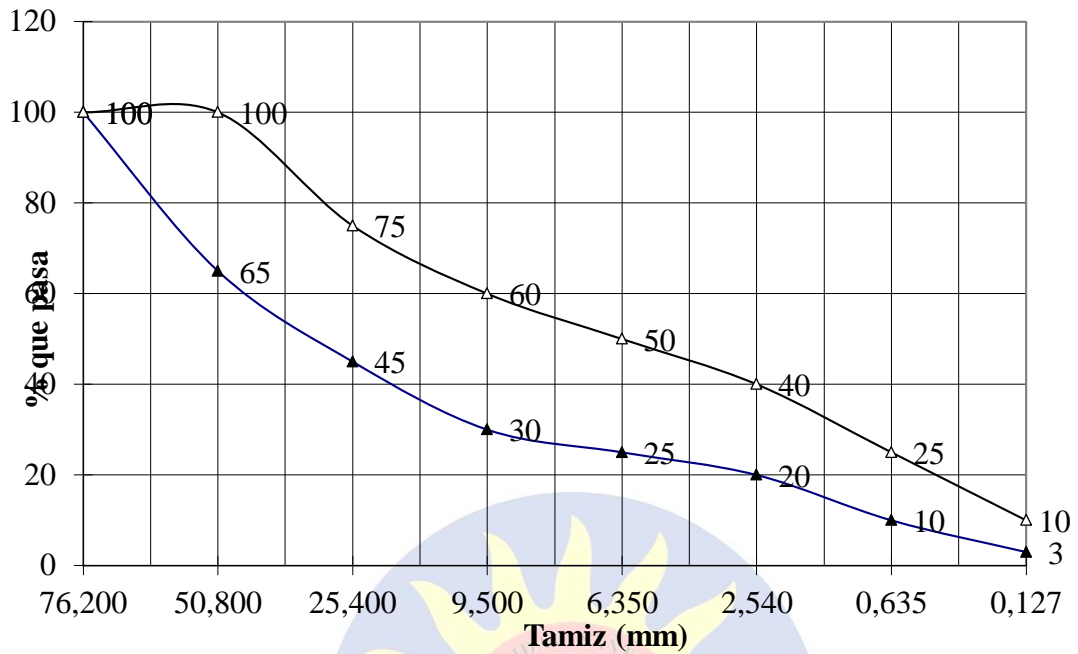
El Contratista deberá reparar satisfactoriamente a su costa cualquier daño que se presente en la base, una vez aprobada, atribuible a defectos en la construcción como también los deterioros que se presenten con anterioridad a la construcción del pavimento

13.6.10.7 MEDIDAS Y PAGOS

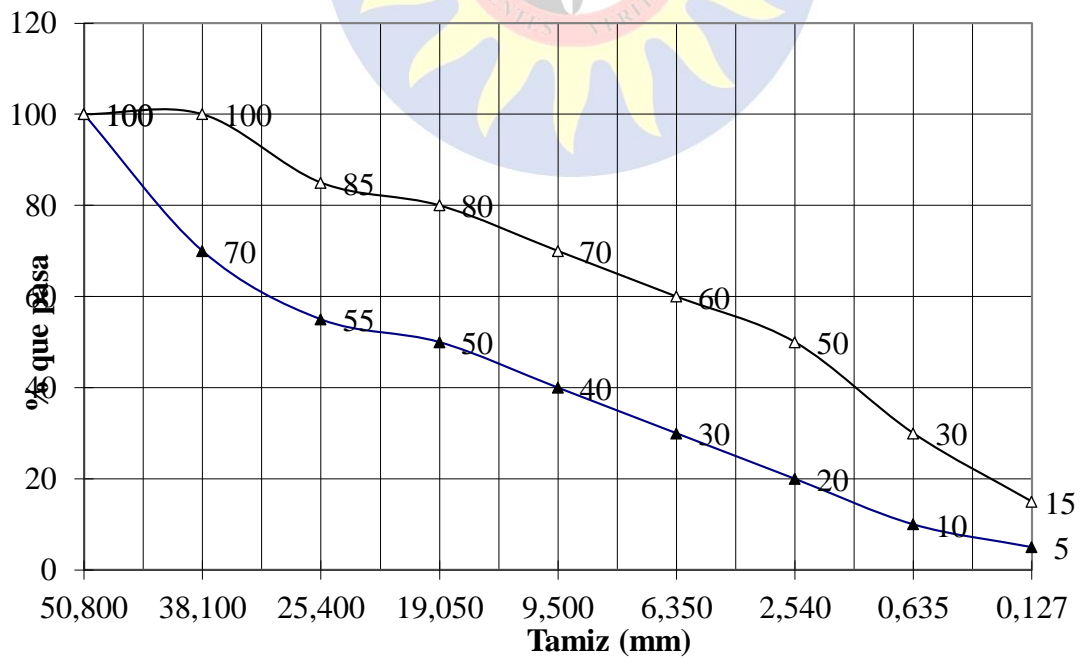
La base del pavimento, se medirá por el número de metros cuadrados con aproximación a un decimal según las dimensiones y cotas de los planos y las explícitamente autorizadas por la interventoría, del material debidamente colocado compactado y terminado, de acuerdo con estas normas y la aprobación de la interventoría.

El pago se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato el cual incluirá remuneración total por el suministro del material, cargue y transporte, colocación, humedecimiento y compactación equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos y todos los demás gastos necesarios para completar la base en un todo de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

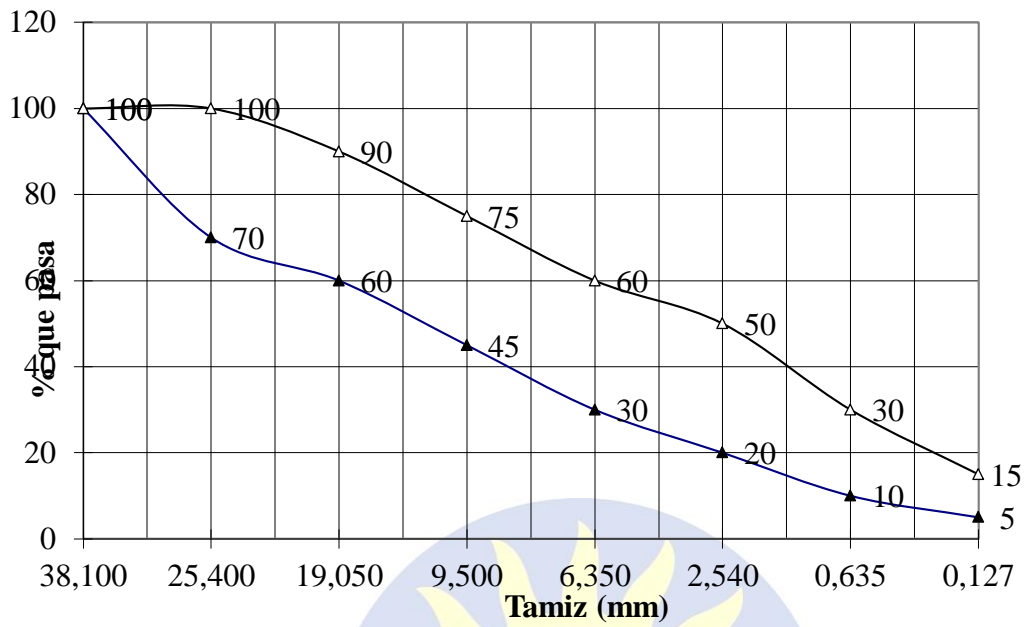
BASE GRANULAR GRADACION TIPO A



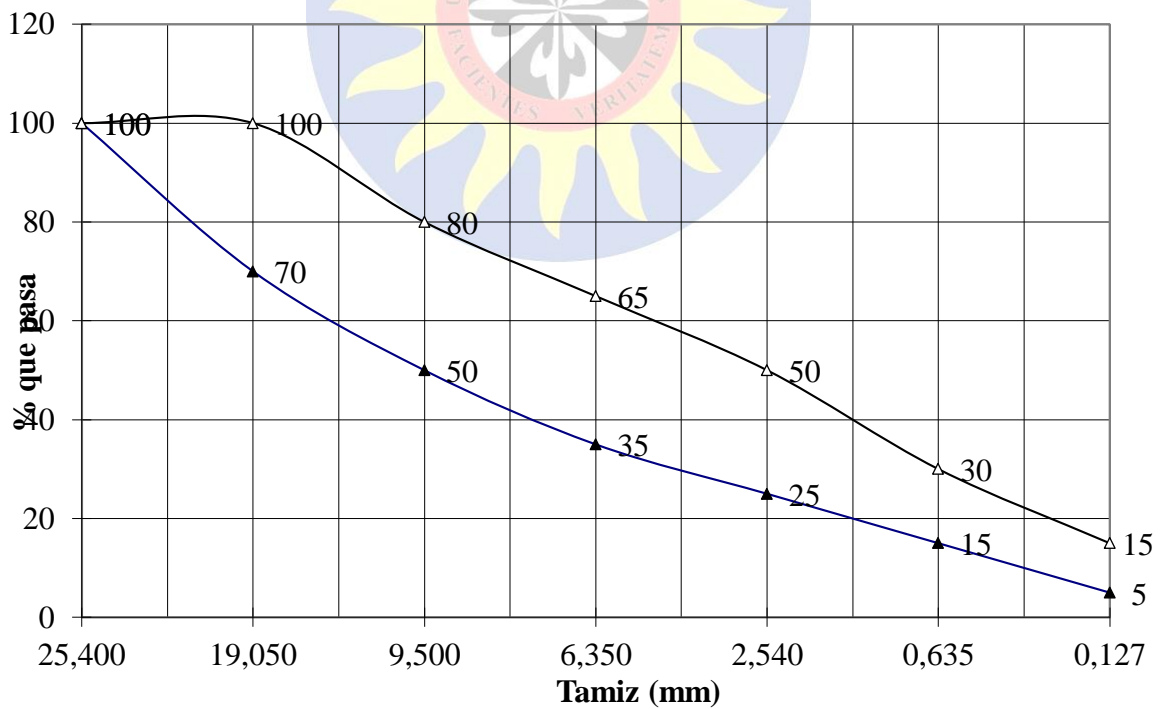
BASE GRANULAR GRADACION TIPO B



BASE GRANULAR GRADACION TIPO C



BASE GRANULAR GRADACION TIPO D



13.6.11 PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE.

La preparación y mejoramiento de la sub rasante, se realizará retirando el material existente, para luego perfilarla y compactarla según los alineamientos y pendientes que establezca la topografía y la interventoría.

La ejecución de los trabajos de preparación y mejoramiento de la sub rasante se efectuará según los procedimientos de la interventoría.

El suelo que se aporte para el mejoramiento de la sub rasante se aplicara en los sitios indicados definidos previamente por la interventoría, garantizando que la mezcla cumpla con las exigencias ARTÍCULO 230 de INVIAS 2013.

El mejoramiento de la Sub rasante se realizara empleando únicamente material adicionado, Artículo 320 de INVIAS 2013, construyendo directamente sobre el suelo natural existente, excavando previamente el espesor indicado.

En la construcción de la sub rasante se incluirá la conformación de las cunetas, las cuales previamente se perfilaran, con sus respectivas pendientes y secciones transversales indicadas por el Interventor y según planos que se adopten.

Una vez se estén realizando los respectivos trabajos se prohibirá el transito sobre las capas que se estén compactando.

Se deberán emplear materiales deberán cumplir con los requisitos exigidos en el numeral 220.2 del Artículo 220, para los denominados suelos seleccionados.

La sub rasante mejorada tendrá que tener una superficie uniforme, ajustada a las pendientes establecidas, verificándose por el interventor la distancia entre el

eje del proyecto y el borde de la capa no deberá ser inferior a la señalada en planos.

Las cotas en cualquier punto de la sub rasante no deberá variar en más de 30 mm de la cota proyectada, aceptándose la tolerancia solamente, por abajo.

Compactación

La aceptación de la compactación de la sub rasante mejorada, se definirá como “lote” y se aceptara o rechazara el menor volumen según el cumplimiento de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de sub rasante mejorada en el ancho total de una calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de sub rasante mejorada.
- El volumen construido con el mismo material, proveniente del mismo corte o préstamo y colocado y compactado con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

Para la determinación de la densidad seca en el terreno se elegirá al azar, según la norma de ensayo INVIAS 2013 ART.311 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, para lo cual se realizaran como mínimo cinco (5) ensayos por lote.

La densidad seca de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, que permita hacer la corrección por presencia de partículas gruesas.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación exigidas en este numeral, deberán ser rehumedecidos cuando sea necesario y re-compactados nuevamente hasta obtener un valor aceptable de la densidad seca.

Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinara el espesor promedio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al espesor de diseño (e_d).

Formula $e_m \geq e_d$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85%) del espesor de diseño. Si la exigencia incluida en este párrafo no se cumple, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características y re-compactar y terminar la capa conforme lo exige el presente.

Si el espesor medio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, el Interventor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los

costos para el Instituto Nacional de Vías. Si el Constructor no suscribe este compromiso, se procederá como en el párrafo anterior.

13.6.11.1 LISURA

El Interventor comprobará la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, en todos los sitios que considere conveniente hacerlo, empleando para ello una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia será delimitada por el Interventor, y el Constructor deberá corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos.

13.6.11.2 PROTECCIÓN DE LA SUBRASANTE MEJORADA

El Constructor deberá responder por la conservación de la subrasante mejorada hasta que se coloque la capa superior y corregirá, a su costa, cualquier daño que ocurra en ella después de terminada, no atribuible a fuerza mayor o caso fortuito.

Todas las áreas de sub-rasante mejorada donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de este.

14 .SIEMBRA DE GRAMA

14.1 DESCRIPCIÓN

De acuerdo con esta sección, el Contratista deberá suministrar y plantar la grama en las zonas verdes que forman parte del proyecto, de acuerdo con los planos y aprobación de la interventoría. El trabajo incluye el mantenimiento completo de la grama hasta su entrega definitiva y recibo por parte de la interventoría.

14.2 MATERIALES

A menos que se especifique en los planos una variedad diferente de pasto, deberá sembrarse pasto Kikuyo (Pennisetum Clandestinum) del tipo común en la ciudad.

14.3 CONSTRUCCIÓN

Para la ejecución de estos trabajos, el Contratista deberá contar con la colaboración de personal experimentado en labores similares, aprobado por la interventoría.

14.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Con anterioridad a la iniciación de las operaciones de siembra, el relleno de tierra negra deberá estar completo y terminado de acuerdo con las normas de la sección 11 y la aprobación de la interventoría.

Si fuera necesario, inmediatamente antes de iniciar la siembra, el Contratista deberá añadir y extender a su propia costa, material adicional, con la aprobación de la interventoría

14.5 SIEMBRA

a) El Contratista podrá sembrar la grama por medio de semillas o por cespedones.

El uso de una u otra alternativa o combinación de ambas, dependerá del sitio por sembrar, el programa de trabajo y las características del proyecto, con la aprobación de la interventoría.

En todo caso, el resultado final deberá ser un prado regular, denso y bien enraizado, con la superficie uniforme y pareja dentro de las tolerancias y libre de áreas inadecuadamente cubiertas.

b) La siembra por semilla, consistirá en la colocación sobre el terreno de estolones o estacas tomadas de matas "KiKuyo ", sanas y escogidas, en la aprobación necesaria para garantizar la emradización total del área en un término no mayor de 90 días.

Simultáneamente con la siembra, deberá aplicarse a la superficie, abono químico en proporciones adecuadas y riego abundante.

El área se deberá compactar ligeramente, dentro de las 24 horas después de completada la siembra, por medio de un cilindro manual del peso conveniente, con la aprobación de la interventoría.

La grama deberá regarse diariamente y se deberá podar por primera vez, aproximadamente 45 días después de sembrada, cilindrando nuevamente el área. Posteriormente, se deberá repetir el proceso de la poda y cilindrado, corrigiendo cualquier irregularidad o desperfecto y si fuera el caso, resemebrando las áreas necesarias, con la aprobación de la interventoría.

c) La siembra por cespedones consistirá en la colocación sobre el terreno, de bloques de césped de espesor uniforme, tomados de un prado desarrollado de “ Kikuyo “, podado previamente, de forma aproximadamente rectangular y dimensiones regulares.

Los cespedones deberán tener las raíces del pasto sanas y adheridas a una capa de tierra.

Antes de colocar los cespedones, deberá aplicarse a la superficie abono químico en las proporciones convenientes, aprobadas por la interventoría.

Los cespedones se extenderán sobre la superficie, haciéndolos casar en la mejor forma, evitando traslapos y vacíos con el fin de dejar una superficie pareja y uniforme.

Una vez plantada, la superficie deberá regarse abundantemente y en lo sucesivo diariamente y se deberá cilindrar frecuentemente con un cilindro manual, con el fin de emparejarla y hacer resaltar irregularidades y defectos que deberán corregirse a satisfacción de la interventoría.

La primera poda, deberá hacerse a los 45 días de plantado el prado, para evitar desplazamiento de los cespedones. Posteriormente, deberán hacerse las podas de mantenimiento necesarias.

14.6 MANTENIMIENTO

El Contratista deberá mantener y conservar en perfecto estado las zonas verdes, de acuerdo con estas normas, hasta su entrega y recibo definitivo por parte del Municipio, la cual no tendrá lugar sino 90 días, por lo menos, después de efectuada la siembra.

Para tal fin deberá aplicar el riego, insecticidas, fertilizantes y cualquier otro material necesario y deberá tomar las medidas apropiadas para impedir su deterioro, por causa de sus propias actividades o por acciones de terceros.

El Contratista deberá reparar satisfactoriamente y a su propia costa, cualquier área defectuosa o deteriorada con la aprobación de la interventoría.

14.7 MEDIDAS Y PAGOS

La siembra de grama se medirá por el área en metros cuadrados (M2) con aproximación a un decimal, efectivamente cubierta y terminada, de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la interventoría. Las medidas se tomarán en el terreno, paralelamente a la superficie.

El pago se efectuará al respectivo precio unitario del contrato, el cual incluirá la remuneración completa, por el suministro de la grama, abonos, agua y otros materiales, acarreos, siembra y mantenimiento, equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos, y demás gastos necesarios para completar en un todo esta parte de la obra, de acuerdo a los planos y las especificaciones.

15. PLANTACION DE ARBOLES

15.1 DESCRIPCIÓN

De acuerdo con esta sección, el Contratista deberá plantar los árboles, arbustos y plantas, de las especies indicadas y en las localizaciones señaladas en los planos y aprobadas por la interventoría. El trabajo incluye el mantenimiento de los árboles, arbustos y plantas hasta su entrega definitiva y recibo por parte de la interventoría.

15.2 MATERIALES

Los árboles, arbustos y plantas, serán suministrados por el Contratista listos para su trasplante.

15.3 TRASPLANTES Y SIEMBRA

Árboles. El trasplante y siembra de los árboles será una tarea cuidadosa, la cual deberá hacerse por medio de personal experimentado en este tipo de labores. En lo posible se sembrarán árboles con una altura mínima de 1.50 mts., aprobados por la interventoría.

Para el trasplante deberá hacerse una poda al árbol y luego deberá retirarse la tierra necesaria hasta conformar un “pan de tierra “alrededor de las raíces. El cual deberá envolverse cuidadosamente con costales, fuertemente amarrados con lazos. Con estos últimos se formarán dos argollas para el levante y manejo del árbol, el cual se realizará exclusivamente por tal medio. El “pan de tierra “deberá mantenerse húmedo durante toda la operación.

En el sitio de colocación y con suficiente anticipación, deberá prepararse la excavación para la siembra.

Dentro de los separadores, andenes, zonas de relleno o de piso natural muy compactado, los huecos para plantar los árboles tendrán un diámetro y profundidad de 1.20 m. En otras zonas, de piso blando, tendrá las dimensiones adecuadas para el “pan de tierra “y en todo caso. 0.60 m. de diámetro mínimo. Inmediatamente después de abierto, se le deberá aplicar “Aldrin “, en las proporciones adecuadas, aprobadas por la interventoría.

El hueco deberá rellenarse en todos los casos con tierra negra labrantía escogida, que cumpla los requisitos del numeral 11.2 de las especificaciones, con excepción de una capa de 15 cm. de espesor aproximadamente, colocada inmediatamente por debajo del “pan de tierra “, la cual tendrá la siguiente composición:

- 7 partes de tierra negra labrantía
- 2 2/3 partes de “Compost”
- 1/3 parte de abono 12-24-12 o similar.

Una vez colocado el árbol en su sitio y eliminada cuidadosamente la envoltura del “pan de tierra “, el resto de la excavación, se rellenará con tierra negra labrantía, que quede firme pero sin compactar.

El árbol se debe fijar a una pieza de madera, o tutor, de acuerdo con los planos. El trasplante se deberá realizar preferentemente en menguante y en época de lluvia. En el caso de tener que hacerlo en época seca, se deberá aplicar diariamente abundante riego, preferentemente en horas de la mañana.

Arbustos y plantas.- La altura mínima recomendada para la siembra, será 0.50 m. El trasplante y plantación consistirá de las siguientes operaciones:

a) Se removerá la planta, dejando un “pan de tierra“, adecuado el cual se asegurará debidamente para el transporte.

b) Se preparará la excavación en sitio definitivo, de las dimensiones adecuadas, y en ningún caso menores de 0.40 m. de diámetro y profundidad. En el fondo, se deberá colocar una capa de 15 cm. de espesor, compuesta de:

- 5 partes de tierra negra labrantía

- 4 $\frac{3}{4}$ partes de "Compost "
 $\frac{1}{4}$ parte de abono 12-24-12 o similar.

Una vez colocada la planta, el resto del foso se rellenará con tierra negra labrantía.

c) En el caso de los "Agaves ", el hueco para su siembra tendrá 30 X 30 cm. El relleno se hará con una mezcla de 5 partes de arena y 5 partes de tierra negra labrantía.

d) Como en el caso de los árboles, deberá aplicarse el riego necesario, durante todo el tiempo que las condiciones de las plantas lo requieran. Además un mes después de la siembra y en lo sucesivo cada dos meses, deberá aplicarse a cada planta 5 gramos de abono 12-24-12 o similar.

15.4 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El Contratista deberá mantener en perfecto estado la totalidad de los árboles, arbustos y plantas hasta la entrega y recibo definitivo de los trabajos, lo cual no tendrá lugar en ningún caso, antes de 90 días después de terminada la siembra. Con tal propósito, deberá aplicar el riego, fertilizantes, insecticidas y cualquier otro material necesario y deberá tomar todas las medidas necesarias para la protección del trabajo.

El Contratista deberá reemplazar a satisfacción del IDU cualquier árbol, arbusto o planta que no presentare condiciones satisfactorias una vez plantada, a juicio de la interventoría. En tal caso el IDU recibirá en forma definitiva tales árboles o plantas, a los 90 días después de ejecutado el cambio.

15.5 MEDIAS Y PAGOS

La medida por la siembra de árboles, arbustos y plantas se realizará por las unidades de cada tipo, de acuerdo a los términos del contrato, efectivamente plantadas de conformidad con los detalles de los planos, las especificaciones y la aprobación de la interventoría.

Su pago se realizará de acuerdo con el respectivo precio unitario de acuerdo con el respectivo precio unitario contractual, el cual incluirá la remuneración completa por el trasplante y siembra, preparación del sitio, suministro y colocación de tierra, abono, agua y cualquier otro material, el mantenimiento requerido, cargue y acarreo, equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos y cualquier otro costo necesario para completar satisfactoriamente esta parte del trabajo.

16. REFERENCIAS A LAS NORMAS INVIAS 2013 Y LAS APLICABLES A GIRARDOT.

Capa	Partículas Fracturadas mecánicamente (agregado grueso)	Desgaste de los angeles	Pérdidas en ensayo de solidez		Índices de aplanamiento y alargamiento	C. B. R. ART.330 /NT1	I. P.	Equiv. De arena
			Sulfato de Sodio	Sulfato de Magnesio				
Norma INV 2012	E-227	E-218 y E-219	E.-220	E-220	E-230	E-148	E-125 y E-126	E-133
Afirmado ART.311-13	N.A	50%	12%	18%	N.A.	>=15	4% Y 9%	N.A.
subbase granular Clase C - NT1, ART. 320-13	N.A	50 % máx.	12 % máx.	18% máx.	N.A.	30%	6%	25 % mín.
Base granular Clase C- NT1,ART.330-13	50%	40 % máx.	12%	18%	35 % máx.	>=80 %	3%	30%

Norma I.N.V.E-227 (porcentaje de caras fracturadas en los agregados).

Norma I.N.V.E -230 (índice de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras).

Norma I.N.V.E-218 (resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½”) por medio de la máquina de los ángeles.

Norma I.N.V.E-219 (resistencia al desgaste de los agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (¾”) por medio de la máquina de los ángeles.

Norma I.N.V.E-125 (determinación del límite líquido de los suelos.)

Norma I.N.V.E-126 (límite plástico e índice de plasticidad)

Norma I.N.V.E-133 (Equivalente de arena de suelos y agregados finos).

Norma I.N.V.E-148 (Relación de soporte del suelo en el laboratorio)

Norma I.N.V.E –220 (Sanidad de los agregados frente a la acción de las soluciones de sulfato de sodio o de magnesio).

17. ALCANCES Y LIMITACIONES

17.1 ALCANCES

Conocer los factores que más inciden en el deterioro de la vía Caños del Norte y a sí mismo, saber que hay dos intervenciones adecuadas, teniendo en cuenta los costos estimativos hallados de inversión y a sí mismo poder gestionar los recursos tanto a entidades del orden Departamental como Nacional.

Se entrega un documento que servirá de herramienta para este tipo de investigaciones para otros profesionales, que decidan realizar investigaciones de este tipo y que servirán de referencia para próximos TPI.

Entregar un estudio útil para la comunidad y el Municipio de Girardot.

17.2 JUSTIFICACIÓN DE CADA ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN.

CUADRO COMPARATIVO DE LAS DOS ALTERNATIVAS	
ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Desde el punto de vista económico, la alternativa (i) también resulta más rentable, puesto que solo se efectuaría una rectificación geométrica de la vía y de la sección hidráulica del canal y se puede enfocar los recursos a temas de mejoramiento del entorno y oferta ambiental.	La alternativa (ii) es más costosa aún aprovechando material de excavación para el relleno. Sin embargo, plantear por etapas este proyecto iría en detrimento del objetivo, que es convertir el canal en un corredor ambiental.
Valor manteniendo parte de la tipología actual \$ 4.538.236.448,06	Valor canalizando totalmente el canal y reconstruyendo la vía \$ 10.780.957.759,26
Adicionalmente, se propone desarrollar un proyecto de mejoramiento de la vía con una oferta ambiental del canal mediante la construcción de una ciclo vía sobre las márgenes izquierda y derecha de los hombros del canal. Esto con la finalidad de convertir esta vía junto con el canal, en un primer corredor ambiental, situación que se replicaría en otros cauces similares del municipio.	Con esta alternativa, se eliminaría la sección trapezoidal del canal, y no se integraría al entorno, lo cual no se replicaría en otros cauces similares o a lo largo de este canal sobre el cual existen varias corredores viales de la ciudad.

17.3 LIMITACIONES

Falta de acceso a la información ante los entres gubernamental que imposibilito conocer con exactitud el comportamiento de las consultas y prestamos documentales.

Escasez bibliográfica sobre estudios de proyectos similares, lo mismo de trabajos de TPI en el tema de vías sobre canales de aguas lluvias.

La inseguridad en el sector objeto de estudio, marco otro factor importante a la hora de realizar visitas, por la seguridad de profesionales y personal auxiliar, los equipos de topografía corrieron riesgo de ser hurtados ya que la vía converge por una zona deprimida y abandonada por el estado.

18. PROCESO CONSTRUCTIVO.

La visión del espacio público en sentido apropiado debe generar desplazamientos lúdicos para transeúntes ciclistas y conductores, a su vez el hecho de ser público el espacio sugiere encuentros no formales que en nuestro caso se desarrollan en nueve puntos de encuentro situados estratégicamente en intersecciones vehiculares (que coinciden con los tramos de construcción propuestos) o como islas de descanso en largos tramos de recorrido lineal. De manera que en este sentido de encuentro casual proyectado en los habitantes de la ciudad se empezará a generar en la memoria colectiva el sentido de pertenencia al sitio con un indudable fortalecimiento de identidad cultural.

Este proceso de renovación urbana innegablemente mejorará la imagen de ciudad que posee actualmente Girardot. La intervención de la directriz comunicativa del Caño de Miraflores generará procesos de integración ciudadana y plusvalía urbana sobre los bordes de habitacionales, comerciales e industriales del sitio.

El área de intervención (según el Diagnóstico Ambiental y Vial del Municipio de Girardot); el tramo en estudio, presenta una longitud de 100mt, con desembocadura en el Caño San Jorge; en su recorrido atraviesa cuatro barrios (Santa Rita, Alicante y La Magdalena), que se desarrollan sobre el caño con construcciones en su mayoría de generación informal, de tipo popular. Estas construcciones por su tipología de construcción genera contaminación visual y

deterioro económico y financiero del suelo urbano, además de este condicionante se encuentra el inadecuado recorrido de aguas lluvias sobre los andenes (que en segmentos sólo se encuentran el sardinel y en algunos tramos ni siquiera existe, desprovisto de protección solar para peatones), vías vehiculares (con pendientes ineficientes y recorridos quebrados) y sobre el canal (que no mantiene regularidad, ni condiciones para el recorrido eficiente del flujo del agua).

Objetivo del proyecto (según el Diagnóstico Ambiental y Vial del Municipio de Girardot) es comunicar el norte con el centro del Municipio, generando la directriz como un corredor vial y peatonal. Adicionalmente en nuestra visión de ciudad-progreso es importante desarrollar espacios suficientes y adecuados para la comunicación de los habitantes con su entorno habitacional urbano.

Para el desarrollo del diseño vial, se plantean estrategias adecuadas tanto para construcción y diseño urbano del recorrido de la vía caños del norte.

- Hacer una rectificación vial en ambos costados con doble calzada con una sección mínima de siete metros (7.00m), para evitar volcamientos de tierra sobre el caño, el área que sea necesaria se tomará del costado opuesto al canal, que en gran parte es de propiedad privada. El área privada total requerida es de 10782.55 metros cuadrados.
- EL desarrollo en tramos es recomendado como método constructivo y financiero, está condicionado proporcionalmente por las tres intersecciones vehiculares que se presentan en el recorrido de manera que se proponen cuatro tramos de comportamiento diferente un su morfología pero de similar tipología.



FIGURA 11 Tramo A

TRAMO A

Comprende el primer tramo entre la vía a Tocaima y la carrera 9, en su recorrido presenta dos segmentos de diferente longitud, siendo en el único de esta tipología en los tramos propuestos, presenta bordes quebrados y agudos ya sea para el tránsito peatonal o vehicular

Tiene una longitud aproximada de 22.50 metros, para su construcción es necesario adquirir área privada con un magnitud de 31,00 metros cuadrados.

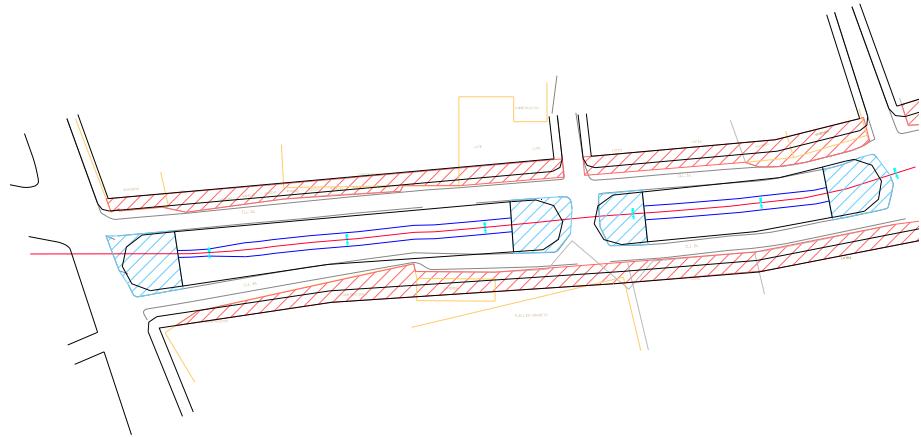


FIGURA 12 Tramo B

TRAMO B:

Comprendido entre la carrera 9 y la carrera 8 tiene doble calzada peatonal tiene un único segmento y mantiene bordes regulares, presenta una ondulación quebrada en su recorrido la cual se soluciona a través de una isla en la ciclo-ruta, tiene con una longitud aproximada de 22,22 metros. En este tramo es necesario adquirir un área privada de 60,00 metros cuadrados.

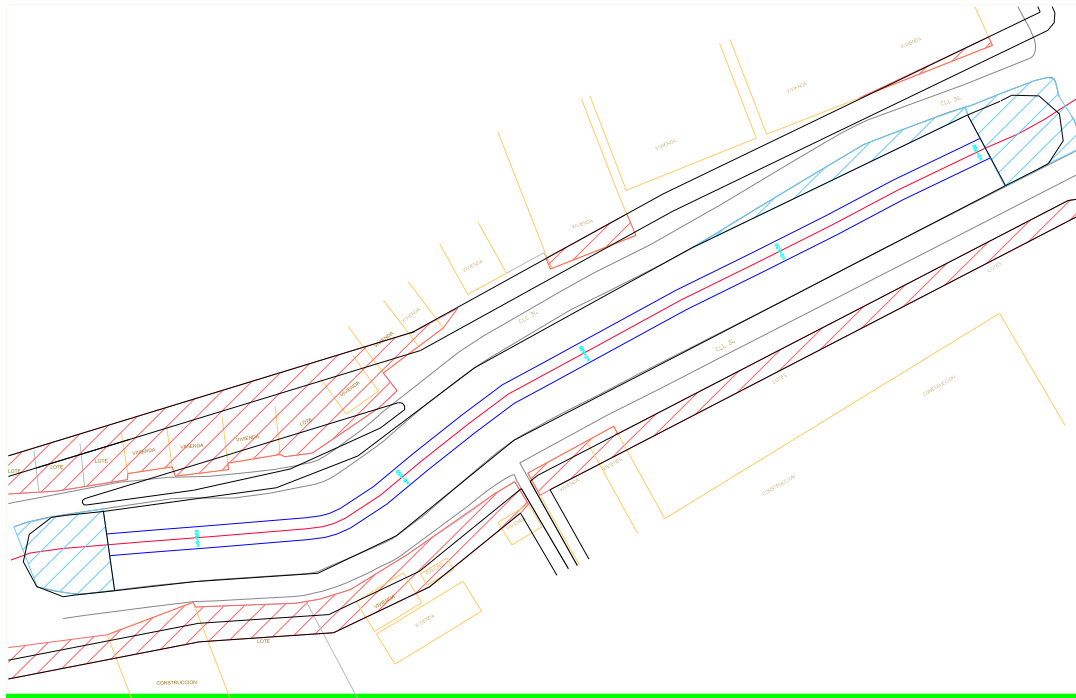


FIGURA 13 Tramo c

TRAMO C:

Este tramo de tipología vertical con respecto a los otros tramos se desarrolla en segmento continuo seguido sin punto de encuentro como transición entre tramo C y tramo D.

Presenta una ondulación bastante sinuosa en su recorrido la cual se propone solucionar como un punto de encuentro tipo C donde se utiliza racionalmente áreas blandas y duras como complemento del recorrido de la ciclo-ruta.

Presenta una longitud aproximada de 24,00 metros.

Para lograr este espacio es necesario adquirir área privada con un magnitud de 65,00 metros cuadrados.

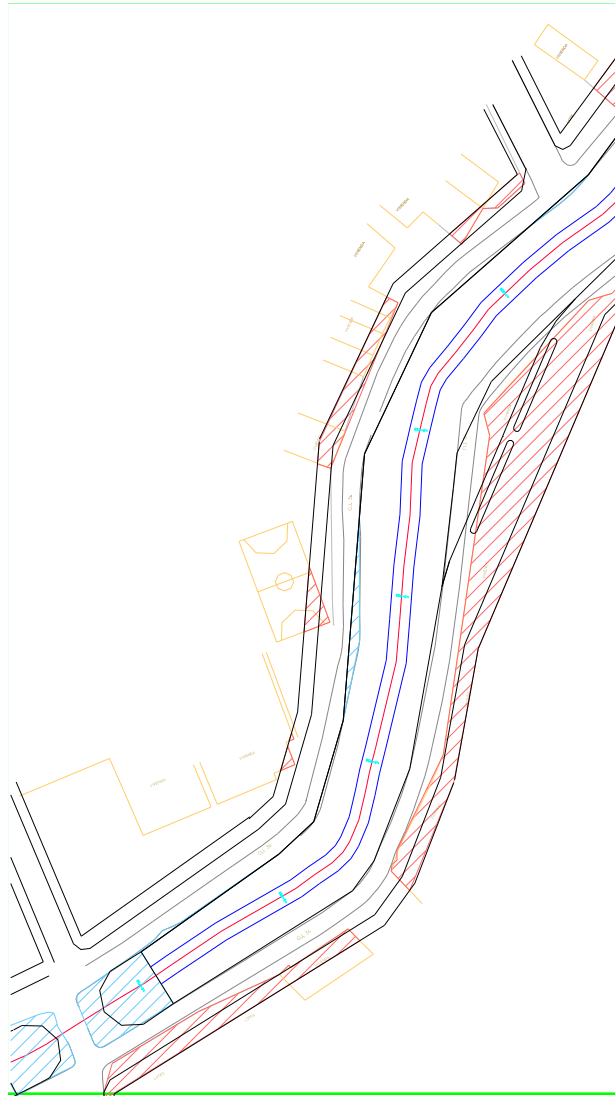


Figura 14 Tramo D

TRAMO D:

Es el tramo final del recorrido presenta una forma quebrada que se mantiene, sin embargo se mantiene, para no requerir más área privada. Tiene un longitud aproximada de 24.44 metros, y para construirla se requiere un área privada de 32,00 metros cuadrados.

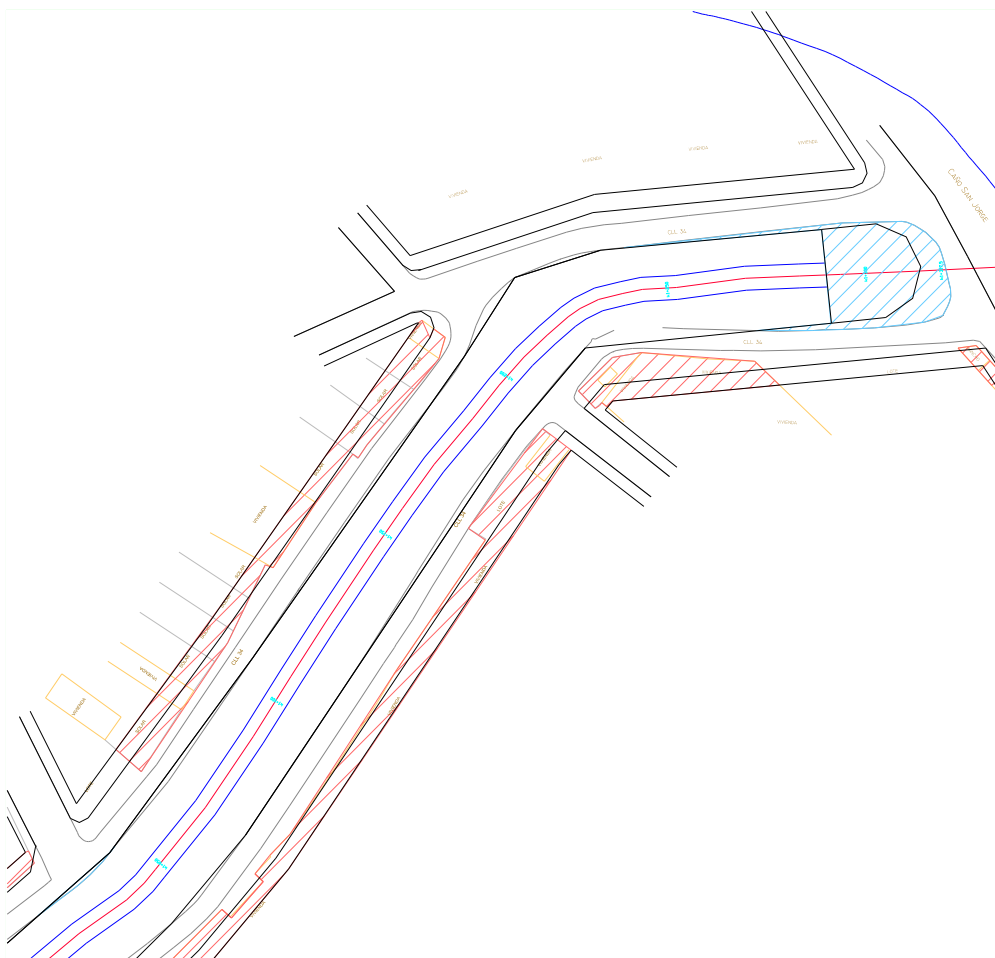


Figura 15 Áreas necesarias para desarrollar el diseño

ANOTACIÓN:

El achurado rojo representa el área privada que es necesaria para desarrollar el diseño.

El sombreado azul señala el área que se necesita agregar para solucionar la ciclo-ruta y los puntos de encuentro

Racionalizar el recorrido peatonal con las condiciones antropométricas y mobiliarias suficientes y adecuadas para el sitio, la sección normal es de 4.50 metros mínimo para poder instalar protección solar al peatón y la iluminación necesaria para el tránsito peatonal y vehicular.

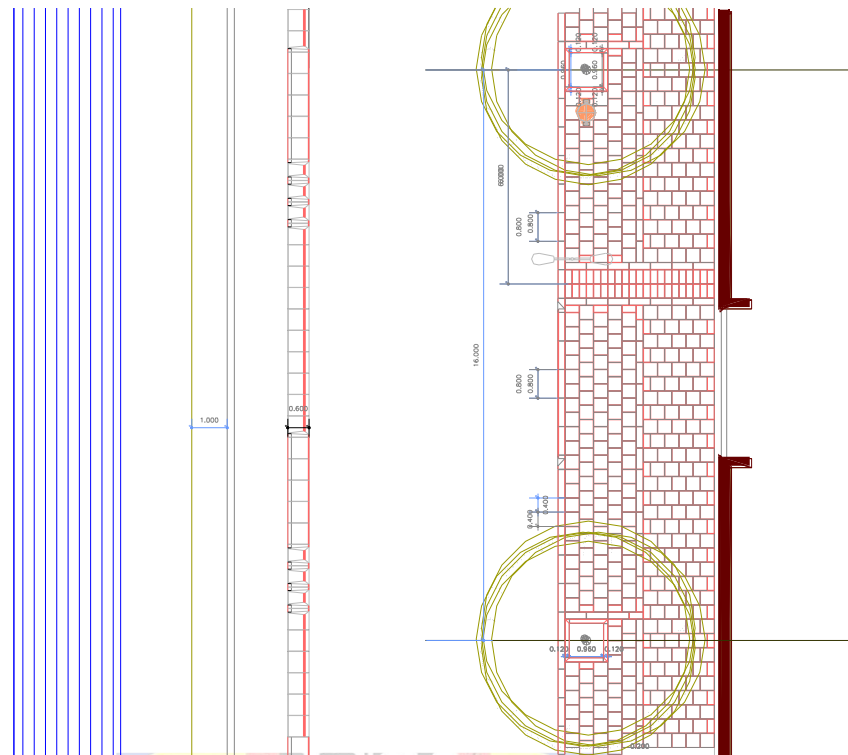
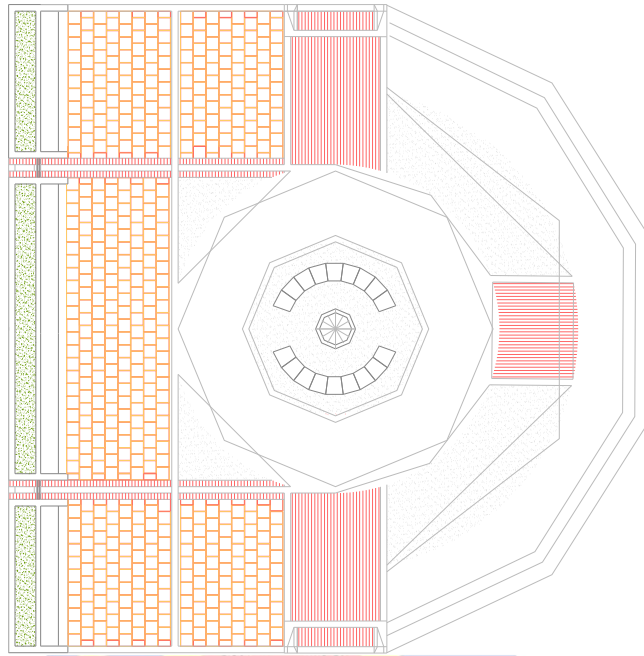


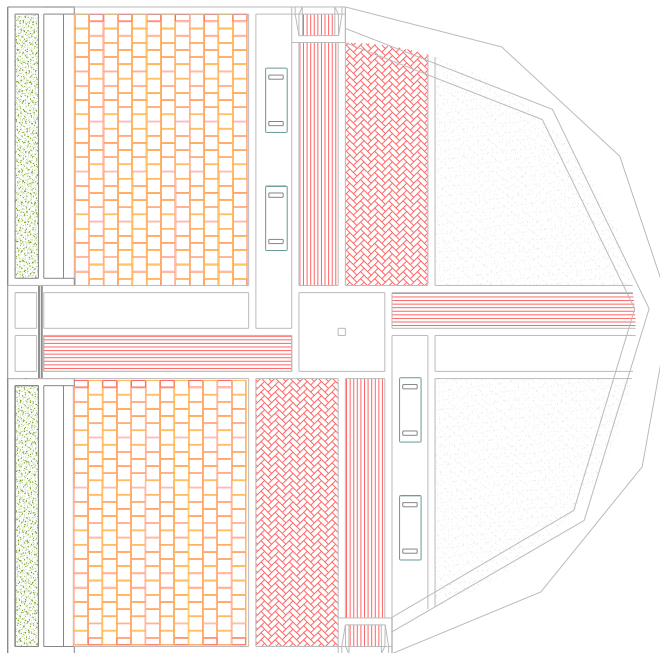
FIGURA 16 Tramo Peatonal Tipo

En las intersecciones vehiculares se generan puntos de encuentro para permanencia y descanso para peatones y ciclistas. Por el comportamiento de la geometría del Caño se proponen tres tipos de puntos de encuentro vial. El tipo A como remate de los tramos de percepción orgánica, El tipo B como punto de transición en el tramo A que aunque hay cruce vehicular por la proporción no permite generar remate del tramo como tal es de percepción racional, y el tipo C que se diseña como un área dura combinada con áreas blandas para armonizar entre el tramo C y el tramo D aparte surge para solucionar la sinuosidad de la vía

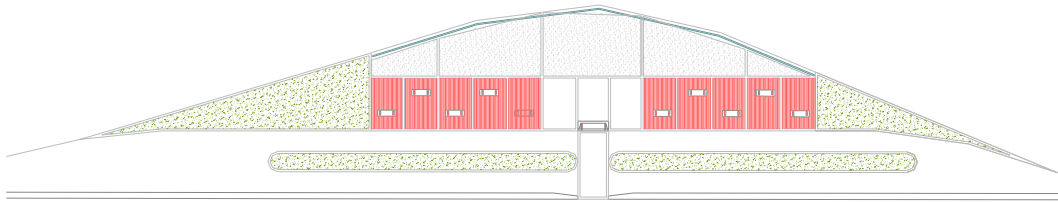
TIPOS DE PUNTOS



TIPO A



TIPO B



TIPO C

FIGURA 17 Tipos de puntos

Ya que las visuales de la vía no son apropiadas para tránsito peatonal, éste se evita con la circulación de una ciclo-ruta que actúa en forma de circuito, ya sea para ser recorrido en un tramo o para recorrerlo en su totalidad los cuatro tramos. En principio la sección de la ciclo-ruta es de 1.50 metros en sentido único en algunos segmentos se diseñan islas blandas para romper la monotonía, lineal del recorrido, este comportamiento ocurre en el tramo B y en el tramo C. Igualmente la relación entre peatón-ciclista y conductor-ciclista está solucionada con la intervención de mobiliario urbano con elementos tales como barreras de ciclo-ruta, bolardos, sardineles, luminarias, arborización, rampas, gradas, sillas, columnas de información, canecas, zonas duras, zonas blandas, etc....

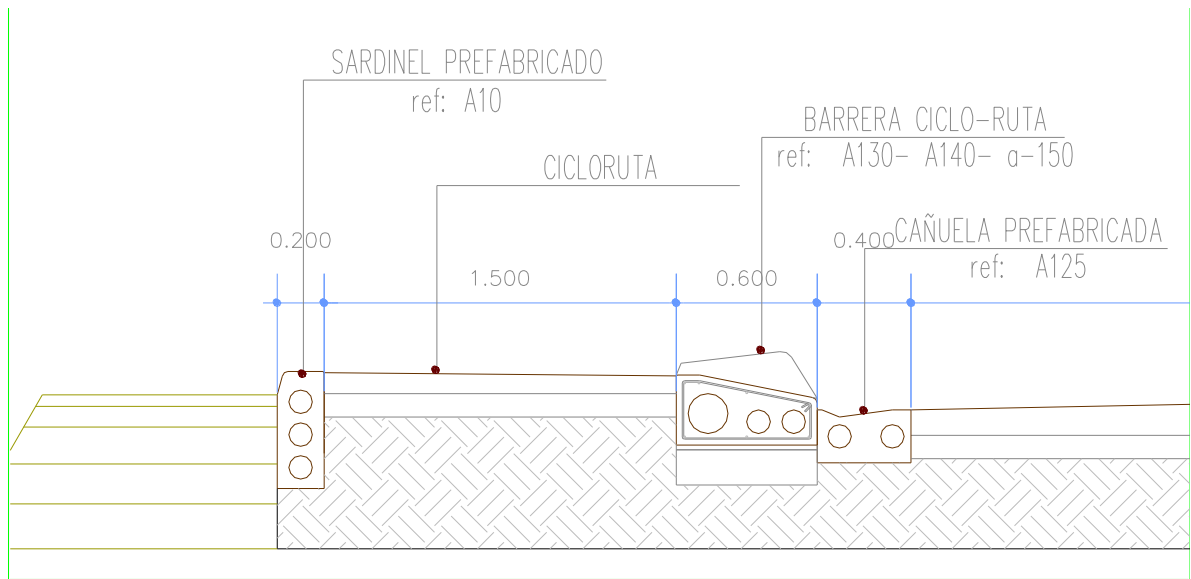


FIGURA 18 Tramo tipo de ciclo ruta

Utilizar elementos modulares prefabricados que además de facilitar la fase de ejecución de obras, permita la homogenización y de consecución de mejores condiciones de durabilidad, mantenimiento y reparaciones en los andenes del municipio.

19. CONCLUSIONES

- A lo largo del canal se presentan fenómenos de inestabilidad de la banca de la vía y de los costados del canal. Estos fenómenos están asociados a la pérdida de confinamiento lateral y concentración de esfuerzos cortantes sobre los suelos superficiales, debidos a la excavación del canal y al efecto de las vibraciones de la vía que ocasionan deslizamientos de los costados del canal y fracturas en el pavimento. También han llevado al colapso y hundimiento de estructuras de contención.
- En total se realizaron 62 metros de exploración, alcanzando profundidades máximas de 6.5 metros, En las perforaciones S-1 a S-7 no se encontró agua, mientras que a partir del sondeo S-8 y hasta el S-10 se presentaron niveles de agua subterránea, estabilizándose a 5.0 de profundidad.
- En términos generales, pueden considerarse los suelos presentes de carácter fino a granular, de origen aluvial, de consistencia media y compresibilidad baja.
- En general puede establecerse que las márgenes del canal sobre el cual se construyó la vía caños del norte, presentan una condición de estabilidad actual favorable, con valores del factor de seguridad en condiciones críticas de 1.4 y 2.5. Los menores valores se encuentran hacia el final del canal.
- De acuerdo con los materiales encontrados en el canal, la fundación para los apoyos de las estructuras podrá manejarse del tipo superficial continuo, a nivel -2.50 metros, contados a partir de la cota actual del terreno, nivel inferior del bordillo de la vía.
- La zona en estudio vía caños del norte, se encuentra afectada por algunos movimientos de falla de taludes y pequeños derrumbes ocasionales de carácter rotacional, involucrando materiales de relleno y basuras de los estratos superiores.
- En general puede establecerse que las márgenes de la vía cercana al canal presentan una condición de estabilidad actual favorable, con valores del factor de seguridad en condiciones críticas de 1.4 y 2.5.

- El subsuelo encontrado en el área de estudio por donde converge la vía caños del norte es típico de materiales del cuaternario, depósitos de terraza formados por los ríos Magdalena y Bogotá. Se trata de materiales poco consolidados, depositados recientemente en un ambiente aluvial, conformado por secuencias de arcillas, limos y suelos con intercalaciones de arenas.
- La región estudiada se encuentra situada geológicamente en la interface de los valles medio y superior del río Magdalena y litológicamente está constituida por rocas sedimentarias marina y continentales, con edades comprendidas entre el Cretácico Superior y el Cuaternario.
- La vía está en constante deterioro debido a la falta de mantenimiento y el desinterés municipal para realizar obras de mantenimiento, la falta de estudios y políticas serias ayudaron a que el problema se incremente y porque no decirlo pone en riesgo a los pasajeros que diariamente transitan y pueden llegar a encontrarse con un imprevisto ya sea un derrumbe de alguna de las calzadas, o un accidente debido a la falta de iluminación.
- Las obras realizadas para controlar los problemas de hundimiento y desestabilización de taludes no han sido los mejores y los definitivos por lo tanto es urgente realizar un estudio serio que sirva de guía para la solución y arreglo de esta importante arteria vial.
- Los recibos NO cumplen con la plasticidad (Limites de Attenberg), con el equivalente de Arena. El material de los ríos Magdalena y Sumapaz (mixto), NO cumplen con la Adherencia, con las Caras fracturadas, y su precio es mayor, por lo cual se hace necesario dosificar en el momento de pasarlo por la trituradora; 60% mixto y 40% recebo, para Base Granular, 60% de recebo y 40% mixto para Subbase Granular, garantizando de esta manera el cumplimiento de la Norma INVIAS 2013, para luego ser empleados para la construcción de vías.

20. BIBLIOGRAFIA

- Norma Sismo resistente de Colombia NSR10
- NORMA INVIAS 2013
- **ACUAGYR S.A. E.S.P.** Caracterización de las lluvias y ubicación preliminar de pluviógrafos para la campaña de medición de lluvias. Plan Maestro del Alcantarillado. Fase de Pre diagnóstico. Departamento de Ingeniería. Girardot, 1999.
- **ACUAGYR S.A. E.S.P.** Plan Maestro del Alcantarillado. Estado de calidad de los recursos hídricos de la Ciudad de Girardot. Revisión Bibliográfica. Fase de Pre diagnóstico. Departamento de Ingeniería. Girardot, 1999.
- **ALVAREZ CHAVEZ, Alberto.** Diseño para la adecuación del Canal Miraflores- Canals del norte. Volumen Estudios de Geotecnia y Suelos. Municipio de Girardot. 2002.
- **RAS-2000.** Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Ministerio de Desarrollo Económico. Título G.6. República de Colombia. Noviembre de 2000.
- Diseño de pavimentos/Alfonso Montejo

25. GLOSARIO

A

Abultamientos. Ondulaciones del pavimento, perpendiculares al eje de la vía, consistentes en crestas y depresiones alteradas a intervalos próximos y regulares. Se deben principalmente a la falta de estabilidad de las capas asfálticas.

Adherencia. a) se refiere a materiales: Capacidad de dos materiales para unirse formando una capa sólida. b) en el tránsito: Poder de unión de las ruedas con la superficie de rodamiento del camino, en relación al peso aplicado.

Adhesividad. Resistencia al desplazamiento o a la separación de un ligante en contacto con agregados, bajo el efecto de acciones exteriores.

Adoquines. Es un bloque macizo de concreto, cuya forma y dimensiones pueden variar considerablemente. En principio, cualquier forma geométrica que permita un ensamblaje o ajuste de piezas similares constituye una figura apropiada para la construcción de adoquines, para su utilización en pavimentos.

Afloramiento de agua.

Presencia de agua en la superficie de la calzada, proveniente de la estructura de pavimento o del suelo subyacente.

Agregado. Material granular usado en la construcción. El agregado puede ser natural o artificial o de reciclado.

Agregado Fino. Es aquel cuyas partículas tienen un tamaño inferior a 4,76 mm (Tamiz No.4) y no menor a 0.074mm (tamiz No.200).

Agregado Grueso. Es aquel cuyas partículas que tienen un tamaño superior a 4,76mm (tamiz No.4).

Agrietamiento. Aparición de grietas de diversa índole en la superficie de un pavimento.

Ahuellamiento. Depresión longitudinal continua de un pavimento asfáltico en las zonas frecuentes de canalización del tránsito.

Alcantarilla. Las obras de drenaje de luces superiores a un metro (1m) y que no exceden de tres metros (3m).

Alineamiento. Determinación de la posición y dirección de una vía.

Anden. Acera elevada.

Arcilla. Fracción de suelo cuyo tamaño oscila entre 0.002 mm y 0.0002 mm.

Arena. Es el conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales cuyas partículas tienen diámetros comprendidos entre 4,8 mm y 74 micras.

Asentamiento. Movimiento de descenso de la superficie del terreno o del terraplén, independientemente de la compactación.

Asentamiento transversal. Hundimiento localizado de la calzada en sentido perpendicular al eje de la misma.

Asfalto. Se denomina así a determinadas sustancias de color oscuro que pueden ser líquidas, semisólidas, o sólidas, compuestas esencialmente de hidrocarburos solubles en sulfuro de carbono en su mayor parte y procedente de yacimientos naturales obtenidos como residuo del tratamiento de determinados crudos de petróleos por destilación o extracción. Estos últimos representan más del 90% de la producción total de asfaltos.

B

Bacheo. Reparación localizada de un pavimento, consistente en la excavación y remoción de los materiales inadecuados y su reemplazo por otros de calidad satisfactoria debidamente compactados.

Banca. Término que conjuntamente con plataforma es empleado para indicar el lecho del camino.

Base Granular. Capa granular de un pavimento flexible situada debajo de la capa asfáltica de rodadura.

Bombeo. Pendiente transversal del pavimento en tramos en recta.

Bordillo. Elemento de concreto, mezcla asfáltica, piedra u otros materiales que se construye al borde de la carretera con el fin de encauzar el agua superficial proveniente de la calzada e impedir que ella escurra hacia el talud inferior.

C

Calzada. Parte de la carretera destinada a la circulación de

vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

Capa. Parte de la sub-rasante o del pavimento construida con materiales homogéneos dispuestos, generalmente, con espesor uniforme.

Capacidad. La capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que pueden circular por una u otro durante un periodo de tiempo determinado, sin que se presenten demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos.

Carril. Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Carril de diseño. Carril por el cual se espera la circulación del mayor número de cargas de diseño. Normalmente es cualquiera de los dos en una vía de dos carriles o cualquiera de los exteriores en una vía de carriles múltiples.

C.B.R. La relación de soporte de califonia (California Bearing Ratio), conocida comúnmente como C.B.R. es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad

cuidadosamente controladas, que tiene aplicación principalmente en el diseño de pavimentos flexibles. Se define como la relación entre el esfuerzo requerido para introducir un pistón normalizado dentro del suelo que se ensaya y el esfuerzo requerido para introducir un pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra triturada. Esta relación se expresa en porcentaje.

Cohesión. La propiedad de un material que le permite ser resistente sin estar confinado, aun después de haber sido secado al aire, y que no se desintegra cuando es sumergido.

Consolidación. Reducción de los índices vacíos de un suelo a consecuencia de la expulsión del agua y aire intersticiales.

Compactación. Es el proceso por medios artificiales, por el cual se pretende obtener mejores características en los suelos, de tal manera que la obra resulte duradera y cumpla con el objetivo por el que fue proyectada. Las características que se pretenden mejorar son: resistencia, compresibilidad, relación esfuerzo-deformación,

permeabilidad, flexibilidad y resistencia a la erosión.

Cuneta. Zanja construida al borde de una vía para recoger y encausar el agua superficial.

D

Deflexión. Deformación vertical elástica que representa la respuesta del pavimento y la subrasante a la carga aplicada.

Deformación. Cambio de la forma de un material o una estructura por la aplicación de un esfuerzo mecánico.

Degradación. Proceso de desgaste por el cual disminuye las capacidades funcional y estructural de una calzada, debidos a los efectos del tránsito y los agentes ambientales.

Depresión. Hundimiento localizado de un pavimento asfáltico, de forma circular o parecida a ella sin pérdida de material.

Descascaramiento. Perdida de fragmentos de la capa de rodadura de una pavimento asfáltico sin afectar las capas inferiores de la estructura.

Desprendimiento. Perdida del material superficial que

generalmente afecta pequeñas áreas de un pavimento.

E

Elasticidad. Propiedad de los materiales que define que tanto puede resistir deformaciones pequeñas de las que se recuperan completamente cuando cesa la fuerza que las produce.

Envejecimiento. Característica de un ligante de perder adhesividad y volverse frágil después de transcurrir cierto tiempo de aplicación.

Escarificación. Acción de remover materiales de construcción que han sufrido previamente una acción de compactación natural o artificial.

Estabilidad de una pavimento. Es la capa de un pavimento para resistir las deformaciones y está afectada por muchos factores diferentes, tales como la clase y cantidad de ligante finos, vacíos con aire.

Explanaciones. Son el conjunto de cortes y terraplenes de una obra vial ejecutados hasta la superficie subrasante de acuerdo al proyecto.

Extensión. Porcentaje de la longitud de un tramo de carretera en el cual se presenta un determinado deterioro.

F

Factor Camión. Numero de ejes simples de 80 KN que producen un daño equivalente al producido por un vehículo comercial, cuando se han considerado todos los tipos de vehículos comerciales que circulan por él.

Falla. Defecto en la superficie de rodamiento de un pavimento que puede afectar adversamente su estabilidad y la seguridad, comodidad y rapidez de la circulación del tránsito.

Fatiga. Reducción progresiva de la resistencia de un material debido a la aplicación repetida de esfuerzos sobre él.

Fisura. Línea de rotura de un pavimento, caracterizada por una abertura no mayor de 3mm.

Fisuras longitudinales. Fisuras que siguen una trayectoria aproximadamente paralelamente al eje de la vía.

Fisura media luna. Fisuras de forma parabólica que afectan los bordes de la calzada o la corona

que suelen producir por falta de estabilidad de los taludes del terraplén.

Fisura piel de cocodrilo.

Fisuras interconectadas formando pequeños polígonos que asemejan la piel de un cocodrilo o la malla de un gallinero. Se producen por deformaciones verticales excesivas en la superficie debido a subrasantes y/o capas inferiores inestables o por fatiga de la estructura.

Fisuras transversales. Fisura que sigue una trayectoria aproximadamente perpendicular al eje de la calzada.

G

Granulometría. Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de las partículas componente; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones, de tal forma que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente. La separación en fracciones se hace

sencillamente por mallas, cuando es posible el cribado; pero en suelos finos que forman grumos, se utilizan otro tipo de métodos.

Grava. Agregado grueso de tamaño máximo mayor o igual a 20 mm.

Gravilla. Agregado grueso de tamaño máximo menor a 20mm.

Grieta. Hendidura, aproximadamente vertical, que se presenta en la superficie del pavimento, con abertura mayor de 3 mm. Este deterioro es la evolución de una fisura y se desarrolla según las mismas configuraciones y denominaciones.

H

Hidroplaneo. Pérdida de contacto con el pavimento de una o más llantas de un vehículo en movimiento, por la presencia de una lámina de agua sobre la superficie.

I

Índice de Plasticidad. Es la diferencia numérica entre los límites líquidos y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Índice de liquidez. En los suelos plásticos, este índice es indicativo de la historia de los esfuerzos a que ha estado sometido el suelo. Si el valor del índice de liquidez es cercano a cero, se considera que el suelo está pre consolidado, y si es cercano a uno entonces se le considera como normalmente consolidado.

Infiltración. Absorción en el terreno, del agua que está en la superficie.

Irregularidad. Defecto de una carretera consistente en que presenta un perfil inadecuado para la rodadura.

J

Junta. Se denomina así tanto el espacio comprendido entre dos losas de concreto hidráulico contiguas como el material y todos los accesorios que se disponen en él.

L

Ley de fatiga. Expresión matemática que permite determinar el número de ciclos que requiere un material para llegar a un estado límite de falla o de deformación máxima, para

diferentes niveles de esfuerzo o deformación inducidos en forma cíclica.

Límite líquido. Se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. Los suelos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, es de 25 g/ cm², según Atterberg.

Límite plástico. Se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semi-sólido a un estado plástico.

Línea de deflexión. Perfil de las deflexiones medidas directamente debajo del eje de la carga y a diferentes distancias de él.

M

Mantenimiento. Conjunto de actividades destinadas a prevenir daños o reparar defectos específicos de los componentes de una carretera, incluyendo calzada, bermas, zonas laterales,

dispositivos de drenaje, estructuras y elementos de control de tránsito.

Muro de gaviones. Muro formado por la superposición de cajas de forma prismática, fabricadas generalmente de enrejado de alambre galvanizado, rellenas de rocas de pequeño tamaño.

N

Nivel de servicio. Es una medida de la calidad de flujo de tránsito por la vía. Se cuantifica con una serie de factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad y los costos de operación.

O

Ojo de pescado. Falla de un pavimento flexible, consistente en una cavidad de forma redondeada con borde más o menos bien definidos, que alcanza a afectar la capa de base.

Ondulación. Protuberancia en la superficie de un pavimento asfáltico debida principalmente, a la falta de estabilidad de las capas asfálticas.

Oxidación. Es la reacción del oxígeno de aire con los componentes químicos del cemento asfáltico. La velocidad y la magnitud de la oxidación dependerán de las características del cemento asfáltico y de la mezcla asfáltica, así como de la temperatura del aire. Este factor contribuye al proceso de envejecimiento del cemento asfáltico durante el proceso de mezclado y/o servicio.

P

Parche. Superficie de un pavimento donde se ha efectuado operaciones de bacheo o parcheo.

Parcheo. Reparación localizada de la capa superior de un pavimento.

Pavimento. Es la superficie de una carretera. Conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados, colocados sobre la sub rasante para permitir la circulación en las debidas condiciones de seguridad y comodidad. Consta de capa de rodadura, base y Sub base, pudiendo no existir una o las dos últimas capas.

Pavimento flexible. Consiste en un conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados y

colocadas sobre la subrasante que poseen la propiedad de adaptarse a los asentamientos o deformaciones del terreno sobre el que se construyen. En este tipo de pavimento intervienen materiales asfálticos en la elaboración de su capa de rodadura y ninguna de cuyas restantes capas resistente fundamentalmente por flexión.

Pendiente. Inclinación de una rasante descendente en el sentido de avance.

Peralte. Inclinación dada en los tramos curvos al perfil transversal de una carretera, para compensar el efecto de la fuerza centrífuga sobre el vehículo.

Perdida de agregados. Desprendimiento de agregados de un tratamiento superficial, caracterizado por la aparición de una o más líneas descubiertas, paralelas a la dirección de aplicación.

Periodo de diseño. Lapso transcurrido desde que un pavimento nuevo o recién rehabilitado se da al servicio, hasta que alcanza su índice de servicio terminal.

Permeabilidad. Es la facilidad con que se mueve un fluido a

través de cualquier medio poroso. En los problemas de ingeniería geotécnica, el fluido es el agua y el medio poroso es la masa de suelos.

Peso específico. Número que representa la relación entre el peso de un volumen dado de un material y el peso de un volumen igual de agua a 4 grados centígrados.

Plasticidad. Es la propiedad de un material por la que es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.

R

Reconstrucción. Remoción de capas y reemplazo parcial o total del pavimento, para mejorar su capacidad estructural, adaptándolo a las necesidades del tránsito futuro.

Refuerzo. Colocación de capas de pavimento que proporcionan capacidad estructural adicional o mejoran la serviciabilidad.

Rehabilitación. Trabajo que se realiza para prolongar la vida de un pavimento, que puede incluir la colocación de una o más capas de restauración o refuerzo y otros trabajos necesarios de

acondicionamiento, como la reparación de defectos localizados, el mejoramiento del drenaje y la reconstrucción de bermas, el reciclado o la remoción y reemplazo parcial de la estructura existente.

Resistencia. Fuerza necesaria para que tenga lugar la ruptura o para que comience la deformación plástica.

Resistencia. Fuerza necesaria para que tenga lugar la ruptura o para que comience la deformación plástica.

Restauración. Ejecución de trabajos que mejoran la condición superficial del pavimento, pero no aumenta su capacidad estructural.

Rigidez. Resistencia al esfuerzo cortante.

Rugosidad. Respuesta dinámica acumulada del perfil longitudinal de un pavimento, al ser recorrido por un vehículo normal o por un dispositivo experimental de similar respuesta dinámica denominado rugosómetro.

S

Separación. Es la remoción de los aceites, resinas y asfáltenos que constituyen el cemento

asfáltico, causado por una absorción selectiva de agregados de alta porosidad.

Serviciabilidad. Capacidad de un pavimento de servir al tránsito que hace uso de él en un momento determinado.

Sub base. Capa de material granular situada entre la base granular del pavimento y la sub rasante.

Suelo. Material que se forma en la superficie de la Tierra como resultado de procesos orgánicos e inorgánicos. El suelo varía según el clima, la vida animal y vegetal, el tiempo, la pendiente del terreno y el material (rocoso) del que se deriva.

Sub rasante. Es la capa de suelo que constituye la parte superior de las explanaciones sobre la cual se construye el pavimento, siendo su función básica proporcionar a este un apoyo adecuado.

T

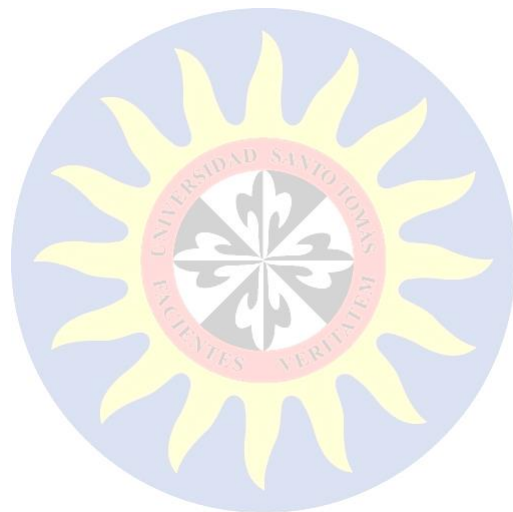
Textura. Indicación de la forma geométrica tridimensional de la superficie de pavimento.

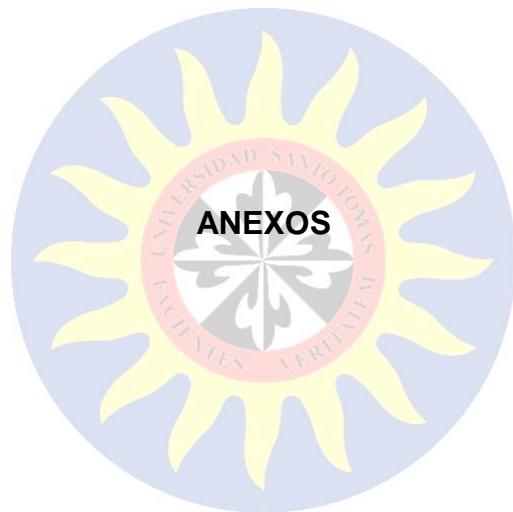
V

Vehículo comercial. Vehículo automotor por lo menos dos ejes, que no cumple la definición de vehículo liviano. En esta categoría quedan comprendidos los buses, las busetas, los volquetes y los camiones con o sin acoplado.

Volumen de servicio. A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito, el cual se le llama volumen de servicio para ese nivel.

Volumen de tránsito. Es el número de vehículos que pasan (en ambas direcciones) por una sección de vía durante un periodo específico de tiempo. Puede ser horario, diario, semanal, etc.









FICHAS DE INFORMACION PREVIA Y RESUMEN DE LESIONES



PRESUPUESTO DETALLADO

CARTERA DE COORDENADAS TOPOGRAFICAS



