

**METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN
PRELIMINAR DE MANTENIMIENTO, REHABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE OBRAS DE DRENAJE EN VÍAS DEPARTAMENTALES**

PABLO ANDRES CORTES FERRO



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2009

**METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN
PRELIMINAR DE MANTENIMIENTO, REHABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE OBRAS DE DRENAJE EN VÍAS DEPARTAMENTALES**

Proyectista:

PABLO ANDRES CORTES FERRO

**Trabajo de Grado Modalidad Práctica Empresarial para optar al título de
Ingeniero Civil**

Director:

WILFREDO DEL TORO

Ingeniero Civil.

Tutor de Práctica:

SANDY JAIR YANEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2009

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a:

ESPECIALMENTE A DIOS: POR DARMÉ SU BENDICIÓN Y LA FUERZA NECESARIA PARA PODER TERMINAR CON ÉXITO MI CARRERA.

A MIS PADRES Pablo y Amparo, por todo lo que me han dado en esta vida, especialmente por su amor, sus sabios consejos y por estar a mi lado en los momentos más difíciles, con su sacrificio y entrega permitieron que este sueño se convirtiera en la más bella realidad.

A MIS HERMANOS Javier, Adriana y Jaime Camilo, quienes desde la distancia con llamadas y visitas me alegraron, me apoyaron y me animaron para alcanzar mis metas

A mis abuelos, tíos y primos por ser tan especiales conmigo, porque sin duda ellos siempre estarán apoyándome en cada etapa de mi vida.

Dr. HERNAN PORRAS DIAZ: Director del grupo Geomática quien me abrió las puertas con entera confianza y compromiso de colaboración con lo que fuese necesario durante el proyecto.

Ing. SANDY YANEZ: Tutor del proyecto quien con su gran experiencia y sabiduría en el manejo de situaciones adversas, encamino así la toma de la mejor decisión siempre que fuese necesario.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO: Tatiana, Cesar, Arturo, Felipe, Harold, Andrés, Raúl, y Oscar, porque cada uno apporto a mi proyecto.

A MIS COMPAÑEROS DE UNIVERSIDAD: Carlos, Hermes, Héctor, Andrés F, Félix, Camilo, Sandra, Yulani, Jaimito, Chiki, Nata, quienes con su apoyo incondicional, su lealtad y franqueza, por compartir siempre con alegría los diferentes momentos de la vida, y sobre todo por una valiosa amistad.

AL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS ACTIVIDADES DE CAMPO: Adriana Fontecha, Javier Cortes en su papel de auxiliares y Jonatán, Chente, Jarlínson, Orlando loco, Javier Rosales, Orlando imprudente por su colaboración y paciencia brindada durante este proceso.

AL GRUPO DE INVESTIGACION GEOMÁTICA: Porque desde un principio me acogió como auxiliar, aportándome experiencia y conocimiento.

A LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y PERSONAL DOCENTE: Porque gracias a ellos, puedo obtener el título de Ingeniero Civil.

A LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER: Por brindarme el espacio y las herramientas necesarias para formarme como Ingeniero Civil, y además porque obtengo el título en la mejor universidad del país.

A todos aquellos que de una u otra forma han aportado en mi formación como profesional.

Tabla de contenido

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA	3
PRIMERA PARTE: DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA.....	4
1. PLAN DE TRABAJO DE GRADO “MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL” ..	4
1.1 DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA:	4
2. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA RED VIAL DEPARTAMENTAL EN LOS DEPARTAMENTOS DE SANTANDER Y NORTE DE SANTANDER.....	6
2.1 FASE DE APRESTAMIENTO.....	6
2.2 FASE DE INVENTARIO Y TOMA DE DATOS.....	10
2.3 VALIDACIÓN POR PARTE DE LA ENTIDAD INTERVENTORA	18
2.4 FASE DE DIAGNÓSTICO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN.....	19
SEGUNDA PARTE: METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN PRELIMINAR DE MANTENIMIENTO, REHABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EN VÍAS DEPARTAMENTALES ..	21
1. MANUAL INTERNO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE OBRAS DE DRENAJE.....	21
2. ESTRUCTURAS DE DRENAJE	55
2.1 TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE.....	55
2.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE.....	57

2.3 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIONES.....	58
2.3.1 ALCANTARILLAS.....	59
2.3.2. CUNETAS.....	67
2.3.3 FILTROS.....	72
2.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	73
2.5 DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLAS POR DEPARTAMENTO	75
2.6 PROTOTIPO DE DIAGNOSTICO DE UNA VÍA	77
2.6.1 LOCALIZACIÓN.....	77
2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	78
2.6.3 INTERVENCIÓN OBRAS DE DRENAJE.....	79
CONCLUSIONES	86
REFLEXIONES A PARTIR DE LA EXPERIENCIA DE PRÁCTICA.....	87
BIBLIOGRAFIA.....	89

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Equipo de GPS Trimble GeoXM	7
Figura 2. Equipo de GPS Trimble GeoXH.	7
Figura 3. Diccionario de Datos TerraSync Inventario Vial “Geomática”	8
Figura 4. Camioneta HILUX 4X4.....	9
Figura 5. Mapa del departamento de Santander.....	10
Figura 6. Ubicación de mojones.....	12
Figura 7. Ensayo de penetrómetro de cono.....	12
Figura 8. Apiques para determinación de espesores de las capas y características Extracción de muestras de subrasante.....	13
Figura 9. Levantamiento de puentes.....	14
Figura 10. Toma de medidas sección homogénea	14
Figura 11. Alcantarilla	15
Figura 12. Box-couvert.....	15
Figura 13. Muro de contención	16
Figura 14. Sitio crítico	17
Figura 15. Auscultación visual	17
Figura 16. Verificación de datos CIVILTEC. Ltda.....	18
Figura 17. Secciones típicas de cunetas	27
Figura 18. Escalonamiento de cunetas (EJ)	28
Figura 19. Grietas de cunetas (GR)	29
Figura 20. Desgaste de cuneta (DSU)	30
Figura 21. Desportillamiento de cuneta (DPT-DPL).....	31
Figura 22. Fracturamiento de cuneta (FRAC).....	32
Figura 23. Separación de de cuneta (SC).....	33
Figura 24. Separación de Cuneta (OBS)	34
Figura 25. Tipos de alcantarillas	35

Figura 26. Encole.....	36
Figura 27. Descole.....	37
Figura 28. Aletas de poceta.....	37
Figura 29. Poceta o lavadero.....	38
Figura 30. Disipador de energía.....	38
Figura 31. No convencional.....	39
Figura 32. Tubería limpia.....	39
Figura 33. Tubería medianamente colmatada.....	40
Figura 34. Tubería colmatada.....	40
Figura 35. Grietas Aletas, Muros cabezal y Muros de Poceta o Lavaderos (GAM)	41
Figura 36. Grietas en Tubería Principal (GTP).....	42
Figura 37. Grietas Verticales en la Unión entre Muro Cabezal y las Aletas (GV) .	43
Figura 38. Fractura con pérdida parcial o total de da la tubería (FT).....	44
Figura 39. Grietas o Fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI).....	45
Figura 40. Separación de secciones de tubería permitiendo infiltración de agua (ST).....	46
Figura 41. Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería (HU).....	47
Figura 42. Exposición de la tubería a la acción del trafico (ET).....	47
Figura 43. Exposición del acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería (EA)	48
Figura 44. Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado, o muro cabezal (SO).....	49
Figura 45. Deterioro y perdida del mortero de pega de las uniones de la tubería (DP).	50
Figura 46. Entrega del filtro a la alcantarilla.....	52
Figura 47. Tipologías para cunetas.....	69

Figura 48. Localización de la vía 64ST0577

Figura 49. Costos de Intervención en Obras de drenaje para la vía 64ST0585

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Tablas resumen para clasificación de daños en las alcantarillas.....	53
Tabla 2. Tablas resumen para clasificación de daños en las alcantarillas.....	54
Tabla 3. Alternativas de intervención para alcantarillas.....	59
Tabla 4. Cantidades de obra para poceta tipo.....	65
Tabla 5. Cantidades de obra para encole o descole tipo.....	65
Tabla 6. Cantidades de obra del cuerpo de alcantarilla tipo.....	65
Tabla 7. Cantidades de obra demoliciones de alcantarillas existentes tipo.....	66
Tabla 8. Cantidades de obra otras actividades de alcantarillas tipo.....	66
Tabla 9. Matriz de selección de alternativas de intervención para cunetas.....	67
Tabla 10. Alternativas de intervención para cunetas.....	70
Tabla 11. Costo indirecto.....	73
Tabla 12. Ítems y precios unitarios: Adecuación del terreno y preliminares.....	74
Tabla 13. Ítems y precios unitarios: Filtros y cunetas.....	74
Tabla 14. Distribución Obras de drenaje por Departamento.....	75
Tabla 15. Densidad Obras de Drenaje por Departamento.....	75
Tabla 16. Distribución Obras de Drenaje por Estado Funcional.....	76
Tabla 17. Características generales de la vía 64ST05.....	78
Tabla 18. Cantidades alcantarillas.....	80
Tabla 19. Diagnóstico de alcantarillas.....	82

RESUMEN

TITULO: Metodología para la estimación de costos de intervención preliminar de mantenimiento, rehabilitación y construcción en obras de drenaje en vías departamentales.¹

AUTOR: CORTES Ferro Pablo Andrés.²

PALABRAS CLAVES: Inventario, Infraestructura Vial, Alcantarillas, Cunetas, Filtros, Cantidades, Unitarios.

DESCRIPCION:

Un inventario vial es un banco de información que permitirá evaluar el estado actual de la red vial permitiendo establecer recomendaciones para el mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento rutinario o periódico, además de conocer la longitud de vías, la cantidad de estructuras y su funcionalidad entre otras.

Se denota que el progreso económico y social de un municipio depende en su mayoría de la movilidad para el acceso y salida de productos como servicios a la población lo cual está dado por el buen estado de una vía que a su vez depende en gran parte del buen funcionamiento de las estructuras de drenaje.

Dentro de de los diferentes elementos que se incluyen en los inventarios viales están las estructuras de drenaje a quienes se les identifica tipología, dimensiones, estado de servicio, daños estructurales.

Todos los tipos daños que se puedan presentar dentro de una estructura de drenaje ya sea por inestabilidad de terreno, deterioro por vejes, falta de mantenimiento, entre otros. Los cuales requieren intervenciones que garanticen la funcionalidad de dicho elemento y de por si el de la misma vía.

La necesidad de unificar un criterio de evaluación de las estructuras de drenaje lleva al autor a elaborar una metodología para la recolección de datos en campo y para el diagnostico de intervención de dichas estructuras.

Esto con el fin de obtener un presupuesto preliminar de inversión, para el mantenimiento y mejoramiento de las vías departamentales.

¹ Practica Empresarial

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Pregrado de Ingeniería Civil. Wilfredo del Toro Rodriguez. Tutor: Ing. Sandy Yanes

ABSTRACT

TITLE: Methodology for the cost estimation of the preliminary intervention of maintenance, rehabilitation and construction of drainage structures in departments roads.

AUTHOR: CORTES Ferro Pablo Andrés.³

KEYWORDS: Inventory, Road infrastructural, Culvert, ditch, filter, quantities, unit prices.

DESCRIPTION:

A road inventory is like a bank of information that help to evaluate the current state of the road network and let to make recommendation for improvement, rehabilitation and rutinary and periodical maintenance, besides of know the road length, the number of structural and their functionality.

It denotes that the economic and social progress of a town depends mostly in their access and come out of products such as services to the population which is given by the well-being of a road that also depends largely on the proper functioning of drainage structures.

Between the different elements included on the road inventories, there are the drainage structures, who were identified type, size, service status and structural damages.

All the type of damages in drainage structural depends on the instability land, deterioration for old age, lack of maintance, among others. This problems demands interventions to ensure the functionality of this kind of road element or even the road.

The need to unify an evaluation criterion of the drainage structurals leads the author to create and suggest a methodology for the recollection of outdoor data and for intervention diagnosis of those structures.

This in order to obtain a preliminary investment budget for the maintenance and improvement of departmental roads.

* Grade Project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Civil Engineering School. Director: Ingeniero Wilfredo del Toro Rodríguez. Tutor: Ing. Sandy Yanes

INTRODUCCION

Esta práctica empresarial permite participar de manera activa en el desarrollo de ideas dentro de una organización empresarial, promoviendo las relaciones académicas y laborales entre esta y la Universidad Industrial de Santander junto con el Ministerio de Transporte, integrando así conocimientos adquiridos a lo largo de la vida universitaria, fortaleciéndolos con experiencia en el campo laboral y profesional.

El objeto del proyecto de grado en modalidad práctica empresarial realizado en Geomática comprendió principalmente las siguientes actividades.

- Inspección de las especificaciones técnicas para la elaboración de inventario de vías de segundo orden.
- Metodología para la inspección visual de los elementos de las vías.
- Programación, manejo de personal, materiales y herramientas necesarias para la toma de dicha información.
- Preparación de informes del proceso del inventario con sus respectivos archivos shapes y registros fotográficos.

Todo este proceso se adelanto con la supervisión de la empresa interventora encargada del cumplimiento de las especificaciones técnicas.

El ejercicio de la práctica durante varios meses, en un ambiente tan complejo y real como es el sistema de redes viales secundarias de los departamentos de Santander y Norte de Santander, desarrolladas en torno al inventario que se encargó realizar en las mismas; fue una oportunidad de conocer primordialmente el impacto social y económico que genera la existencia o inexistencia de una vía que comunica una población con otra población o población con vía Primaria.

Debido a que durante el proceso académico se me fundamentó básicamente en conceptos de diseño de vías, obras de drenaje para un óptimo desempeño de las capas de rodadura. El abordar el tema de mantenimiento y patologías requirió de esfuerzo en materia de estudio e investigación. El correcto reconocimiento de las patologías y las metodologías de intervención son primordiales a la hora de dar un diagnóstico y una cuantía de inversión

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología para la estimación de Mantenimiento, Rehabilitación y Construcción de obras de drenaje mediante Inspección visual en vías de segundo orden en los departamentos de Santander y Norte de Santander, regido bajo los parámetros de evaluación que exige el ministerio de Transporte.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar y recolectar información pertinente para estudiar todo lo referente con el estado y los daños posibles de obras de drenaje en las vías.

Análisis de la información suministrada por el Ministerio de Transporte, para fijar los parámetros de evaluación que se exigen en el desarrollo de un inventario vial.

Análisis de los diferentes elementos que se incluyen en los inventarios viales como lo son todos los tipos daños que se puedan presentar dentro de una estructura de drenaje ya sea por inestabilidad de terreno, deterioro por vejes, falta de mantenimiento, entre otros elementos que hacen parte de las estructuras de drenaje en una vía, que son exigidos por el Ministerio de Transporte para el inventario de la infraestructura vial del país.

Analizar, identificar y ajustar los diferentes tipos de daños y variables que deben ser incluidos en el inventario de las obras de drenaje en las vías de segundo y tercer orden.

PRIMERA PARTE: DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. PLAN DE TRABAJO DE GRADO “MODALIDAD PRÁCTICA EMPRESARIAL”

NOMBRE DE LA EMPRESA: Escuela de Ingeniería Civil, Grupo de Investigación en GEOMATICA

1.1 DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA:

Grupo de Investigación en GEOMATICA, Gestión y optimización de sistemas, soporta su plan de trabajo en las siguientes bases estratégicas:

- **Proyección del Grupo en el Sistema Nacional de Investigación Aplicada o Innovación Tecnológica.**

El objetivo fundamental de esta estrategia es lograr la inserción del Grupo y de sus investigadores adscritos a las comunidades científicas nacionales e internacionales.

- Participar en la Convocatoria para Grupo y Centros de Conciencias.
- Realizar eventos académicos, científicos y tecnológicos nacionales e internacionales con el propósito de difundir el conocimiento y el desarrollo en las líneas de investigación del Grupo.
- Divulgar los conocimientos y productos generados dentro del Grupo a través de la publicación de artículos, libros, ponencias, etc.

- **Desarrollo del talento humano.**

El objetivo de esta estrategia es lograr la sensibilización y formación de investigadores, estudiantes de pregrado y posgrado, empresarios, funcionarios públicos y privados, y a la sociedad en general, en las áreas relacionadas con el transporte urbano y rural, conservación y preservación de recursos naturales, optimización de sistemas y en el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la geociencia.

- Apoyar los programas académicos de pregrado de la UIS.
- Diseñar y ofertar posgrados a nivel de especialización, diplomados y cursos en las áreas del conocimiento apropiados por el Grupo.
- Creación de líneas de especialización en la Maestría en Ingeniería de la UIS.
- Consolidar y ofrecer permanentemente el Diplomado Uso de Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Investigación en Ingenierías

Información extraída de:

<http://www.uis.edu.co/portal/investigacion/centros/geomatica.html>

2. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA RED VIAL DEPARTAMENTAL EN LOS DEPARTAMENTOS DE SANTANDER Y NORTE DE SANTANDER

Un inventario vial es un banco de información que permitirá evaluar el estado actual de la red vial permitiendo establecer recomendaciones para el mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento rutinario o periódico, además de conocer la longitud de vías, la cantidad de estructuras y su funcionalidad entre otras.

Para la realización de un inventario de tal magnitud se necesita una planeación previo que garantice capacitaciones, recopilación de información, reuniones de los equipos de trabajo, identificación de materiales a utilizar, conocimientos de la metodología a emplear y estrategias para desarrollar y ejecutar el trabajo para lograr los objetivos del proyecto, es así como resultado de estas reuniones se tiene como producto los presentes protocolos para trabajo en campo.

2.1 FASE DE APRESTAMIENTO

- *Contratación de personal:* Para la realización de este inventario se requirió de personal capacitado por lo cual se hizo una selección minuciosa con perfiles de personal idóneo para la toma de datos en campo y toma de decisiones en el momento en que se requiera. Además de estos parámetros se contrato personal con actitudes de ingeniero de campo ya que se requieren ingenieros capaces de sobrellevar adversidades tales como condiciones climáticas, condiciones de la vía, condiciones de alojamiento, alimentación, etc.

- *Realización de manuales:* Se realizaron manuales prácticos de inspección visual basados en manuales del INVIAS los cuales se utilizaron como herramienta para la capacitación del personal y toma de datos en campo.

Adquisición de equipos GPS: Puesto que uno de los principales objetivos del inventario es la georeferenciación de los elementos que conforman las vías se hizo necesario la compra de equipos GPS de marca Trimble que cuentan con una alta precisión como lo exigen las normas técnicas del contrato.



Figura 1. Equipo de GPS Trimble GeoXM



Figura 2. Equipo de GPS Trimble GeoXH.

- *Diccionario de datos:* El equipo GPS cuenta con un software TerraSync el cual permite la creación de un diccionario de datos por medio del cual se pueden relacionar atributos y características a cada uno de los elementos georeferenciados dentro de la vía.

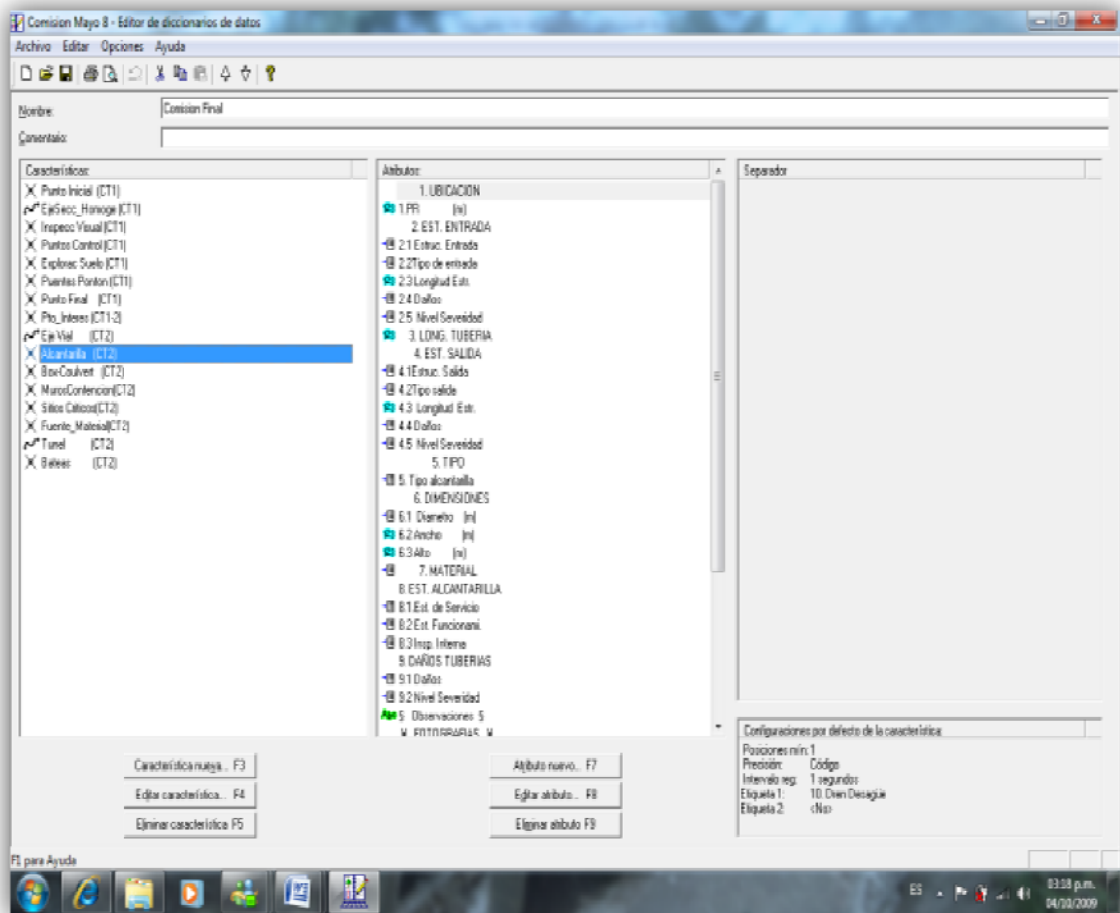


Figura 3. Diccionario de Datos TerraSync Inventario Vial “Geomática”

- *Camionetas con odómetro vehicular incorporado:* Las camionetas permitían el fácil desplazamiento de un lugar a otro sobre la vía, estas tenían incorporados odómetros vehiculares los cuales informaban durante el recorrido la abscisa de cada uno de los elementos a inventariar. El odómetro vehicular es un aparato

de similar funcionamiento a un taxímetro y requería de constante calibración para evitar errores de abscisado.



Figura 4. Camioneta HILUX 4X4

- *Herramienta menor: Perforación de suelo (pala, pica, machete, barra paladraga, etc.), herramientas de medida (fluxómetro, odómetros peatonales, cinta métrica de 20m) elementos de seguridad (chalecos y conos reflectivos) registro fotográfico (cámara fotográfica)*
- *Información general: Se debe investigar en cada una de las gobernaciones la existencia o no de inventarios y planes viales y en caso de existir dicha información la deberá utilizar como punto de partida para iniciar las respectivas actualizaciones.*

Mapa geográfico de ubicación de las vías y un listado de las vías a inventariar el cual fue dividido por provincias para la distribución de las vías a cada frente de trabajo.

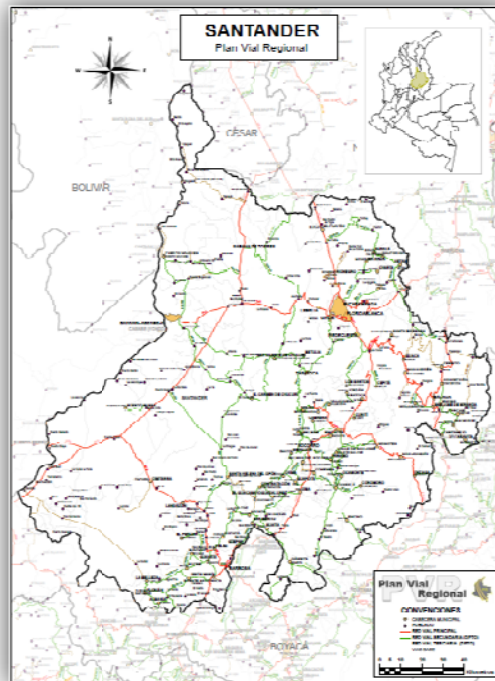


Figura 5. Mapa del departamento de Santander

2.2 FASE DE INVENTARIO Y TOMA DE DATOS

En esta fase se llevaría a cabo los recorridos viales con el objeto de registrar, geo-referenciar, inspeccionar, y dejar soporte multimedia de cada evento o elemento identificado sobre las vías pavimentadas y en afirmado previamente acordado con el Ministerio y ajustado con el Departamento y Municipios.

Este procedimiento se llevaría a cabo mediante la implementación de dos comisiones:

2.2.1 COMISIÓN TIPO 1

La comisión tipo I identificará, fijará y georeferenciará los postes de referencia (mojones) de inicio y fin de la vía, además de ubicar un mojón de referencia cada 5km. Los ensayos están a cargo de esta comisión, el de cono dinámico (para establecer la resistencia de subrasante) y los de exploración de la estructura de la vía (apiques y muestras de subrasante para hacer ensayos de granulometría, límites, etc.), se medirán espesores de las capas presentes, evaluará la calidad de gradación, humedad y compactación.

El vehículo ira a 5 km/h para garantizar una precisa Georreferenciación del eje de la vía durante el recorrido, contara adicionalmente con un odómetro digital con precisión al metro, el cual permitirá y facilitara el abscisado durante el inventario.

❖ *Ubicación de mojones:*

- Previamente el Supervisor determinará y definirá el punto de inicio y fin de la vía en una exploración conjunta con los encargados del municipio, el punto estará ubicado en el margen derecho de la vía en el sentido de la misma.
- Se dispondrá una señalización para indicar trabajos en la vía (conos).
- Para referenciar el punto de inicio, se ubicara el GPS lo más cerca posible, durante 10 min.
- Se hará una excavación de 45 cm de profundidad en el cual se hincará el mojón garantizando 30 cm de exposición del mismo.
- Se compactará hasta asegurar la estabilidad del mojón.
- Se procede pintar el código de la vía (Ej. 45AST05-1) y el kilometraje inicial (Ej. K0+000).
- Registro fotográfico.



Figura 6. Ubicación de mojones

- *Ensayo de penetrómetro de cono dinámico:* El penetrómetro de cono dinámico (DCP por sus siglas en idioma inglés), es un ensayo no destructivo mediante el cual por conteo de golpes se puede determinar la capacidad de soporte de un suelo en sitio. Este ensayo se realizaría cada 2.5 Km en las vías con TPD < 150, priorizadas por el plan vial regional o aquellas con pavimento algo deteriorado.



Figura 7. Ensayo de penetrómetro de cono.

- *Apique para determinación de espesores y características de la Superficie:* Cada 2.5 Km se realizarían apiques hasta la subrasante para determinar los espesores y estados de las capas de pavimento o de afirmado. Los valores y características serían almacenados en un diccionario de datos incorporado al aparato de GPS. Se recolectaran muestras de 3 Kg para realización de Ensayos de granulometría y límites líquido y plástico. Estos datos serán de utilidad en la determinación de las propiedades del suelo de soporte para diferentes tramos de las vías.



Figura 8. Apiques para determinación de espesores de las capas y características Extracción de muestras de subrasante.

- *Levantamiento de puentes:* Los puentes son de las estructuras mas complejas de una vía por cual la toma de la gran cantidad de datos hace que no se puedan almacenar en el equipo GPS por lo cual la información se hace en papel.



Figura 9. Levantamiento de puentes

- *Levantamiento de sección homogénea:* Se tomo la decisión de tomar medias de vía en secciones con el fin de agilizar el proceso de campo para la toma de datos en donde se agruparon mediadas de tipo de terreno, ancho de calzada, número de carriles, bombeo, bermas, cunetas en la vía.



Figura 10. Toma de medidas sección homogénea

2.2.2 COMISIÓN TIPO 2

Esta comisión cuenta con dos ingenieros los cuales tienen asignados el levantamiento de alcantarillas, box-couvert, muros de contención, sitios críticos, bateas y auscultación visual de la cada vía.

➤ *Alcantarillas y box-couvert*

Estructuras de gran importancia, porque garantizan la vida útil de las vías mediante la evacuación segura de las aguas de escorrentía provenientes de las cunetas y de microcuencas. Para este tipo de elementos se capturaron datos de abscisa, tipo de entrada y salida con sus respectivas dimensiones, dimensiones de tubería, estado de servicio, daños y registro fotográfico.



Figura 11. Alcantarilla



Figura 12. Box-couvert

➤ *Muros de contención*

Estructuras situadas a los costados de la vía bien sea para contener taludes o terraplenes. Para este tipo de elemento se capturaron datos como abscisa, tipo de muro, lado de ubicación, función, longitud, altura, ancho de corona y daños.



Figura 13. Muro de contención

➤ *Sitios críticos*

Fallas al costado de las vías que pueden ser de tipo de inestabilidad de banca, inestabilidad de taludes, reptación. Para este tipo de falla se capturan datos de tipo de falla, costado, altura aproximada, longitud.



Figura 14. Sitio critico

➤ *Auscultación de la vía*

Se realiza una inspección de fallas de la superficie cada kilometro para obtener un representativo del estado de la vía.



Figura 15. Auscultación visual

2.3 VALIDACIÓN POR PARTE DE LA ENTIDAD INTERVENTORA

Cualquier proyecto o contratación de tal magnitud requiere de una entidad Interventora que para el caso del inventario vial fue ejecutada por CIVILTEC. LTDA.

Esta entidad se encargo de la valoración y aprobación de los datos recogidos en campo mediante el método de aprobación militar, el que consiste en verificar los datos recogidos en campo en una cantidad de kilómetros de cada lote de vías expuesto por la entidad consultora para su aprobación.



Figura 16. Verificación de datos CIVILTEC. ltda

2.4 FASE DE DIAGNÓSTICO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN

Luego de tener la información organizada y corregida se procede a realizar el diagnóstico y la estimación de costos. Esta etapa del proyecto consiste en desarrollar una metodología que esté dentro de los alcances del contrato y que permita determinar las acciones a tomar basados en los datos recopilados en campo acerca de las condiciones de la red vial.

Para esta etapa es indispensable el apoyo de los expertos en las diferentes ramas de la ingeniería civil como lo son estructuras, pavimentos y geotecnia. Los especialistas serán los que brinden el asesoramiento durante el desarrollo de cuadros de decisiones automatizados que permitan obtener resultados de forma rápida.

El diagnóstico debe ser realizado a componentes de la vía tales como pavimentos, obras de drenaje, muros de contención, sitios críticos y puentes. La finalidad del diagnóstico es determinar cuántos de estos elementos se encuentran en buenas condiciones, cuantos requieren de mantenimiento o reparaciones, y finalmente que cantidad necesitan ser reemplazados. Es importante anotar que se deben manejar dos escenarios en la etapa del diagnóstico, un escenario consiste en hacer diagnóstico suponiendo que las condiciones de tráfico de superficie de rodadura se van a conservar y otro suponiendo que se va a reformar la calzada, se va a pavimentar y por su puesto el tráfico va a aumentar. Este criterio es adoptado debido a que los proyectos de inversión en vías son a largo plazo y tal vez no se cuente con los recursos suficientes para optimizar todas las vías, por ello el Ministerio podría requerir de información orientada a obras de mantenimiento y conservación del estado actual de las vías.

La estimación de costos es la etapa final del proyecto; en esta etapa se procede a cuantificar la inversión para cada uno de los escenarios anteriormente mencionados. Cabe anotar que la estimación de costos es un proceso muy largo y

complicado ya que es mucha la información que se debe recopilar y los APU's por desarrollar.

Una parte fundamental de la estimación de costos es el desarrollo de una metodología para el cálculo de estos la cual se acomode a las condiciones reales en cuanto a fuentes de materiales, distancias de acarreo y mano de obra. Es importante determinar precios muy aproximados a la realidad de cada municipio ya que esto se va a ver reflejado en los presupuestos de obra.

SEGUNDA PARTE: METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INTERVENCIÓN PRELIMINAR DE MANTENIMIENTO, REHABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE EN VÍAS DEPARTAMENTALES

1. MANUAL INTERNO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE OBRAS DE DRENAJE.

Para poder hacer un correcto inventario fue necesario crear un manual interno de inspección de obras de drenaje el cual nos serviría para unificar conceptos y permitir que la información recolectada por cualquier inspector de campo fuera coherente y clara.

Este manual fue desarrollado y ajustado a las condiciones de las vías durante la fase de aprestamiento del proyecto basado en los manuales de inspección visual de Invías.

El manual de inspección visual de obras de drenaje especifica los tipos de estructuras de drenaje existentes en una vía y daños con un respectivo calificativo según el nivel de severidad de cada uno de estos.

El manual interno para inspección visual de obras de drenaje es una herramienta muy importante en el desarrollo del proyecto en cuanto al tema de obras de drenaje ya que este permite obtener información concreta y sencilla para ser utilizada en cualquier momento y por cualquier inspector de campo con la finalidad de identificar los daños y la caracterización de las severidades para cada uno de los elementos de obras de drenaje.

El conocimiento del manual es el punto de partida para el diagnóstico de las obras de drenaje ya que este contiene los términos y códigos adecuados para la correcta caracterización de la información.

Cabe anotar que el contenido del manual interno de obras de drenaje se baso en el manual de inspección visual de estructuras de drenaje desarrollado por el Invías.

INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA VIAL DE SEGUNDO ORDEN

“VÍAS DEPARTAMENTALES”



MANUAL INTERNO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE OBRAS DE DRENAJE EN VÍAS SECUNDARIAS.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2009

INTRODUCCIÓN

El presente documento está basado en una recopilación bibliográfica y en la experiencia del convenio Universidad Industrial de Santander – Ministerio de Transporte, relacionada con las diferentes obras de drenaje construidas a lo largo de una vía, buscando servir como guía en la identificación de los componentes y en la evaluación de los daños presentes en este tipo de estructuras.

El documento presenta los principales elementos de control de aguas en una vía. En su primera parte especifica el control de aguas superficiales, para definir el drenaje superficial se consideran las obras que actúan directamente sobre la carretera bien sean drenajes longitudinales o drenajes transversales.

La segunda parte son las estructuras que hacen parte de el control de aguas subterráneas, la infiltración y los fenómenos del transporte interno del agua producen un determinado régimen de aguas subterráneas, que de acuerdo con sus movimientos periódicos, los eventuales afloramientos y las condiciones geotécnicas de la zona (estratificaciones permeables, discontinuidades, fallas, grietas, etc.), permitirán estimar la incidencia de este flujo sobre la estabilidad del talud (disminución progresiva de las condiciones del suelo y fenómenos erosivos desestabilizadores).

OBJETIVOS

El presente documento pretende ser una guía práctica para la inspección estructuras de drenaje, dirigido a aquellas personas con formación profesional en ingeniería a desarrollar inventarios viales.

El manual contiene una serie de herramientas prácticas que pueden ser empleadas por los ingenieros, a fin de obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección visual, que permita identificar el tipo, la magnitud, la severidad y la localización.

GENERALIDADES

En una carretera, el sistema de drenaje es el conjunto de obras que permite un manejo adecuado de los fluidos, para lo cual es indispensable considerar los procesos de captación, conducción, y evacuación de los mismos.

El exceso de agua u otros fluidos en los suelos o en la estructura de una carretera, afecta sus propiedades geomecánicas, los mecanismos de transferencia de carga, presiones de poros, subpresiones de flujo, presiones hidrostáticas, e incrementa la susceptibilidad a los cambios volumétricos. Por tal motivo, y aún cuando el agua es un elemento fundamental para la vida, es también una de las causas más relevantes del deterioro prematuro de la infraestructura vial.

El objetivo de este tipo de obras es el de conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final. De esta manera, se convierten en un soporte importante para el control de la erosión en taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida

evacuación del agua que, además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios.

Las obras de drenaje pueden clasificarse en obras para el control de aguas superficiales y obras para el manejo de flujos subterráneos o subsuperficiales. Vale la pena mencionar que para el diseño de este tipo de obras y su correcto funcionamiento es de vital importancia reconocer la red de drenaje natural.

A continuación se ampliarán los conceptos acerca de las obras de drenaje más comunes en las carreteras, algunos de los daños más frecuentes y algunos aspectos importantes a tener en cuenta durante la inspección.

CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES

Las obras de drenaje superficial que trabajan directamente sobre la carretera se consideran como longitudinales o transversales, según la posición que estas guarden con respecto al eje de la vía.

- El drenaje longitudinal tiene por objeto captar los flujos de agua para evitar que lleguen a la vía o permanezcan en ella causando desperfectos. A este grupo pertenecen las cunetas y bordillos.
- El drenaje transversal da paso al agua que cruza de un lado al otro de la vía.
- Las obras para el control de erosión de taludes conducen las aguas a zonas seguras donde no se afecte la estabilidad de los taludes. En estas obras se encuentran las zanjas de coronación o contracunetas, los canales colectores y los disipadores.

DRENAJE LONGITUDINAL

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellos elementos que se desarrollan en forma aproximadamente paralela al eje de la carretera. El más notorio es la cuneta, canal que atrapa el caudal que discurre por la vía y lo canaliza.

CUNETAS

Son canales abiertos construidos en los costados de las carreteras. El objetivo principal de estas obras es:

- ❖ Recoger las aguas de escorrentía procedentes de la calzada, evitando así encharcamientos en la vía que disminuyen el nivel de servicio de la misma y que pueden causar problemas por infiltración a las capas subyacentes.
- ❖ Recoger las aguas de escorrentía procedentes de los taludes de cortes y laderas adyacentes.

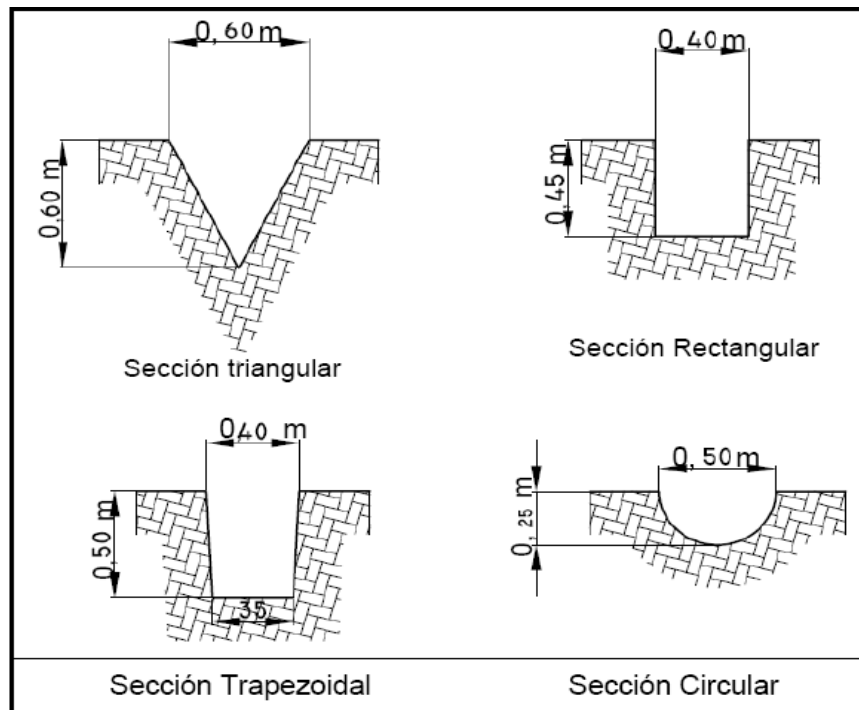


Figura 17. Secciones típicas de cunetas-Tomada de manual de INVIAS

DAÑOS EN CUNETAS: Se presentan a continuación algunos de los daños más comunes en cunetas, así como la forma en que deben registrarse en el formato de captura.

➤ **Escalonamiento (EJ).**

Desnivel entre dos módulos de concreto separados por una junta transversal o desnivel en la junta entre la cuneta y el pavimento.

Severidades. Teniendo en cuenta la separación (e) entre las superficies de los módulos, la clasificación de severidades es la siguiente:

Baja: $e < 6,0 \text{ mm}$.

Media: $6,0 < e < 25,0 \text{ mm}$.

Alta: $e > 25,0 \text{ mm}$.



Figura 18. Escalonamiento de cunetas (EJ)-Foto tomada del manual de INVIAS

➤ **Grietas (GR).**

Son el resultado de esfuerzos que actúan sobre el concreto. Pueden estar relacionadas con problemas intrínsecos del concreto incluyendo los defectos constructivos y en muchos casos tienen sus origen en las cargas de tránsito aplicadas de manera rápida o lenta.

Tratar de identificar si las grietas son causadas por efectos del tráfico o por el contrario tienen su origen en la calidad de los materiales o defectos constructivos.

Severidades. Teniendo en cuenta la abertura de la grieta (g).

Baja: $g < 3,0 \text{ mm}$ o fisuras selladas

Media: $3,0 < g < 10,0 \text{ mm}$. Se puede observar la presencia de material granular tipo arena y alguna presencia de vegetación.

Alta: $g > 10,0 \text{ mm}$ en donde se observa un potencial de infiltración importante con material granular y presencia o no de vegetación.



Severidad Baja

Severidad Media

Severidad Alta

Figura 19. Grietas de cunetas (GR)-Foto tomada del manual de INVIAS

➤ **Desgaste (DSU).**

Corresponde al deterioro de la superficie de la cuneta y está relacionada con altas velocidades de flujo, mala calidad de los materiales, y la acción del tránsito así como otros agentes abrasivos y/o erosivos.

Severidades. Se tiene en cuenta la pérdida de agregado

Baja: Se ha perdido recubrimiento del agregado que ha comenzado a desgastarse, pero no de manera significativa.

Media: La superficie del concreto es moderadamente rugosa y hay pérdida leve de partículas, sin embargo, no se observa socavación significativa.

Alta: La superficie está muy rugosa y presenta pérdida de partículas, puede presentarse socavación que genera un canal más pequeño por donde pasa el flujo.



Severidad Baja

Severidad Media

Severidad Alta

Figura 20. Desgaste de cuneta (DSU)- Foto tomada del manual de INVIAS

➤ **Desportillamiento (DPT - DPL).**

Consiste en la desintegración de las aristas o del borde de una junta, longitudinal o transversal o una grieta, con pérdida de trozos y que puede afectar hasta unos 5 cm dentro de la cuneta.

Severidades:

Teniendo en cuenta la distancia (d) entre la junta y el borde externo del desportillamiento, se clasifica de la siguiente forma:

Baja: $d < 5,0$ cm.

Media: $5,0 < d < 15,0$ cm.

Alta: $d > 15,0$ cm.



Figura 21. Desportillamiento de cuneta (DPT-DPL)-Foto tomada del manual de INVIAS

➤ **Fracturamiento de la Cuneta (FRAC).**

Este daño se presenta cuando la cuneta presenta agrietamientos en bloques de tamaño mayor de 0,30 m. x 0,30 m. Se considera que hay Fracturamiento cuando se presentan más de dos bloques en un módulo.

Severidades

Baja: existen más de dos bloques en el módulo de la cuneta sin embargo no hay desplazamientos ni hundimientos del concreto y no se observa infiltración excesiva

Media: los bloques presentan una separación entre 3 mm y 10 mm con algún desplazamiento, sin hundimientos.

Alta: los bloques presentan separaciones entre sí mayores de 10 mm, adicionalmente hay desplazamientos y hundimientos que permiten infiltración de agua a las capas inferiores. Puede existir remoción total o parcial del concreto y no hay continuidad de la cuneta.



Severidad Baja

Severidad Media

Severidad Alta

Figura 22. Fracturamiento de cuneta (FRAC)-Foto tomada del manual de INVIAS

➤ **Separación de la cuneta (SC).**

Esta patología indica el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta.

Severidades

Baja: $SC < 3,0 \text{ mm}$

Media: $3,0 < SC < 10,0 \text{ mm}$

Alta: $SC > 10,0 \text{ mm}$



Figura 23. Separación de de cuneta (SC)-Foto tomada del manual de INVIAS

➤ **Obstrucción del Disipador (OBS).**

Consiste en el depósito de sedimentos que generan un estancamiento del agua. Esta patología está relacionada con la velocidad de flujo en la cuneta, También puede presentarse por depositación de materiales provenientes de taludes adyacentes a la cuneta.

Severidades

Baja: menos del 2% de la sección se encuentra con material tanto transportado como del que proviene de taludes adyacentes.

Media: la cuneta se encuentra obstruida en un 30% de su sección transversal.

Alta: la cuneta presenta obstrucción en más del 30% de su sección transversal.



Severidad Baja

Severidad Media

Severidad Alta

Figura 24. Separación de Cuneta (OBS)-Foto tomada del manual de INVIAS

ALCANTARILLAS

Son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentía y su función es la de drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. También se les denomina alcantarillas a las estructuras que permiten evacuar en sitios predeterminados los caudales entregados por las cunetas, que a su vez recogen las aguas lluvias que caen sobre la calzada.

➤ Tipos de Alcantarilla.

- ✓ Cajón
- ✓ Tubería
 - Simple
 - Doble
 - Múltiple

Figura 5. Alcantarilla simple

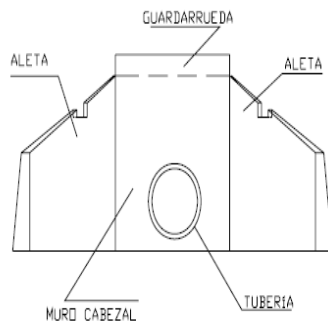


Figura 6. Alcantarilla doble

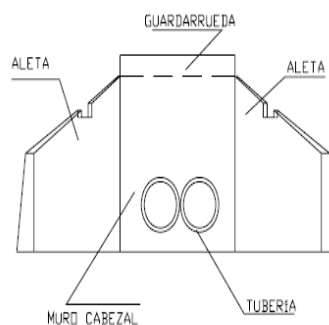


Figura 7. Alcantarilla múltiple

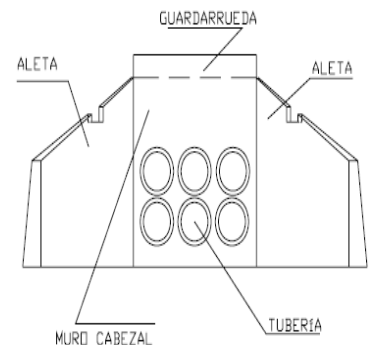


Figura 25. Tipos de alcantarillas-Tomada del manual de INVIAS

➤ TIPOS DE ESTRUCTURAS

Las alcantarillas están definidas por el tipo de estructura que se desea inventariar bien sea de entrada o de salida.

Encole: estructura diseñada para reducir la velocidad y disipar la energía de los flujos de agua en la entrada de las obras de drenaje, y así entregar de manera segura el agua a la tubería de la alcantarilla.



Figura 26. Encole

Descole: es una estructura diseñada para reducir la velocidad y disipar la energía de los flujos de agua en la salida de obras de drenaje y así entregar de manera segura el agua a canales naturales u otros canales no erosionables.



Figura 27. Descole

Aletas de Pocetas: se utilizan para contener los taludes que conforman el terraplén de la vía y/o el terreno natural.



Figura 28. Aletas de poceta

Poceta o lavadero: estructura que recibe el agua recolectada por las diferentes estructuras de drenaje longitudinal, especialmente cunetas. Se utiliza como encole y en algunas ocasiones puede encontrarse en el descole acompañada de otras estructuras de conducción de agua.



Figura 29. Poceta o lavadero

Disipador de Energía: es una estructura diseñada para reducir la velocidad y disipar la energía de los flujos de agua en la salida de obras de drenaje y así entregar de manera segura el agua a canales naturales u otros canales no erosionables.



Figura 30. Disipador de energía

No convencional: es la alcantarilla que no posee una estructura de entrada o salida definida, sino que simplemente la tubería expulsa el agua sin que exista algún tipo de disipación de energía.



Figura 31. No convencional

➤ **Estado de Servicio.**

Por medio de inspección visual se calificara el estado de servicio que presta la alcantarilla de acuerdo a las siguientes especificaciones.

❖ Limpio equivale a una calificación de **5**



Figura 32. Tubería limpia

❖ Medianamente colmatado a una calificación de 3



Figura 33. Tubería medianamente colmatada

❖ Colmatado a una calificación de 1



Figura 34. Tubería colmatada

➤ **Estado de daños en la Estructura**

Por medio de inspección visual se calificara la severidad de los daños que se presenten en cada uno de los elementos de la Alcantarilla.

Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos (GAM)

Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura. Durante la inspección deberá registrarse la severidad del daño existente según el ancho de fisura en **mm**.

Severidad

Baja: Fisuras selladas o ancho de fisura < 3mm

Media: 3mm < Ancho fisura < 10mm

Alta: Ancho fisura > 10mm



**Figura 35. Grietas Aletas, Muros cabezal y Muros de Poceta o Lavaderos (GAM)
Foto tomada del manual de INVIAS**

Grietas en la tubería principal.

Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura. Durante la inspección deberá registrarse la severidad del daño existente según el ancho de fisura en **mm**.

Severidad

Baja: Fisuras selladas ó ancho de fisura < **10mm**

Media: **10mm**< Ancho fisura < **25mm**

Alta: Ancho fisura > **25mm**



Figura 36. Grietas en Tubería Principal (GTP)
Foto tomada del manual de INVIAS

Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas (GV)

Este tipo de daños afectan tanto la estabilidad como la funcionalidad de la estructura. Durante la inspección deberá registrarse la severidad del daño existente según el ancho de fisura en **mm**.

Severidad

Baja: Fisuras selladas ó ancho de fisura < 10mm

Media: 10mm < Ancho fisura < 25mm

Alta: Ancho fisura > 25mm



Figura 37. Grietas Verticales en la Unión entre Muro Cabezal y las Aletas (GV)
Foto tomada del manual de INVIAS

Fractura con pérdida parcial o total de la tubería (FT)

Este tipo de daño afecta la estabilidad y funcionalidad de la estructura y de la vía en general, ya que permite infiltraciones de agua al terreno. Durante la inspección deberá registrarse la severidad del daño existente según el tamaño de la tubería que se encuentre averiado.

Severidad

Baja y Media: Cuando afecta **menos de 0.1 metros** de Longitud

Alta: Cuando afecta **más de 0.1 metros** de Longitud



Figura 38. Fractura con pérdida parcial o total de la tubería (FT)
Foto tomada del manual de INVIAS

Grietas o Fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI).

Este tipo de daño afecta la disipación de energía en la entrada o en la salida de la estructura de drenaje. Durante la inspección deberá registrarse la severidad del daño existente según el tamaño de la tubería que se encuentre averiado.

Severidad

Baja y Media: cuando afecta **menos de 0.1 metros** de Longitud

Alta: cuando afecta **más de 0.1 metros** de Longitud



**Figura 39. Grietas o Fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole o descole (GRI)
Foto tomada del manual de INVIAS**

Separación de secciones de tubería permitiendo infiltración de agua (ST)

Este daño deberá registrarse indicando el número de tubos que se encuentran separados y la distancia promedio de separación entre los mismos en metros.

Durante la inspección deberá registrarse la severidad del daño existente según el ancho de separación mm.

Severidad

Baja: Separación selladas ancho de separación < 10mm

Media: 10mm < Ancho Separación < 25mm

Alta: Ancho Separación > 25mm



**Figura 40. Separación de secciones de tubería permitiendo infiltración de agua (ST)
Foto tomada del manual de INVIAS**

Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería (HU).

Este daño generalmente está asociado a asentamientos y hundimientos de la rasante o superficie del terreno. En el formato deberá registrarse el número de tubos afectados, y si es posible el desplazamiento vertical promedio de los mismos en metros y con respecto a esto se mide el nivel de severidad.

Severidad

Baja: Hundimientos < 10mm

Media: 10mm < Hundimientos < 25mm

Alta: Hundimientos > 25mm



Figura 41. Hundimientos o aplastamientos de secciones de tubería (HU)
Foto tomada del manual de INVIA

Exposición de la tubería a la acción del tráfico (ET).

Aunque este daño no es común en vías pavimentadas, se ha encontrado en algunas vías de la red Nacional. Este daño está asociado con la mala calidad de compactación y espesores deficientes del material de relleno sobre las tuberías, en algunos casos se puede encontrar con separación de las secciones tubería.

Severidad.

Para la severidad se tendrá que hacer un comentario que será a criterio del ingeniero con respecto a las condiciones de exposición de la tubería.



Figura 42. Exposición de la tubería a la acción del tráfico (ET)
Foto tomada del manual de INVIA

➤ **Exposición del acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería (EA).**

La exposición del acero de refuerzo genera corrosión que reduce la vida útil de la estructura, hasta llegar a generar colapso de la misma.

Severidad. Siempre que se pueda visualizar el acero se considera como Nivel de severidad **ALTO**



Figura 43. Exposición del acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería (EA)
Foto tomada del manual de INVIAS

Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado, o muro cabezal (SO).

Los efectos de la socavación sobre las estructuras son bien conocidos, provocando en la mayoría de los casos el colapso. Se debe medir el área aproximada de afectación en metros cuadrados de tal forma que se pueda medir el nivel de severidad de la socavación.

Severidad

Baja: Socavación $< 0,25\text{m}^2$

Media: $0,25\text{m}^2 < \text{Socavación} < 0,5\text{m}^2$

Alta: Socavación $> 0,5\text{m}^2$



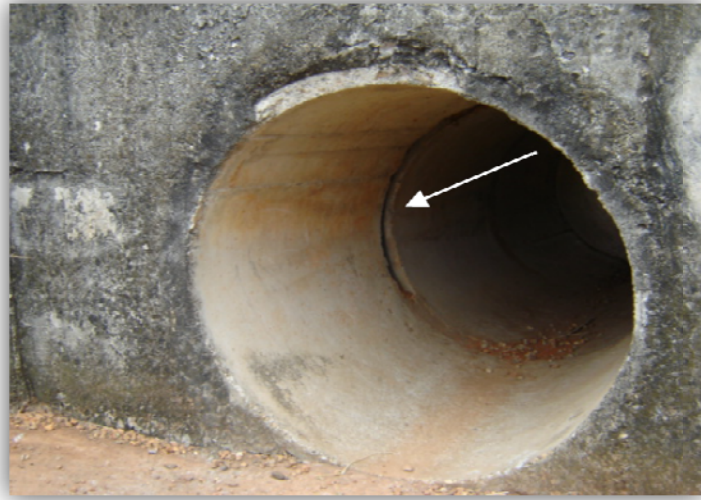
Figura 44. Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas, solado, o muro cabezal (SO).

Foto tomada del manual de INVIAS

Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones de la tubería (DP).

Se dice la pérdida de mortero de pega para las uniones de las tuberías que carecen o perdieron al mortero de pega que une cada parte de la tubería.

Severidad. Siempre que se pueda visualizar que hay un desprendimiento del mortero de pega se considera como Nivel de severidad **ALTO**



**Figura 45. Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones de la tubería (DP).
Foto tomada del manual de INVIAS**

CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La infiltración y los fenómenos del transporte interno del agua producen un determinado régimen de aguas subterráneas, que de acuerdo con sus movimientos periódicos, los eventuales afloramientos y las condiciones geotécnicas de la zona (estratificaciones permeables, discontinuidades, fallas, grietas, etc.), permitirán estimar la incidencia de este flujo sobre la estabilidad del talud (disminución progresiva de las condiciones del suelo y fenómenos erosivos desestabilizadores).

FILTROS SUBSUPERFICIALES

Este tipo de obras de drenaje se caracterizan por recolectar y conducir agua subsuperficial y/o subterránea. Tienen como función principal, evitar que las capas de materiales que componen la estructura de pavimento estén en contacto con flujos de agua que pueden conducir a un deterioro prematuro de la vía. Otras funciones de los filtros son las siguientes:

- Disminuir presiones de poros
- Disminuir el nivel piezométrico
- Disminuir gradientes de energía de flujos de agua
- Interceptar corrientes subterráneas.

❖ A continuación se presentan algunos de los filtros más utilizados, los cuales tienen diferentes funciones en la infraestructura vial.

- Con material de filtro y tubo colector.
- Con material grueso permeable sin tubo, llamado filtro francés.
- Con geotextil como filtro, material grueso y tubo colector.
- Con geotextil, material grueso y sin tubo.
- Tubo colector con capa gruesa de geotextil

- Drén sintético con geomalla, geotextil y tubo colector

Es muy común que los filtros se taponen por transporte y depositación de las partículas finas del suelo; un buen diseño debe contemplar esta posibilidad y tomar las correcciones necesarias, sin evitar que el filtro cumpla su principal función: permitir una rápida filtración del agua.

➤ **Daños típicos y forma de medición.**

Es muy difícil determinar mediante una inspección visual, si el filtro se encuentra funcionando adecuadamente. En las vías, los filtros normalmente entregan a las alcantarillas tal como se muestra en la figura 37. Sin embargo aunque no se observe ningún flujo, no puede determinarse que el filtro se encuentra deteriorado o no está funcionando.



Figura 46. Entrega del filtro a la alcantarilla

Es necesario buscar indicadores indirectos que permitan determinar deficiencias de drenaje subsuperficial. Uno de los factores más fáciles de identificar es la presencia de agua fluyendo en la calzada, o en los alrededores de la vía y que causan inestabilidad y erosión de los taludes, tanto de terraplenes como de los taludes naturales y los cortes realizados para la vía.

Tablas resumen para clasificación de daños en cunetas.

TIPO DE DAÑO	CODIGO	NIVEL DE SEVERIDAD		
		BAJO	MEDIO	ALTO
Escalonamiento	ES	Escalonamiento <6mm	6 mm < Escalonamiento < 25 mm	Escalonamiento > 25mm
Grietas	GR	Grietas < 3mm ó fisuras selladas	3mm < ancho de grieta <10mm presencia de arena o vegetación	Grieta >10mm presencia de arena o vegetación
Desgaste	DS	Perdida del recubrimiento del agregado pétreo que ha comenzado a desgastarse pero no de manera significativa	La superficie del concreto es moderadamente rugosa y hay pérdida leve de partículas, sin embargo no se observa socavación significativa	La superficie está muy rugosa, presenta pérdida de partículas, presenta socavación que forma un canal mas pequeño por donde pasa el flujo
Desportillamiento de cuneta	DE	Desportillamientos < 5cm	5cm < desportillamiento <15cm	Desportillamientos > 15cm
Fracturamiento de cuneta	FR	Existen mas de dos bloques en el modulo de la cuneta, sin embargo no hay hundimientos concreto	Existen de dos a cuatro bloques, que presentan separación de 3 a 10mm y se observa infiltración de fluido	Existen mas de cuatro bloques, que presentan separación de mas 10mm y se observa infiltración de fluido a gran escala
Separación de cuneta	SE	Separación < 3mm	3mm < separación < 10mm	separación > 10mm
Obstrucción de cuneta	OB	Menos del 2% de la sección se encuentra con material transportado o adyacente de los taludes	La cuneta se encuentra obstruida entre un 2% y 30% de su sección transversal	Presenta obstrucción en más de un 30% de su sección transversal

Tabla 1. Tablas resumen para clasificación de daños en las alcantarillas.

Tablas resumen para clasificación de daños en las alcantarillas.

TIPO DE DAÑO	CODIGO	NIVEL DE SEVERIDAD		
		BAJO	MEDIO	ALTO
Grietas en aletas, muro , cabezal, muro de pocetas o lavaderos	GAM	Fisuras selladas o < 3mm	3mm < ancho de grieta < 10mm	Fisuras > 10mm
Grietas en tubería principal	GTP	Fisuras < 10mm	10mm < ancho de fisura < 25mm	Fisuras > 25mm
Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas	GV	Fisuras < 10mm	10mm < ancho de fisura < 25mm	Fisuras > 25mm
Fractura o pérdida total o parcial de la tubería	FT	Cuando se afecta menos de 0,1m de la longitud de tubería		Cuando se afecta menos de 0,1m de la longitud
Grietas o fracturamiento en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encoles o decoles	GRI	Cuando se afecta menos de 0,1m de la longitud de tubería		Cuando se afecta menos de 0,1m de la longitud
Separación de secciones de tubería	ST	Separación < 10mm	10mm < separación < 25mm	Separación > 25mm
Hundimiento o aplastamiento	HU	Hundimiento < 10mm	10mm < Hundimiento < 25mm	Hundimiento > 25mm
Exposición de la tubería	ET	Según descripción	Según descripción	Según descripción
Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, aletas y tubería	EA			Se visualiza el acero
Socavación de concreto y del suelo de fundación de aletas soldado , muro y/o cabezal	SO	< 0.2 m2 área afectada	0.2 m2 < área afectada < 0.5 m2	> 0.5 m2 área afectada
Deterioro y pérdida del mortero de pega de uniones	DP			Desprendimiento del mortero de pega

Tabla 2. Tablas resumen para clasificación de daños en las alcantarillas.

2. ESTRUCTURAS DE DRENAJE

Las consecuencias de un deficiente drenaje y subdrenaje son los problemas de erosión en taludes y en la estructura del pavimento, llegando a afectar la seguridad de los usuarios; por tanto este tipo de obras son claves para mantener un buen nivel de servicio.

Las obras de drenaje comprenden drenajes longitudinales y transversales; cunetas, alcantarillas, y filtros.

2.1 TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE.

La recolección de información en campo es el punto de partida para la evaluación del estado de las estructuras de drenaje y es por esto que este procedimiento requiere de especial atención.

El levantamiento de un cualquiera que fuese el tipo de la estructura de drenaje estaba conformado por la geo-referenciación del punto mediante el aparato de GPS, la toma de registro fotográfico, toma de medidas, identificación de tipologías e identificación de daños.

El procedimiento de levantamiento de la estructura de drenaje comienza con el enlace en el aparato de GPS del registro de un elemento tipo línea para las cunetas correspondiente al eje de sección homogénea de la vía, con un elemento tipo punto correspondiente a las alcantarillas.

- Diccionario de datos incorporado al GPS para alcantarillas (tipo punto):
 - PR leído por el odómetro instalado en el vehículo
 - Tipo de tubería (simple, doble, múltiple, cajón)
 - Dimensiones (diámetro, longitud)
 - Material (concreto, metálica, madera, gres, PVC, otro)
 - Estructura de entrada y salida (lado, tipo, longitud, daños)
 - Tubería (estado de servicio, estado de funcionamiento, daños)
 - Existencia de drenes (existe, afluencia, estado de servicio)

- Diccionario de datos incorporado al GPS para cunetas (tipo línea):
 - Existencia
 - Lado de Ubicación (derecho, izquierdo, ambos costados)
 - Longitud
 - Tipo de sección (triangular, rectangular, trapezoidal, semicircular)
 - Tipo de revestimiento (revestida, afirmado)
 - Ancho
 - Estado de servicio (colmatado, med. Colmatado, limpio)
 - Daños

2.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE.

Son muchas las causas que pueden llevar a la falla de las estructuras de drenaje, entre ellas se encuentran los problemas constructivos, errores en el diseño, deterioro natural de los materiales y componentes, sobre carga, sismos, entre otras.

El trabajo de campo ha servido para identificar cada uno de estos problemas pero es necesario hacer una evaluación global de el estado de las diferentes estructuras de drenaje, la cual se resume en sugerir que actividades se deben realizar en cada uno de ellas, bien sean estas actividades de mantenimiento, reparación, reforzamiento o de reconstrucción.

El tomar una decisión no es trabajo fácil, se requiere de un análisis muy detallado, pero para nuestro caso el alcance de nuestro proyecto nos limita a hacer análisis más detallados.

A continuación se presentan los procedimientos que se siguieron para la evaluación de obras de drenaje de algunas de las vías secundarias de Santander.

Debido a que los procedimientos para el diagnóstico de obras de drenaje están enfocados a aplicarse a una gran cantidad de estructuras y ya que la disponibilidad de tiempo no permitiría el análisis uno a uno, y además la inspección de las estructuras se realizo de forma visual y se limitó a la identificación de fallas; se requiere que el diagnóstico se pueda realizar de manera masiva, para ello se implementa la estrategia de definir Alcantarillas y cunetas promedio para cada una de las tipologías estructurales y poder calcularles las cantidades de obra basados en porcentajes de daño asignados de acuerdo a los grados de severidad de la falla.

2.3 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIONES

Las consecuencias de un deficiente drenaje y subdrenaje son los problemas de erosión en taludes y en la estructura del pavimento, llegando a afectar la seguridad de los usuarios; por tanto este tipo de obras son claves para mantener un buen nivel de servicio.

Las obras de drenaje comprenden drenajes longitudinales y transversales; cunetas, alcantarillas, y filtros.

El punto de partida para definir un costo de intervención para la conservación de alcantarillas y cunetas, es la definición de las acciones a tomar para cada uno de los problemas que se hayan encontrado.

Como ya se mencionó anteriormente durante el trabajo de campo se identificaron las fallas presentes en cada estructura asignando a cada una de estas fallas un grado de severidad dándole de manera general el número 4 a una falla leve sin necesidad de reparación y 1 a una falla grave y que requiere inmediata intervención.

Basados en una serie de patologías, cada una con sus grados de severidad, se procede a indagar y definir la intervención correspondiente a cada una de las severidades para cada falla.

2.3.1 ALCANTARILLAS

En los siguientes cuadros se resumen las alternativas de intervención para las alcantarillas de acuerdo sus características encontradas y estados.

Tabla 3. Alternativas de intervención para alcantarillas

ME_RALC	Reemplazo alcantarilla de longitud 6 m con $\Phi=36"$	
PROBLEMA O FALLA	La colmatación por sedimentos, basuras u otros materiales hacen que el estado de servicio y funcionalidad de la alcantarilla disminuya significativamente, problema común en alcantarillas con diámetros inferiores a 36".	
Descripción Solución	Se reemplazaran todas aquellas alcantarillas, con diámetros inferiores a 36".	
Criterios de Aplicación	Según la respuesta dada por el INVIAS a una norma referente al diámetro mínimo de alcantarillas, se especifica que por facilidad de las operaciones de inspección y mantenimiento y por la experiencia acumulada de varias décadas en la red vial, el diámetro mínimo para reposición y construcción de nuevas alcantarillas se opta por diámetros iguales o superiores a 36".	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Remoción de alcantarillas	m3	Remoción alcantarilla X Longitud total alcantarillas a remover
Excavaciones varias en roca en seco	M3	Se tomo el 10% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida y cuerpo)
Excavaciones varias en roca bajo agua	M3	Se tomo el 30% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida y cuerpo)
Excavaciones varias en material común en seco	M3	Se tomo el 50% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida y cuerpo)
Excavaciones varias en material común bajo agua	M3	Se tomo el 10% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida y cuerpo)

Rellenos para estructuras	M3	Se tomó un relleno en general de una alcantarilla tipo y se cuantificó por el tipo de estructura
Concreto clase (D) 210 kg/cm ³ (3000psi)	M3	Se estima una alcantarilla tipo para un diámetro de 36" y según las dimensiones de la estructura se cuantifica la cantidad de concreto a utilizar
Concreto clase (E) 175 kg/cm ³ (2500psi)	M3	
Concreto clase (F) 140 kg/cm ³ (2000psi)	M3	
Mortero de pega 1:3	M3	Relación estándar de obra
Acero grado 60	kg	Para la alcantarilla tipo se cuantifica la cantidad de acero
Tubería de concreto reforzado de 900 mm (diámetro interior)	ML	Se estima por la longitud Total de intervención de la alcantarilla a modificar
ME_EES	Construcción de Encole, Descole o Poceta	
PROBLEMA O FALLA	Las deficiencias en estructuras de entrada y/o salida de una alcantarilla implican problemas de infiltración y exceso de agua sobre la estructura de pavimento.	
Descripción Solución	Se plantean construcciones de estructuras de entrada y salida estándares tal y como el ministerio de infraestructura y el Invias plantean en sus especificaciones para una alcantarilla de diámetro 36"	
Criterios de Aplicación	Se construye una nueva estructura de entrada y salida en caso que la longitud entre estas sea menor a 6 m, cuando existan grietas en los muros cabezales o aletas calificados con severidades altas.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Excavaciones varias en roca en seco	M3	Se asume el 10% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Excavaciones varias en roca bajo agua	M3	Se asume el 30% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Excavaciones varias en material común en seco	M3	Se asume el 50% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)

Excavaciones varias en material común bajo agua	M3	Se asume el 10% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Rellenos para estructuras	M3	Se tomó un relleno en general de una alcantarilla tipo y se cuantificó por el tipo de estructura
Concreto clase (D) 210 kg/cm3 (3000psi)	M3	Se estima una alcantarilla tipo para un diámetro de 36" y según las dimensiones de la estructura de entrada y/o salida se cuantifica la cantidad de concreto a utilizar
Concreto clase (E) 175 kg/cm3 (2500psi)	M3	
Concreto clase (F) 140 kg/cm3 (2000psi)	M3	
Acero grado 60	kg	Para la entrada y/o salida de la alcantarilla tipo se cuantifica la cantidad de acero
ME_ALT	Ampliación longitud de tubería	
PROBLEMA O FALLA	Al ampliar el ancho de calzada a las condiciones ideales de una vía secundaria propuesta por la secretaria de infraestructura, generan drenajes transversales inadecuados cuando son menores a la longitud especificada.	
Descripción Solución	Se plantea una ampliación de tramos de la tubería faltante para completar la dimensión ideal.	
Criterios de Aplicación	Todas aquellas alcantarillas menores de 6 metros de longitud entre estructura de entrada y salida	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Excavaciones varias en roca en seco	M3	Se asume el 10% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Excavaciones varias en roca bajo agua	M3	Se asume el 30% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Excavaciones varias en material común en seco	M3	Se asume el 50% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Excavaciones varias en material común bajo agua	M3	Se asume el 10% del Volumen de Excavación(estructura de entrada, salida)
Rellenos para estructuras	M3	Se tomó un relleno en general de una alcantarilla tipo y se cuantificó por el tipo de estructura

Concreto clase (D) 210 kg/cm ³ (3000psi)	M3	Se estima una alcantarilla tipo para un diámetro de 36" y de longitud mayor de 6m, según las dimensiones de la estructura se cuantifica la cantidad de concreto a utilizar
Concreto clase (E) 175 kg/cm ³ (2500psi)	M3	
Concreto clase (F) 140 kg/cm ³ (2000psi)	M3	
Mortero de pega 1:3	M3	Relación estándar de obra
Acero grado 60	kg	Para la alcantarilla tipo se cuantifica la cantidad de acero
Tubería de concreto reforzado de 900 mm (diámetro interior)	ML	Se estima por la longitud Total de intervención de la alcantarilla a modificar
RE_ROC	Limpieza para mantener buen estado de servicio Rocería	
PROBLEMA O FALLA	La colmatación en obras de drenaje conllevan a deficientes estado de servicio y provocando mal control, evacuación y transporte de la escorrentía superficial.	
Descripción Solución	Se contratan cuadrillas que se encarguen de la limpieza de las alcantarillas, liberándolas de excesos de sedimentos, vegetación u otros objetos que impidan el flujo continuo del agua.	
Criterios de Aplicación	Todas aquellas alcantarillas mayores de 36" y/o que no necesiten ningún tipo de intervención y que en su estado funcional la evaluación sea con severidades altas y medias.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Limpieza a mano de Encoles y Descoles	ML	Se cuantifica por la cantidad de material a remover
Limpieza Manual de Alcantarillas	Und	Se cuantifica por la cantidad de estructuras a limpiar
MA_CSOL	Construcción de solados para mitigar socavaciones en entradas y salidas	
PROBLEMA O FALLA	La socavación es un problema que induce a la destrucción parcial y total de las estructuras, induciendo infiltraciones.	

Descripción Solución	Se plantean solados con un concreto clase F en las estructuras de salida y/o entrada para disminuir el impacto en las entregas y proteger las estructuras	
Criterios de Aplicación	Cuando se identifica una alcantarilla con problemas de socavación y se evalúan severidades altas y medias, esta actividad se recomienda.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Concreto clase (F) 140 kg/cm ³ (2000psi)	M3	Se estima una alcantarilla tipo y según las dimensiones de entrada y/o salida se cuantifica la cantidad de concreto a utilizar
MA_AM	Aplicación mortero de pega	
PROBLEMA O FALLA	La separación entre tramos de tubería genera infiltraciones significativas que inclusive pueden afectar la estabilidad de la banca.	
Descripción Solución	Se aplicación de mortero de pega 1:3.	
Criterios de aplicación	Para todas aquellas alcantarillas con fallas identificadas con este tipo de deterioro del mortero de pega o separación de tramos de tubería calificadas con severidades altas	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Mortero de pega 1:3	M3	Relación estándar de obra
MA_CC	Relleno, compactación y conformación	
PROBLEMA O FALLA	Rellenos mal compactados y superficies mal conformadas promueven la exposición de cuerpos de tubería, así como inestabilidades de banca tales como hundimientos.	
Descripción Solución	Se plantean materiales para rellenos de buena calidad, con equipos de alto rendimiento para garantizar compactación del 95% del pretor modificado y una conformación básica de la capa de rodadura.	
Criterios de aplicación	Para todas aquellas alcantarillas con fallas identificadas tipo hundimientos o exposición de tubería calificadas con severidad alta o media.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Rellenos para estructuras	M3	Se asume un relleno en general de una alcantarilla tipo y se cuantificó por el tipo de estructura
MA_ROC	Limpieza para mantener buen estado de servicio Rocería	
PROBLEMA O FALLA	La colmatación en obras de drenaje conllevan a deficientes estado de servicio y provocando mal control, evacuación y transporte de la escorrentía superficial.	
Descripción solución	Se contratan cuadrillas que se encarguen de la limpieza de las alcantarillas, liberándolas de excesos de sedimentos, vegetación u otros objetos que impidan el flujo continuo del agua.	
Criterios de aplicación	Todas aquellas alcantarillas mayores de 36" y/o que no necesiten ningún tipo de intervención y que en su estado funcional la evaluación sea con severidades altas y medias.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Limpieza a mano de Encoles y Descoles	M3	Se cuantifica por la cantidad de material a remover
Limpieza Manual de Alcantarillas	Und	Se cuantifica por la cantidad de estructuras a limpiar

✓ *Consideraciones para el cálculo de cantidades de obra para las intervenciones en alcantarillas.*

Para el cálculo de las cantidades de obra, se definió una alcantarilla tipo de 36", con una longitud de 8 metros y una profundidad de 1,05m con respecto a la subrasante, sobre esta alcantarilla se realizaron los cálculos para determinar cantidades de obra de excavación, concretos, aceros de refuerzo, morteros de pega para cada uno de los elementos de la alcantarilla. A continuación se presenta una relación de las cantidades obtenidas para la alcantarilla tipo por cada elemento.

Tabla 4. Cantidades de obra para poceta tipo

POCETAS		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA
EXCAVACIÓN	m ³	10,97
CONCRETO SOLADO	m ³	0,54
CONCRETO ZARPA	m ³	0,2
CONCRETO DE ELEVACION	m ³	3,65
RELLENO	m ³	2,2
MORTERO DE PEGA (1:3)	m ³	0,0075

Tabla 5. Cantidades de obra para encole o descole tipo

ENCOLE O DESCOLE		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA
EXCAVACION	m ³	17,91
CONCRETO SOLADO	m ³	0,41
CONCRETO ZARPA	m ³	1,85
CONCRETO DE ELEVACION	m ³	4,2
RELLENO	m ³	4,38
MORTERO DE PEGA (1:3)	m ³	0,0075

Tabla 6. Cantidades de obra del cuerpo de alcantarilla tipo

CUERPO DE LA ALCANTARILLA		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA
EXCAVACION	m ³ /ml	3,7
CONCRETO SOLADO	m ³ /ml	0,16
CONCRETO ATRAQUE	m ³ /ml	0,25
TUBO REFORZADO D=36"	und/ml	1

RELLENO	m ³ /ml	2,6
---------	--------------------	-----

Tabla 7. Cantidades de obra demoliciones de alcantarillas existentes tipo

PRELIMINARES		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS (CONCRETO REFORZADO) (POCETA)	m ³	17,71
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS (CONCRETO REFORZADO) (ENCOLE O DESCOLE)	m ³	28,9
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS (CONCRETO REFORZADO) (ALCANTARILLA COMPLETA)	m ³	46,61
REMOCION DE ALCANTARILLAS	m ³ /ml	7,07

Tabla 8. Cantidades de obra otras actividades de alcantarillas tipo

OTRAS ACTIVIDADES		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA
APLICACIÓN MORTERO DE PEGA	m ³	0,0075
SOLADOS	m ³	0,54
NIVELACION Y CONFORMACION DE LA SUBRASANTE	m ²	36
ROCERIA	ml	2

2.3.2. CUNETAS

Las cunetas como obras de drenaje longitudinal tienen una labor muy importante de controlar, conducir y evacuar el agua a las alcantarillas a lo largo de la vía para garantizar un control de la escorrentía superficial sobre la vía; evitando infiltraciones e inestabilidades de banca y en los taludes.

En campo se evaluó su estado estructural y de acuerdo a esto se establecieron actividades de mantenimiento o reconstrucción.

Tabla 9. Matriz de selección de alternativas de intervención para cunetas

DAÑO	CÓDIGO	Severidad media	Severidad alta
Escalonamiento	ES	Reparación	Reconstrucción
Grietas	GR	Reparación	Reconstrucción
Desgaste	DS		Reparación
Desportillamiento	DE	Reparación	Reconstrucción
Fracturamiento	FR	Reparación	Reconstrucción
Separación	SE	Mantenimiento	Reparación
Obstrucción canal	OB	Mantenimiento	Mantenimiento
Obstrucción salida	OBS	Mantenimiento	Mantenimiento
Estado de servicio		Mantenimiento	Mantenimiento

Se establecieron actividades únicamente en aquellas cunetas donde se identificaron daños con severidades medias o altas.

Perfilado y cuneteo (km):

Cuando la vía no cuenta con cunetas definidas, especialmente en vías en afirmado donde la actividad principal es mantenimiento, se plantea esta actividad como medida para manejar la escorrentía superficial sobre la vía y evitar infiltraciones y daños a la estructura de la capa de rodadura.

Cunetas revestidas en concreto (clase D) (m3)

Se efectúa revestimiento con concreto en las cunetas en zonas erosionables e inestables o con pendientes altas y fuertes, curvas muy cerradas, con el propósito de encauzar debidamente el agua para evitar recorridos en forma inadecuada que causen daños a la superficie de rodadura.

Mantenimiento General (ml)

Se refiere a la limpieza de vegetación, tierras, basura, escombros, detritos a la sección de las cunetas que están actualmente en servicio, esta actividad como explica la tabla de actividades, se estableció para todas aquellas cunetas con obstrucciones en el canal, en las salidas o entregas a las alcantarillas, cuando hay separaciones de severidades medias y cuando el estado de servicio se califico como colmatada y medianamente colmatadas.

Reparación

Esta actividad comprende sellado de grietas y fracturamientos, aplicación de morteros para desportillamientos, separaciones y desgaste de este tipo de estructuras.

Reconstrucción:

Para todas aquellas cunetas que en campo actualmente presentan escalonamientos, grietas, desportillamiento y fracturamientos calificados con severidades altas.

Diseño Tipo	b Ancho	h Profundidad	c	d	f	g	Área	Perímetro Mojado	R	Pendiente min. de la vía (%)	Coficiente Rugosidad	Caudal cuneta (m ³ /seg)
Cuneta Tipo 3-A	1.00	0.30	0.50	0.50	0.58	0.58	0.150	1.188	0.129	0.5	0.015	0.180
Cuneta Tipo 3-B	0.80	0.25	0.40	0.40	0.47	0.47	0.100	0.943	0.106	0.5	0.015	0.106
Cuneta Tipo 3-C	0.50	0.20	0.25	0.25	0.32	0.32	0.050	0.640	0.078	0.5	0.015	0.043

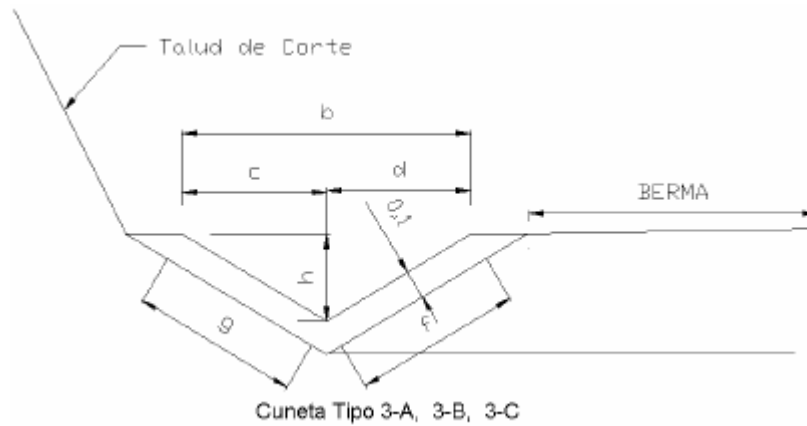


Figura 47. Tipologías para cunetas

Las cantidades de las cunetas vienen calculadas según el tipo de cuneta seleccionada, la cual fue una Cuneta Tipo 3-B con revestimiento en concreto de espesor 10 cm.

A continuación se presentan cuadros con el resumen de intervención por cunetas.

Tabla 10. Alternativas de intervención para cunetas

ME_PC		Perfilado y cuneteo	
PROBLEMA O FALLA	La ausencia o no definición de cunetas conlleva a un mal manejo de la escorrentía a lo largo de la vía, generando infiltraciones a la estructura de la rodadura y problemas de inestabilidad de banca futuros.		
Descripción solución	Se pasa la cuchilla a todas las vías en afirmado, para garantizar la existencia de esta obra de drenaje longitudinal.		
Criterios de aplicación	En todas aquellas vías en afirmado donde no sea evidente la presencia de cunetas.		
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO	
Perfilado y cuneteo	Km	Se cuantifica por km intervenido	
ME_RCC		Cunetas revestidas en concreto	
PROBLEMA O FALLA	Las cunetas sin revestir no tienen forma definida y su objetivo de encauzamiento, evacuación y control del agua se ve afectada en zonas de altas pendientes y curvas cerradas		
Descripción solución	Se plantean definir el área de las cunetas con un revestimiento en concreto		
Criterios de aplicación	En zonas de altas pendientes, curvas cerradas y donde se pavimente con asfalto.		
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO	
Cuneta Revestida en concreto	m3	Área Recomendada*Longitud Intervenida	
ME_RCUN		Reconstrucción de cunetas	
PROBLEMA O FALLA	La ausencia o deficiencia estructural de las cunetas conllevan a problemas de mal manejo de la escorrentía superficial, llegando a afectar la estructura del pavimento.		
Descripción solución	Se plantea una definición del área de la cuneta, utilización de material filtrante y una construcción de esta obra de drenaje		
Criterios de aplicación	Se plantea la reconstrucción cuando se identifiquen escalonamientos, grietas, desportillamientos o fracturamientos con severidades altas.		

ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Reconstrucción de cunetas	ml	Se hace una Demolición del canal viejo, se nivela la superficie y se construye la cuneta según el (Área Recomendada*longitud Intervenida)
MA_CG		Mantenimiento General
PROBLEMA O FALLA	La colmatación en las cunetas conlleva a la deficiencia del control y manejo de la escorrentía superficial y posteriormente problemas de estabilidad de banca.	
Descripción solución	Programación de jornadas de limpieza de escombros, vegetación, tierra, basura, etc.	
Criterios de aplicación	Se plantea el mantenimiento general, cuando el estado funcional se califica con severidad alta o media.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Mantenimiento general	ml	Se hace un sellado de juntas entre losas, y una limpieza del canal junto con los accesos a las entradas de las alcantarillas, y se cuantifica por ML Intervenido
MA_RC		Reparación de cunetas
PROBLEMA O FALLA	Las grietas, escalonamientos, desportillamientos o cualquier tipo estructural de falla presente en las cunetas conlleva a que exista la posibilidad de infiltraciones en la estructura del pavimento, provocando e induciendo problemas en la banca.	
Descripción solución	Se enfoca en el sellado de grietas y fracturamientos, aplicación de morteros para desportillamientos, separaciones y desgaste de este tipo de estructuras.	

Criterios de aplicación	Se aplica cuando la cuneta presenta desportillamientos, grietas, escalonamientos y fracturamientos en severidades altas; así como desgaste y separación en severidad alta.	
ITEMS PRESUPUESTO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALCULO
Reparación de cunetas	ml	Se evalúa el escalonamiento, desgaste, las grietas, partes fracturadas, desportillamientos y separación de juntas, cuantificando la cantidad de concreto para mitigar la falla a lo largo del tramo a Intervenir

2.3.3 FILTROS

Las filtros como obras de drenaje longitudinal tienen una labor muy importante de controlar, conducir y evacuar e aguas subterráneas producidas por filtración o por los taludes asía las alcantarillas a lo largo de la vía para garantizar un control de la escorrentía subterránea de la vía; evitando infiltraciones e inestabilidades de banca y en los taludes.

Para la parte de filtros no se realiza un planteamiento de mantenimiento, reconstrucción ó reconstrucción ya dentro del inventario no se cuenta con la información necesaria para cualquier d estos procedimientos

Pero dentro de la necesidad de drenajes subterráneos longitudinales, se plantea la construcción de filtros a lo largo de toda la vía ó por lo menos en los tramos en los cuales se ha de construir cuneta revestida.

2.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios utilizados para la determinación del costo por cada intervención en las vías estudiadas se baso fundamentalmente en la base de datos de análisis de precios unitarios utilizados en las secretarias de infraestructura de cada departamento.

La secretaria de Infraestructura de Santander, entrego los presupuestos estándar empleados para este tipo de proyectos, con precios del año pasado y una base de datos de unitarios. Los precios se actualizaron al año en curso, con base al índice de precios del consumidor, junto al listado de precios de la ferretería ALDIA.

Para los costos indirectos, se manejaron los porcentajes utilizados en las gobernaciones de cada departamento, de acuerdo a la experiencia en los proyectos viales de este tipo a lo largo de los últimos años, tomándose los siguientes valores.

Tabla 11. Costo indirecto

COSTOS INDIRECTOS	
ADMINISTRATIVOS	20%
IMPREVISTOS	5%
UTILIDADES	5%

Tabla 12. Ítems y precios unitarios: Adecuación del terreno y preliminares

OBRAS DE DRENAJE		
ALCANTARILLADO DE 36"	UN	COSTO UNITARIO
Nivelación y Conformación de la Subrasante	m ²	\$ 10,430
Excavaciones varias en roca en seco	m ³	\$ 39,282
Excavaciones varias en roca bajo agua	m ³	\$ 81,360
Excavaciones varias en material común en seco	m ³	\$ 20,724
Excavaciones varias en material común bajo agua	m ³	\$ 25,738
Rellenos para estructuras	m ³	\$ 57,174
Concreto clase (D) 210 kg/cm ³ (3000psi)	m ³	\$ 395,797
Concreto clase (E) 175 kg/cm ³ (2500psi)	m ³	\$ 360,855
Concreto clase (F) 140 kg/cm ³ (2000psi)	m ³	\$ 298,791
Mortero de pega 1:3	m ³	\$ 189,021
Acero grado 60	kg	\$ 3,773
Tubería de concreto reforzado de 900 mm (diámetro interior)	ml	\$ 291,891
Disipadores de energía y sedimentadores en Concreto ciclópeo	m ³	\$ 326,965

Tabla 13. Ítems y precios unitarios: Filtros y cunetas

FILTROS	UN	COSTO UNITARIO
Excavaciones varias en roca en seco	m ³	\$ 39,282
Excavaciones varias en material común en seco	m ³	\$ 20,724
Geotextil	m ²	\$ 5,720
Material drenante	m ³	\$ 55,429
Material de cobertura	m ³	\$ 118,621
CUNETAS	UN	COSTO UNITARIO
Cunetas revestidas en concreto (clase D)	m ³	\$ 512,591
Mantenimiento General	ml	\$ 1,323
Reparaciones	GL	\$ 18,606
Reconstrucción	GL	\$ 79,649

2.5 DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLAS POR DEPARTAMENTO

Se encontraron un total de 16107 obras de drenaje tipo alcantarilla, distribuidas por departamento así;

Tabla 14. Distribución Obras de drenaje por Departamento

TIPO	SANTANDER	NORTE DE SANTANDER	TOTAL GENERAL
Tubería Concreto	9444	5530	14974
Tubería Metálica	37	57	94
Tipo Cajón	452	587	1039
TOTAL GENERAL	9933	6174	16107

Como se puede observar en la siguiente tabla, la cantidad de obras de drenaje por kilómetro para los departamentos en estudio es muy cercana, debido a que su topografía es relativamente similar (tipo de terreno usual montañoso y ondulado).

Tabla 15. Densidad Obras de Drenaje por Departamento

DEPARTAMENTO	Longitud (km)	Cantidad de Obras	Obras / km
SANTANDER	2438,76	9933	4.07
NORTE DE SANTANDER	1366,78	6174	4,51
Total	3805,54	16107	4,29

En cuanto al estado de las alcantarillas se muestra a continuación el estado de funcionamiento, siendo esta una característica importante para la planeación del mantenimiento o evaluar el grado de abandono de este tipo de estructuras, las alcantarillas se evaluaron como colmatadas (1), medianamente colmatadas (3) y limpias (5).

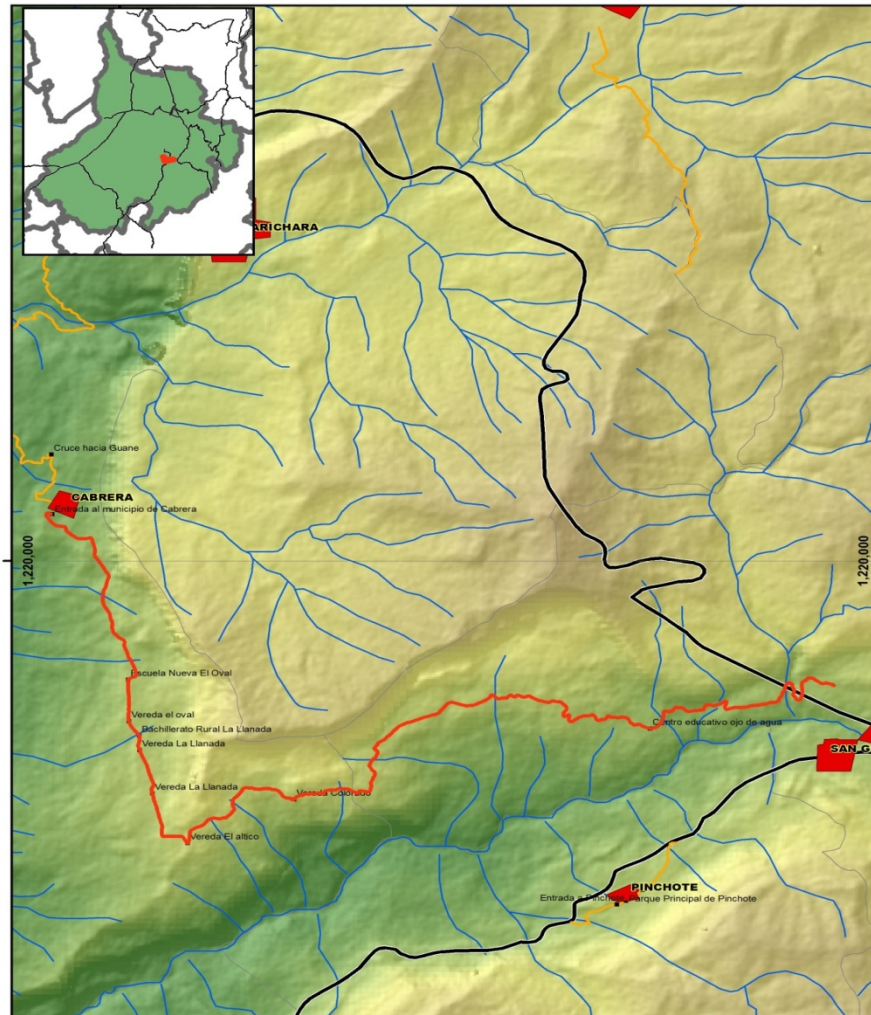
Tabla 16. Distribución Obras de Drenaje por Estado Funcional

TIPO	Calificación de Estado	SANTANDER	NORTE DE SANTANDER
	Funcional		
CIRCULAR CONCRETO	1	1719	871
	3	3159	2108
	5	4566	2551
Total CIRCULAR CONCRETO		9444	5530
CIRCULAR METÁLICA	1	3	1
	3	8	16
	5	26	40
Total CIRCULAR METÁLICA		37	57
TIPO CAJÓN	1	64	61
	3	192	314
	5	196	212
Total TIPO CAJÓN		452	587
Total general		9933	6174

2.6 PROTOTIPO DE DIAGNOSTICO DE UNA VÍA

2.6.1 LOCALIZACIÓN

La vía se localiza en zona sur del Departamento de Santander, comunica las poblaciones de San Gil y Cabrera. En la imagen a continuación se presenta la localización general de la vía 64ST05.



**Figura 48. Localización de la vía 64ST05
Imagen obtenida nuevo mapa SIG Santander**

2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

La vía hace parte del grupo de vías priorizadas por el Plan Vial Regional de Santander, conforma el *Eje Eco-Turístico* en la provincia Guanentina. La longitud total de la vía es de 20,36 Km, su capa de rodadura está distribuida así; 78,32% en afirmado y el 21,68% en pavimento flexible.

La vía tiene un ancho de calzada promedio de 4,24 m, se aprecia a lo largo de la vía un único carril para el tránsito vehicular. El tipo de terreno se conserva montañoso un 76,84% de la longitud de la vía y restante es de terreno ondulado.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las características principales de la vía.

Tabla 17. Características generales de la vía 64ST05

CARACTERISTICA	UNIDAD	CANTIDAD	CARACTERISTICA	UNIDAD	CANTIDAD
Características geométricas					
Longitud total	km	20.36	Obras de drenaje		
Ancho mínimo	m	3.3	Número de alcantarillas	unidad	106
Ancho promedio	m	4.24	Alcantarillas de < 36"	unidad	98
Ancho máximo	m	5.9	Alcantarillas de >= 36"	unidad	8
Pendiente longitudinal media	%	-			
Bombeos medios	%	3.33	Box Couverts	unidad	12
% terreno montañoso	%	76.84	Estructuras		
% terreno escarpado	%	-	Número de puentes	unidad	3
% terreno ondulado	%	23.16	Luz media de puentes	m	6,77
% terreno plano	%	-	Gálibo medio de puentes	m	2
Características capa de rodadura			Estructuras		
Longitud Pavimentos Asfáltico	km	4.42	Número de muros de contención	unidad	0
Longitud Afirmado	km	15.94	Long. total muros de contención	m	-

2.6.3 INTERVENCIÓN OBRAS DE DRENAJE

El control, distribución, manejo y evacuación del agua dependerá de la existencia, eficiencia y ubicación de alcantarillas, cunetas, drenes y filtros a lo largo de la vía.

Una de las consecuencias de un deficiente drenaje y subdrenaje son los problemas de erosión en taludes y en la estructura del pavimento, llegando afectar la seguridad de los usuarios; por tanto este tipo de obras son claves para mantener un buen nivel de servicio.

Alcantarillas

Para evaluar el estado funcional y estructural de este tipo de obras se deben verificar en campo la capacidad hidráulica, la presencia de problemas de erosión, sedimentación, el alineamiento horizontal y vertical, la presencia de infiltraciones o agrietamientos en las paredes. A continuación se evalúa el estado actual y se plantea una propuesta de intervención

✓ Estado Actual

Se encontraron un total de 106 alcantarillas a lo largo de los 20,36 Km, de las cuales el 92,4 % tienen un diámetro por debajo de 36" siendo necesario cambiarlos para cumplir con las normas mínimas.

Según la cantidad de alcantarillas podemos afirmar que existe una cada 192 m aproximadamente, el 97,17% con tubería simple, el corresponde a tubería doble, todas en concreto. En cuanto a los daños estructurales las estructuras de entrada y salida presentan grietas.

Tabla 18. Cantidades alcantarillas

CANTIDAD		106
DENSIDAD m/alc		192,07
TIPO	TUBERIA SIMPLE	103
	TUBERIA DOBLE	3
	MULTIPLE	0
	CAJON	0
MATERIAL DE LA TUBERIA	CONCRETO	106
	OTRO	0
DIAMETRO DE LA TUBERIA	24"	98
	30"	0
	36"	3
	No Apreciable	5
LONGITUD PROMEDIO* (m)		5,69
TIPO DE ENTRADA	Encole	9
	Solado	10
	Muro Cabezal	12
	Aleta de Poceta	1
	Poceta o Lavadero	44
	Disipador de Energía	0
	No Convencional	24
	NO APRECIABLE	6
TIPO DE SALIDA	Descole	35
	Solado	4
	Muro Cabezal	29
	Aleta de Poceta	3
	Poceta o Lavadero	1
	Disipador de Energía	0
	NO APRECIABLE	23
	No Convencional	11
DANOS	GAM	12
	GTP	3
	GV	9
	FT	2
	GRI	0
	ST	0
	HU	0
	ET	0
	EA	0
	SO	5
DP	0	
ESTADO DE SERVICIO	Colmatada	21
	Limpia	52
	Media- Colmatada	33

✓ Propuesta de intervención

El ancho mínimo para el diseño de la nueva calzada es de 6 m, existen entonces alcantarillas en buen estado de diámetro superior a 36" que tienen una longitud en estructuras de entrada y salida inferior a 6 m, en estos casos la intervención es tipo *Ampliación*, adicionando el tramo de tubo faltante y la construcción de la estructura de salida que se adapte a la esorrentía que se maneja en ese punto.

Las alcantarillas a intervenir serán las que tengan un diámetro menor a 36" y aquellas de diámetro igual a 36" pero con una longitud menor a 6 m las cuales se les construirá una nueva estructura de salida con el adicional de tubería faltante.

La rocería definida como la limpieza de sedimentos, vegetación y follaje en la tubería principal, estructuras de entrada y salida; es una actividad necesaria para mantener un correcto manejo del agua en la vía y así evitar el crecimiento de vegetación y el almacenamiento de basura en este tipo de estructuras, por tal razón es fundamental un mantenimiento en las alcantarillas de la zona, ya que su tendencia es a colmatarse y como consecuencia futura a taparse y dejar de funcionar.

El mantenimiento se hará en las alcantarillas que no tienen ninguna intervención definida, y se evaluara según la severidad registrada durante la inspección, para este caso particular no se encontró ninguna alcantarilla con diámetro de 36" con algún daño evaluado en severidad alta, únicamente se recomendara una rocería para evitar taponamiento y deficiencia en la funcionalidad de la estructura.

Tabla 19. Diagnóstico de alcantarillas

ALCANTARILLAS DE $\Phi > 36''$	
Cantidad	98
Longitud Total (m)	558
ESTRUCTURAS ENTRADA	
Encole	46
Aletas	1
Pocetas	41
Solados	10
Disipador	0
ESTRUCURAS DE SALIDA	
Descoles	90
Aletas	3
Pocetas	1
Solados	4
Disipador	0
ALCANTARILLAS DE LONGITUD < 6m	
Cantidad	5
Longitud Faltante	5
TIPO DE ESTRUCTURA SALIDA	
Descoles	0
Aletas	0
Pocetas	0
Solados	5
Disipador	0

ROCERIA	6
----------------	----------

Filtros

Los filtros como estructuras de subdrenaje son difíciles de inspeccionar en campo, y la existencia o no de estos se evidencio en su llegada a las pocetas de alcantarillas, mostrando muy baja presencia en estas, siendo esta otra de las explicaciones de los problemas de inestabilidad de taludes y excesos de escorrentía en la vía.

✓ Estado Actual

La ausencia de filtros no se puede cuantificar, sin embargo debido a los problemas frecuentes de infiltraciones e inestabilidades, se presume que es muy baja la existencia de este tipo de estructuras en esta vía.

✓ Propuesta de intervención

Se propone entonces la construcción de la misma cantidad de metros lineales de cuneta, buscando maximizar y dar eficiencia al conjunto de obras de la vía.

Cunetas

Las cunetas como estructuras de drenaje son difíciles de inspeccionar en campo, y la existencia o no de estos se evidencio en su llegada a las pocetas de alcantarillas, mostrando muy baja presencia en estas, siendo esta otra de las explicaciones de los problemas de inestabilidad de taludes y excesos de escorrentía en la vía.

✓ Estado Actual

La ausencia de cunetas se puede cuantificar, por medio de las segmentaciones de la sección homogénea sin embargo debido a los problemas frecuentes de infiltraciones e inestabilidades, se presume que es muy baja la existencia de este tipo de estructuras en esta vía.

✓ Propuesta de intervención

Se propone entonces la construcción de la misma cantidad de metros lineales de cuneta, buscando maximizar y dar eficiencia al conjunto de obras de la vía.

OBRAS DE DRENAJE						
ALCANTARILLADO DE 36"						
Veredas y Contrarain con de la Subestación	M2	0.00	\$ 10,450	1	\$ 0	
Excavaciones vanas en tocas en seco	M3	547.30	\$ 38,282	1	\$ 21,259,497	
Excavaciones vanas en tocas bajo agua	M3	1,629.88	\$ 81,360	1	\$ 132,120,278	
Excavaciones vanas en material común en seco	M3	2,736.49	\$ 20,724	1	\$ 56,059,278	
Excavaciones vanas en material común bajo agua	M3	547.30	\$ 25,733	1	\$ 43,932,188	
Balleros para estructuras	M3	2,328.72	\$ 57,174	1	\$ 131,928,468	
Concreto clase (D) 210 kg/cm ² (3700psi)	M3	239.30	\$ 396,797	1	\$ 176,057,225	
Concreto clase (E) 175 kg/cm ² (2500psi)	M3	148.25	\$ 360,855	1	\$ 53,466,786	
Concreto clase (F) 140 kg/cm ² (2000psi)	M3	180.7	\$ 298,797	1	\$ 53,997,592	
Medio de pega 1:3	M3	1.47	\$ 189,027	1	\$ 277,561	
Aseo grado 60	kg	36,892.50	\$ 3,773	1	\$ 138,328,693	
Tubería de concreto reforzado de 300 mm (diámetro interior)	ML	539.00	\$ 291,897	1	\$ 173,097,410	
Disipadores de energía y sedimentos en Concreto ciclópeo	M3	20.36	\$ 326,965	1	\$ 6,637,003	
			SUBTOTAL			\$ 897,352,177
FILTROS						
Excavaciones vanas en tocas en seco	M3	4386.4	\$ 39,282	1	\$ 181,948,580	
Excavaciones vanas en material común en seco	M3	7329.8	\$ 20,724	1	\$ 151,838,411	
Secoest	M2	71260	\$ 5,720	1	\$ 407,622,009	
Material drenante	M3	10994.4	\$ 55,429	1	\$ 609,429,142	
Material de coque	M3	2443.2	\$ 118,627	1	\$ 289,815,457	
			SUBTOTAL			\$ 1,560,656,139
CUNETAS						
Cunetas revestidas en concreto (clase D)	M3	1788.06	\$ 672,597	1	\$ 506,236,785	
Manlitrinero General	ML	0	\$ 1,323	1	\$ 0	
Papeletas	GL	0	\$ 18,806	1	\$ 0	
Pacotransición	GL	0	\$ 79,849	1	\$ 0	
			SUBTOTAL			\$ 506,236,785

Figura 49. Costos de Intervención en Obras de drenaje para la vía 64ST05

CONCLUSIONES

La red vial del departamento de Santander es un factor muy importante en el desarrollo de la región y de cada uno de los municipios que se unen a esta red. El progreso económico y social de un municipio depende en mayoría de la movilidad y acceso de productos y servicios a la población.

Los esfuerzos en infraestructura vial, se han dirigido especialmente a los municipios y ciudades del departamento de Santander que tienen mayor presencia en los sectores productivos, tales como el turismo y la explotación y producción de petróleo, rezagando a los municipios que basan su economía en la producción agrícola, viviendo muchas contratiempos por el estado actual de las vías.

La mayor deficiencia de las vías, se presenta en su superficie de rodadura debido a las malas y deterioradas obras de drenaje y contención, siendo estas características las principales causas de continuo deterioro de la infraestructura vial.

La falta de mantenimiento continuo de las vías por parte de los gobiernos locales y de las instituciones encargadas del mantenimiento vial, es un factor que ayuda acelerar el deterioro de las vías y las estructuras de preservación, aumentando la presencia de vegetación que traslapa partes fundamentales de la vía.

Se hace necesario la inversión pública y privada, para el mantenimiento y mejoramiento de las vías secundarias en el departamento de Santander, debido a esta deficiencia en la infraestructura vial, el departamento esta truncando el desarrollo de las regiones mas alejadas a las vías principales perjudicando la economía de sus sectores productivos.

REFLEXIONES A PARTIR DE LA EXPERIENCIA DE PRÁCTICA

Es muy interesante y enriquecedor el conocer la realidad actual y palpable de las condiciones en materia de infraestructura vial en las cuales se encuentra nuestro país y más específicamente el departamento de Santander.

Es muy difícil no notar lo importante que es una vía de comunicación terrestre en la vida de una población, para un pueblo la carretera lo es todo ya que esta influye drásticamente en su calidad de vida. Durante los recorridos era muy frecuente escuchar preguntas de las personas, estas deseaban saber si la carretera iba a ser pavimentada o no y se les podía ver en el rostro la gran esperanza de escuchar un sí.

La idea que queda en la mente luego de recorrer todas aquellas vías secundarias del departamento, es la de querer hacer algo para mejorar el estado de dichas vías para hacer nuestro país y la región mucho más pujante y emprendedora.

Son muchos los escenarios que se pueden apreciar al recorrer la red secundaria del departamento de Santander, hay vías casi imposibles de transitar, otras en regiones completamente olvidadas, algunas no muy buenas pero bastante útiles y unas muy pocas en excelente estado.

En cierta forma es un orgullo pertenecer al gremio de ingenieros civiles ya que en el campo se siente con mucha fuerza el impacto positivo que nuestras obras ejercen en la comunidad, pero por otro lado es triste pensar que algunas veces los recursos económicos no son muy bien administrados y que algunas veces los diseños y construcciones no se hacen de la mejor manera. La redes viales de Santander además de requerir mucho dinero para ser invertido en ellas, requieren de ingenieros emprendedores y honestos que destinen los dineros a obras bien hechas y de vital importancia.

La práctica deja muchos conocimientos, no solo acerca de las circunstancias en la que se encuentra el departamento en materia de vías si no que también brinda mucha información técnica que sin lugar a duda va a ser de gran utilidad en el futuro como profesional. Hay conceptos técnicos que en campo se aprenden mucho mejor y otros que se refuerzan, el trabajar en un proyecto real hace fuerte el carácter como profesional y aterriza muchas ideas que la academia en ocasiones ignora.

Un inventario vial es el punto de partida para programar obras de inversión y es fue muy grato el poder participar en este primer paso que dio el Ministerio de Transportes Nacional, la experiencia deja fundamentalmente el deseo de trabajar por la región y por el país, haciendo buena ingeniería y aplicando adecuadamente los buenos consejos y grandes conocimientos que deja el alma mater.

BIBLIOGRAFIA

- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS – INVIAS, manual de diseño geométrico para carreteras, 2008.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, especificaciones técnicas para la elaboración de inventarios viales, 2008
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual para la inspección visual de estructuras de drenaje, 2006.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual para la inspección visual de obras de estabilización, 2006
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual para la inspección visual de pavimentos regidos, 2006
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual para la inspección visual de puentes y pontones, 2006
- WIKIPEDIA, Enciclopedia Virtual Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/>