

**IDENTIFICACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LAS
CONEXIONES ERRADAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SEPARADO DEL MUNICIPIO DE GIRÓN**

DARÍO ALEXANDER DELGADO GARAVITO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2006**

**IDENTIFICACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LAS
CONEXIONES ERRADAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SEPARADO DEL MUNICIPIO DE GIRÓN**

DARÍO ALEXANDER DELGADO GARAVITO

**Trabajo de Grado
en la modalidad de Práctica Empresarial
como requisito para optar el título de Ingeniero Civil**

**Director
MARIO GARCÍA SOLANO
Ingeniero Civil MSc**

**Codirector
GLADYS EUGENIA RUEDA JAIMES
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2006**

*A mis abuelos, Efraín y María Antonia por su gran apoyo y
comprensión
A mis padres
A mis hermanos
A mis tíos y primos
A mi tío Heliberto
A mis amigos*

Darío A.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que me ayudaron y acompañaron en el transcurso de mi práctica empresarial.

Ing. MSc Mario García Solano, ing. Gladis rueda, ing. Ruth Islena Jaimes, ing. Abelardo Zabala, ing. Rubén Ortega, ing. Paulo Cesar Silva, socióloga Luz Fanny Gómez, Félix herrera, a los auxiliares de la CDMB.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA, CDMB	4
2.1 TIPO DE ENTIDAD	4
2.2 JURISDICCIÓN	4
2.3 OBJETIVO	4
2.4 MISIÓN.....	5
2.5 VISIÓN	5
2.6 SERVICIOS	5
2.7 SUBDIRECCIÓN DE SANEAMIENTO DE CORRIENTES	6
3. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS Y LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.....	9
3.1 ZONA INDUSTRIAL DE GIRÓN, QUEBRADA LA IGLESIA.....	10
4.....PROYECTO DE CONEXIONES ERRADAS	13
TITULO II	14
CAPITULO I	14
CAPITULO III	15
CAPITULO IV	16
CAPITULO V	16
CAPITULO VI.....	17
4.2 IDENTIFICACIÓN.....	17

4.3 DIAGNÓSTICO Y NOTIFICACIÓN	19
5. ZONA INDUSTRIAL DE GIRÓN.....	22
5.1 TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA INDUSTRIAL.....	22
5.2 DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO	23
6. URBANIZACIÓN EL GALLINERAL	43
6.1 LOCALIZACIÓN.....	43
6.2 TRABAJO DE DIAGNOSTICO Y SEGUIMIENTO.....	43
6.3 Estado Final.....	46
7. MECANISMOS DE FALLA EN SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.....	48
7.1 Características Estructurales.....	48
7.2 Capacidad Hidráulica.....	49
7.3 Infiltración.....	49
7.4 Conexiones Erradas.....	50
7.5 Tipos de Fallas en Tuberías de Alcantarillados.....	52
8. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO.....	55
8.1 RENOVACIÓN.....	55
8.2 REHABILITACIÓN.....	57
9. VIABILIDAD DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO	62
9.1 ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE EXCAVACIÓN CON APERTURA DE ZANJA	62
9.2 ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE ROTURA DE TUBERÍA (PIPE BURSTING).....	65
9.3 ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE DESLIZAMIENTO DE TUBERÍA (SLIPLINING).....	67
9.4 ESTUDIO DE LA METODOLOGIA DE SLIPLINING MODIFICADO, REDUCCIÓN SIMÉTRICA DE DIÁMETRO (SWAGELINING O ROLLDOWN)	70
9.5 ESTUDIO DE LA METODOLOGIA DE SLIPLINING MODIFICADO – DOBLADO Y FORMADO.....	74

9.6 ESTUDIO SOCIO – ECONOMICO Y AMBIENTAL DE LAS NUEVAS TÉCNICAS PARA LA RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS.	78
10. CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Panorámica del reactor No 2. Ptar Río Frío	9
Figura 2. Canalización de la Quebrada La Iglesia	11
Figura 3. Conexión errada, Zona Industrial sector Quebrada La Iglesia	13
Figura 4. Panorámica de la zona industrial de Girón	22
Figura 5. Vistas de la Cra 11	24
Figura 6. Descarga de las aguas servidas del Hotel San Juan, margen derecha de la vía Bucaramanga-Girón	25
Figura 7. Box Culvert situado en la calle 57 entre cras 11 y 12 de la Zona Industrial	26
Figura 8. Bodegas de la calle 57 entre Cras 11 y 12 de la Zona Industrial	27
Figura 9. Vista de la cra 12	29
Figura 10. Incubadora Santander, calle 57 entre cras 12 y 13. Zona industrial	29
Figura 11. Panorámica de la cra 13	31
Figura 12. Entrega del Box Culvert calle 57 entre las cras 13 y 14	32
Figura 13. Vista de la calle 57 entre cras 13 y 14	32
Figura 14. Vistas de la Cra 14 Zona Industrial	34
Figura 15. Pozos al final de la cra 14	36
Figura 16. Vista de la Quebrada la Iglesia sector cra 14	36
Figura 17. Panorámica de la cra 15 Zona Industrial	38
Figura 18. Panorámica de la cra 16 Zona Industrial	39

Figura 19. Alcantarillado pluvial Cra 16 Zona Industrial	40
Figura 20. Cummins y Avimol	40
Figura 21. Drenaje de aguas lluvias Hotel San Juan	41
Figura 22. Localización de caja de inspección a la entrada de Distraves	41
Figura 23. Diagnóstico de las conexiones erradas en la Zona Industrial, Agosto de 2006	42
Figura 24. Panorámica de la Urbanización El Gallineral	43
Figura 25. Descarga alcantarillado pluvial, conexión errada	44
Figura 26. Estado inicial El Gallineral	45
Figura 27. Vactor	45
Figura 28. Arreglo de la conexión errada	45
Figura 29. Estado final El Gallineral	46
Figura 30. Fallas Operacionales	53
Figura 31. Fallas Estructurales	54
Figura 32. Esquema del método del Pipe Bursting	56
Figura 33. Pipe Bursting	57
Figura 34. Sliplining	58
Figura 35. Reducción Simétrica del diámetro	59
Figura 36. Técnica de Calentamiento	61
Figura 37. Técnica Mecánica	61

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distritos de la coordinación de redes y ptar	7
Tabla 2. Características del alcantarillado de la cra 11	23
Tabla 3. Predios de la cra 11	23
Tabla 4. Predios de la calle 57 entre cras 11 y 12	26
Tabla 5. Predios de la cra 12	27
Tabla 6. Características del alcantarillado de la cra 12	28
Tabla 7. Características del alcantarillado de la cra 13	30
Tabla 8. Predios de la cra 13	30
Tabla 9. Predios de la calle 57 entre cras 13 y 14	32
Tabla 10. Características del alcantarillado de la cra 14	33
Tabla 11. Predios de la cra 14	34
Tabla 12. Predios de la Cra 15	36
Tabla 13. Características del alcantarillado de la cra 15	37
Tabla 14. Características del alcantarillado de la cra 16	38
Tabla 15. Predios de la Cra 16	39
Tabla 16. Diagnostico Zona Industrial	42
Tabla 17. Diagnóstico inicial	44
Tabla 18. Diagnóstico final	46
Tabla 19. Valor por metro lineal de tubería de PVC ref. RDE 21 de 6"	64
Tabla 20 .Valor por metro lineal de la tubería de polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de rotura de tubería	66
Tabla 21.Valor por metro lineal de la tubería polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de deslizamiento de tubería por la técnica de halado	69

Tabla 22. Valor por metro lineal de la tubería de polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de swagelining	72
Tabla 23. Valor por metro lineal de la tubería de polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de rolldown.	73
Tabla 24. Valor por metro lineal de la tubería de PVC de 6” utilizando la metodología de Ultraliner.	76
Tabla 25. Porcentaje de mitigación de impacto ambiental para cada una de las actividades	80

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de Hoja de Vida de las Viviendas	89
Anexo B. Organigrama de la CDMB	90

RESUMEN

TITULO:

IDENTIFICACIÓN, DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LAS CONEXIONES ERRADAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARADO DEL MUNICIPIO DE GIRÓN*

AUTOR:

DARÍO ALEXANDER DELGADO GARAVITO **

PALABRAS CLAVES:

IDENTIFICACIÓN, DIAGNÓSTICO, SOLUCIÓN, ALCANTARILLADO, GIRÓN, QUEBRADA LA IGLESIA, CONEXIÓN ERRADA

DESCRIPCIÓN:

En el área metropolitana de Bucaramanga esta en funcionamiento hace 40 años la CDMB entidad rectora en el manejo y mantenimiento de la red de alcantarillado, este ente puso en función las acciones para que el impacto ambiental ocasionado por las aguas residuales fuese mínimo. El presente proyecto se adelantó con el propósito de disminuir la contaminación presente en algunas de las quebradas, producto de la mala adecuación de las instalaciones sanitarias internas de las viviendas, haciendo efectivo el desarrollo del Plan Integral de Saneamiento Básico de la Meseta de Bucaramanga, creado por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) que busca además, la reducción del caudal de aguas lluvias enviado a la red sanitaria y en últimas a las plantas de tratamiento, generando condiciones desfavorables en el tratamiento bacteriológico.

El presente documento relata en forma clara y concisa el desarrollo de la práctica empresarial en la Coordinación de Operación de Redes y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, en el proceso de dar cumplimiento a los objetivos propuestos para la práctica empresarial se aplicaron conocimientos adquiridos durante la carrera así como también se desarrollaron otros, afianzándolos con la experiencia y prestando un servicio público y social.

* Trabajo de grado en la modalidad de Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: MSc Mario García Solano.

SUMMARY

TITLE: IDENTIFICATION, DIAGNOSIS AND SOLUTION TO THE MISSED CONECTIONS PROBLEM IN THE SYSTEM OF SEPARATED SEWAGE OF THE CITIES OF GIRÓN*

AUTHOR:

DARÍO ALEXANDER DELGADO GARAVITO**

KEY WORDS:

IDENTIFICATION, DIAGNOSIS, SOLUTION, SEWAGE SYSTEM, GIRON, LA IGLESIA RIVER, WRONG CONEXION.

DESCRIPTION:

In the metropolitan area of Bucaramanga has been operating since 40 years ago the CDMB governing organization handling and doing the maintenance of the sewage system network, this organization put some actions in function so that the environmental impact caused by residual waters was minimum. The following work was developed with the purpose of decreasing the level of contamination of some small rivers, resulting from the inadequate housing internal sanitary installations. It is also the result of an intensive plan created by the Corporacion Autonoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) which developed the integral Plan for the Basic Sanitation in the tableland the Bucaramanga, consisted of the reduction of the rain flows sent to the sanitation net, and lastly to the treatment plants, which caused unfavorable conditions for the bacteriological treatment.

This document relates in a clear and concise way the development in the managerial practice in the coordination and operation of the nets and the sewage system, in the process the objectives must be completed for the managerial practice, the knowledge were acquired during the program as well as other were developed, guarantying with them the experience and offering a public and social service.

* Grade project in style of the enterprise practice

** Engineering Physical Mechanic, Civil Engineering School. Guiding : MSc Mario García Solano.

INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre necesitará recurrir al agua para poder subsistir y esto implica no solo recogerla, almacenarla y consumirla, también implica encontrar mecanismos para disponer el agua residual de manera adecuada, teniendo el menor contacto posible con esta durante el proceso.

El agua es un recurso vital y nuestro país es uno con la mayor riqueza en recursos hídricos; desafortunadamente con el pasar de los años, la contaminación ha aumentado y la calidad del ambiente ha disminuido considerablemente debido al crecimiento de la población y a un manejo inadecuado del mismo.

La concientización del problema del medio ambiente ha aumentado y para satisfacer estas necesidades se han creado instituciones encargadas de preservar, manejar y controlar los recursos naturales como La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga C.D.M.B., entidad encargada del desarrollo y protección del medio ambiente en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón; de igual manera, es la empresa prestadora del servicio público de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias de dichos municipios.

En el año de 1981 dicha corporación creó el Plan Integral de Saneamiento Ambiental de Bucaramanga (PISAB), que nace como una medida remediadora del conflicto ambiental, en el cual se establece un Modelo Dinámico de Control que considera todos los aspectos involucrados en el manejo de las aguas y se rige por el Plan Maestro de Alcantarillado y Drenaje Pluvial y el Plan de Control de Contaminación Hídrica.

Con el inicio del PISAB se han realizado programas de construcción y actualización de diferentes elementos como interceptores, colectores y alcantarillados en los municipios y tal vez una de las obras más importantes, la construcción de la primera de cuatro plantas previstas, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Río Frío.

Con el fin de estandarizar los diseños y construcciones de los sistemas de alcantarillado se establecieron normas, como por ejemplo, la de separación de aguas, en la que se pretende que las aguas lluvias sean descargadas directamente al río y las sanitarias reciban un tratamiento previo para su posterior vertimiento en el cuerpo de agua.

Fue creado el proyecto de identificación, *diagnostico y solución a las conexiones erradas en el sistema de alcantarillado separado de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón*. El propósito de este proyecto es asegurarse que el sistema de alcantarillado residual no contamine el alcantarillado pluvial y así mismo cerciorarse que el alcantarillado pluvial no sobrecargue el alcantarillado sanitario.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Continuar con la realización del Programa de Saneamiento de Corrientes que adelanta la CDMB, a través del cual, se realiza una revisión y control de las conexiones erradas del sistema de alcantarillado separado en los municipios de Bucaramanga, Girón y Floridablanca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el origen de algunas descargas que se están haciendo sobre la Quebrada La Iglesia y que incrementan el problema de contaminación en la misma.
- Identificar a los usuarios del alcantarillado que presentan conexiones erradas en sus instalaciones internas y a los que están conectados indebidamente a los colectores administrados por la CDMB.
- Concientizar a la comunidad acerca de la importancia de realizar correctamente las conexiones de los desagües domiciliarios, con el fin de contribuir a la descontaminación de las corrientes.
- Plantear el tipo de solución más viable técnica y económicamente cuando se proyecte la realización de obras correctivas en los predios con conexiones erradas.
- Hacer el debido seguimiento a las edificaciones donde se presenten conexiones erradas, para constatar que los arreglos requeridos sean realizados.
- Presentar alternativas de nuevas tecnologías de rehabilitación y renovación de proyectos de alcantarillado, incluyendo el método tradicional.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA, CDMB

2.1 TIPO DE ENTIDAD

La CDMB es un ente corporativo de carácter público, descentralizado, con patrimonio propio y personería jurídica, encargado por la Ley de administrar dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible.

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, fue creada por la Ley 99 de 1993, la misma que dio vía libre al Ministerio del Medio Ambiente.

2.2 JURISDICCIÓN

El área de jurisdicción de la CDMB comprende los municipios que conforman la Cuenca Superior del Río Lebrija: Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Girón, Lebrija, Rionegro, Matanza, Suratá, Charta, Vetas, California, Tona y el municipio El Playón.

2.3 OBJETIVO

La Corporación tiene por objetivo, propender por el desarrollo sostenible y la protección del Medio Ambiente en su jurisdicción, a través de la ejecución de políticas, planes, programas y proyectos sobre el Medio Ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre administración, manejo y aprovechamiento,

conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente.

2.4 MISIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, es una entidad de servicio público, que hace posible el mejoramiento y la Conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables en el nororiente del Departamento de Santander, que trabajando con un gran nivel de excelencia técnico y administrativo y con la participación activa de la comunidad, asegura una mejor calidad de vida y contribuye eficazmente a que nuestra región tenga un desarrollo económico y social y racional y sostenible.

2.5 VISIÓN

En el Siglo XXI seremos el ente corporativo que a través de una gestión ambiental eficaz, lidere y propicie las mejores condiciones para el logro del Desarrollo Humano Sostenible.

2.6 SERVICIOS

2.6.1 Alcantarillado

- Disponibilidad del servicio de alcantarillado en zonas que no requieren red local de alcantarillado interno.
- Disponibilidad del servicio de alcantarillado en urbanizaciones y casos de comité técnico.
- Autorización del servicio de alcantarillado y acueducto.
- Revisión y aprobación de proyectos de alcantarillado para urbanizaciones.
- Supervisión durante la construcción de proyectos de alcantarillado a urbanizadores.
- Normas técnicas de alcantarillado.

- Tarifas servicio de alcantarillado.
- Operación y mantenimientos a las redes recibidas en conformidad por la CDMB.

2.6.2 Ambientales

- Normatividad ambiental.
- Tramites permisos y aprovechamientos. Consulta trámite de licencias ambientales.
- Proyectos para los PYMES y microempresas.
- Centro de diagnóstico aprobado.
- Tasas retributivas.
- Índice de calidad del agua.

2.6.3 Conservación de suelos – control de erosión

- Normas de control de erosión.
- Asesoría a los municipios.
- Trámites para la aprobación de proyectos.
- Ejecución de proyectos.
- Distrito de manejo integrado (DM).
- Zonas de alto riesgo.

2.7 SUBDIRECCIÓN DE SANEAMIENTO DE CORRIENTES

Su objetivo es recuperar los cauces que por efectos de la contaminación de residuos e industriales, representan conflictos ambientales para la población residente en Bucaramanga y su área Metropolitana. Desde el año de 1983 la entidad ha venido trabajando en la recuperación de dichas fuentes, mediante la implementación del Plan Integral de Saneamiento Ambiental.

Este proyecto comprende la construcción de un Plan Maestro de Alcantarillado Pluvial y Sanitario, complementado con un Plan Maestro de Tratamiento de Aguas Negras mediante tres plantas de tratamiento, localizadas en el Valle del Río Frío, en la margen izquierda del Río de Oro y en la confluencia del Río Suratá con el Río de Oro.

Dentro del programa de Saneamiento de Corrientes, se realizan obras para la recuperación de la calidad del agua, tales como:

- Construcción de interceptores o colectores de aguas lluvias y negras.
- Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

2.7.1 Coordinación de operación de redes y Ptar. Es la dependencia que planifica todas las actividades de operación y mantenimiento del servicio público de alcantarillado de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Lebrija. Esta a su vez ha organizado la ciudad y su área metropolitana en cinco distritos encargando cada uno a un ingeniero interventor el cual cuenta con inspectores y cuadrilla de reparación y limpieza, para así poder mantener en buen funcionamiento las redes de alcantarillado.

Tabla 1. Distritos de la coordinación de redes y ptar

Distrito	Jurisdicción	Ing. Interventor	Auxiliar de Ingeniería
Distrito I	Zona Oriental desde la Cra 15 hasta el viaducto García Cadena	Enrique Toledo	Clodomiro Vargas
Distrito II	Zona Occidental y meseta de Bucaramanga	Carlos A. Mantilla	Guillermo Camargo
Distrito III	Floridablanca	Alayn Mendoza	Hernando Torres
Distrito IV	Girón	Gilma Arrieta	Luis Vargas
Distrito V	Lebrija	Maria Crhistina Henao	Cristóbal Quintero

Dentro del Mantenimiento del Alcantarillado está dispuesta La Oficina de Conexiones Erradas Coordinada por el Ingeniero Abelardo Zabala Otero y la cual

representa la justificación del trabajo realizado dentro de los requerimientos de la Universidad para la obtención del título de Ingeniero Civil.

3. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS Y LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

Las descargas de residuos líquidos domésticos constituyen el principal agente de contaminación de las corrientes de agua del área de jurisdicción. Los municipios del AMB vierten sus aguas servidas al río de Oro, ya sea en forma directa (Piedecuesta y Girón) o a través de sus afluentes el río Frío (Floridablanca y sur de Bucaramanga), la quebrada La Iglesia y las quebradas de la escarpa occidental de Bucaramanga (Meseta de Bucaramanga).

Las descargas de aguas residuales domésticas del AMB se estiman en cerca de 2.0 m³/s, representando el 31,2% del caudal medio anual del río de Oro en el sector del Café Madrid; en este caudal la carga de sedimentos asciende a 38,5 toneladas, que equivale al 5% del total de sólidos que transporta la corriente.

Figura 1. Panorámica del reactor No 2. Ptar Río Frío



Fuente: Archivo CDMB

Es importante anotar que la CDMB a través del desarrollo del Plan Integral de Saneamiento Ambiental en su primera fase de 1983 a 1996, desarrolló la construcción de interceptores sanitarios principales y obras de control pluvial por una longitud superior a los 50 kilómetros, incluyendo la PTAR de río Frío 1. El PISAB se actualizó en 1997 y desde esa fecha se han construido cerca de 20 kilómetros adicionales de colectores, obras de saneamiento de corrientes y control de cauces, así como, la ampliación de la PTAR río Frío 1.

3.1 ZONA INDUSTRIAL DE GIRÓN, QUEBRADA LA IGLESIA

Este sector del municipio de Girón esta ubicado en la vía que comunica a Bucaramanga con dicho municipio, sector caracterizado por una gran actividad industrial de transporte y de almacenamiento así como de servicios agregados a estas actividades como lo son la hotelera, restaurantes, cafeterías y servicios especializados en mantenimiento automotriz, razón esta, por la que su estudio e impacto son de gran importancia debido esto a la proximidad que tiene este sector del municipio de Girón con el cauce de la Quebrada la Iglesia.

3.1.1 Plan General De Saneamiento De La Quebrada La Iglesia

La Quebrada la Iglesia nace en las estribaciones de la cordillera oriental con la denominación quebrada la flora en su parte alta, se desplaza sin que se aprecien impactos de origen antrópico hasta el cruce con la vía que comunica a Bucaramanga con Cúcuta en el km. 4, donde inicia su recorrido por el costado.

El nombre de quebrada la iglesia lo adquiere después de la confluencia de las quebradas la Flora y la Cascada, bajo la estructura del viaducto La Flora al costado sur-oriental de la meseta de Bucaramanga.

Figura 2. Canalización de la Quebrada La Iglesia



Fuente: Autor

Teniendo presente y muy en cuenta la localización geográfica y socioeconómica, su deterioro en materia de calidad de corriente y su proceso de socavación acelerado la CDMB desarrolla el *PLAN GENERAL DE SANEAMIENTO DE LA QUEBRADA LA IGLESIA*, partiendo del viaducto García Cadena hasta la confluencia con el Río de Oro, en una longitud cercana a los 8 Km., incluyendo los emisarios e interceptores sanitarios de sus cauces afluentes: Quebradas El Macho, Guacamaya, La Hoyada, La Hoyadita y Chocoíta.

- **Control del cauce.** Para controlar el problema de socavación del fondo del cauce de la quebrada, se proyectó la construcción de un canal rectangular en gaviones revestidos en concreto con ancho variable entre 9.8 y 11.8 metros libres y estructuras de control de cauce en concreto reforzado con módulos de caída recta entre 2.00 y 3.50 metros de altura. Este proceso de construcción está totalmente terminado.

- **Saneamiento.** Para recuperar la calidad del agua de la corriente de la Quebrada la Iglesia, se proyectó la construcción de un colector sanitario con pozos de inspección contruidos en concreto de $f'c=3000$ psi y unidos por tuberías prefabricadas en diámetros entre 600 y 1.000 mm. Captando en su ruta los diferentes vertimientos de aguas residuales para posteriormente integrarlo a uno de los sistemas de tratamiento planteados para el Área Metropolitana De Bucaramanga, en esta parte es importante la ejecución del programa de Conexiones Erradas para diagnosticar y hacer que los predios que vierten sus aguas a la Quebrada La Iglesia tomen las medidas correspondientes para evitar que esta situación continúe y se conecten al interceptor sanitario diseñado y construido para este fin.

4. PROYECTO DE CONEXIONES ERRADAS

Las conexiones erradas corresponden a conexiones fuera de lugar en los sistemas de alcantarillado separado. Una conexión de aguas residuales al alcantarillado pluvial es una conexión errada, así como una conexión de aguas lluvias al alcantarillado sanitario es una conexión errada.

Cuando las conexiones erradas se realizan al alcantarillado sanitario, generalmente se presentan rebosamientos, que pueden causar desbordamientos e inundaciones, pues los picos de caudal que puede presentar una tormenta son mucho mayores que el caudal de diseño de este alcantarillado.

Si se presentan conexiones erradas al alcantarillado pluvial, normalmente se tienen problemas como malos olores durante las temporadas secas y se puede ver afectada la calidad del agua de los ríos o quebradas donde son vertidas las aguas, debido a la menor dilución de los contaminantes durante estas temporadas.

Figura 3. Conexión errada, Zona Industrial sector Quebrada La Iglesia



Fuente: Autor

Lo que se busca llevando a cabo el proyecto *Identificación, Diagnóstico y Solución a las Conexiones Erradas del Sistema de Alcantarillado Separado en los municipios de Floridablanca y Girón*, es sanear las fuentes hídricas del Área Metropolitana de Bucaramanga.

4.1 MARCO LEGAL

DECRETO NÚMERO 302 DE 2000

Ministerio de Desarrollo Económico

(Febrero 25)

Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

El Presidente de la República de Colombia, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial de las conferidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, DECRETA:

TITULO II

DE LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

CAPITULO I

Obligaciones y deberes de los usuarios

Artículo 5. *De las instalaciones Internas.* Todo predio o edificación nueva deberá dotarse de redes e instalaciones interiores separadas e independientes para aguas lluvias, aguas negras domesticas y aguas negras industriales, cuando existan redes de alcantarillado igualmente separadas e independientes.

El diseño y la construcción e instalación de desagües, deberán ajustarse a las normas y especificaciones previstas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Artículo 6. *Del uso racional de los servicios.* Los usuarios o suscriptores de las entidades prestadoras de los servicios, deberán hacer uso de los servicios de acueducto y alcantarillado en forma racional y responsable, observando las condiciones que para tal efecto establezcan las normas vigentes, en orden a garantizar el ahorro y uso eficiente del agua, la prevención de la contaminación hídrica por parte de sustancias susceptibles de producir daño en la salud humana y en el ambiente y la normal operación de las redes de acueducto y alcantarillado.

CAPITULO III

Del régimen de acometidas y medidores

Artículo 11. *Régimen de acometidas.* La entidad prestadora de los servicios públicos establecerá las especificaciones de las acometidas de acueducto y alcantarillado, conforme a lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. En todo caso, el costo de redes, equipos y demás elementos que constituyan la acometida estarán a cargo del usuario cuando se construya por primera vez.

Artículo 13. *Cambio de localización de la acometida.* Es atribución exclusiva de la entidad prestadora de los servicios públicos, realizar cambios en la localización del medidor y de la acometida y en el diámetro de la misma, así como efectuar las independizaciones del caso, previo el pago de los costos que se generen, por parte del usuario.

CAPITULO IV

Del mantenimiento de las instalaciones domiciliarias

Artículo 21. *Mantenimiento de las instalaciones domiciliarias.* El mantenimiento de las redes internas de acueducto y alcantarillado no es responsabilidad de la entidad prestadora de los servicios públicos, pero ésta podrá revisar tales instalaciones y exigir las adecuaciones y reparaciones que estime necesarias para la correcta utilización del servicio.

CAPITULO V

Causales de suspensión de los servicios

Artículo 24. *Comunicación de la suspensión.* La entidad prestadora de los servicios públicos deberá informar a la comunidad los términos y motivos de la suspensión de los servicios de acueducto y alcantarillado, con una anticipación no inferior a veinticuatro (24) horas de la suspensión.

Parágrafo. La entidad prestadora de los servicios públicos deberá informar a la comunidad los términos de la suspensión del servicio, con una anticipación no inferior a veinticuatro (24) horas, salvo en caso fortuito o de fuerza mayor.

Artículo 26. *Suspensión por incumplimiento del contrato de condiciones uniformes.* El incumplimiento del contrato por parte del suscriptor o usuario da lugar a la suspensión unilateral del servicio por parte de la entidad prestadora de los servicios públicos, en los siguientes eventos:

26.13 Impedir a los funcionarios, autorizados por la entidad prestadora de los servicios públicos y debidamente identificados, la inspección de las instalaciones internas, equipos de medida o de lectura de los medidores.

26.14 No ejecutar dentro del plazo fijado, la adecuación de las instalaciones internas a las normas vigentes y requeridas por razones técnicas o por seguridad en el suministro del servicio.

CAPITULO VI

Causales de corte y terminación del contrato

Artículo 25. *De las causales de corte y terminación del contrato.* Son causales de corte de servicio, la reincidencia en las causales de suspensión establecidas en el Capítulo V del presente decreto, durante un periodo no superior a dos años.

Adicionalmente el incumplimiento reiterado del contrato de prestación de servicios, en las condiciones de tipo y frecuencia que determina la entidad prestadora de los servicios públicos, siempre y cuando no constituya una causal de suspensión del servicio.

4.2 IDENTIFICACIÓN

4.2.1 Reporte de la posible Conexión Errada. La posible presencia de conexiones erradas en un sector, puede llegar a la CDMB en forma escrita o verbal, a través de los siguientes medios:

- ✓ Usuarios, por llamada telefónica u oficio externo radicado.
- ✓ Otras dependencias de la CDMB, por memorando interno.
- ✓ Por oficios provenientes de otras entidades públicas.
- ✓ Por información de años anteriores del Programa de Conexiones Erradas.
- ✓ Suministrada por personal de Conexiones Erradas al realizar recorridos en corrientes receptoras de entregas pluviales.

4.2.2 Verificación del reporte de conexión errada. Es importante verificar si el problema reportado es efectivamente una conexión errada para diagnosticarla y

buscar la mejor solución, los siguientes son los pasos del proceso de verificación del reporte de conexión errada:

- ✓ Se asigna personal para la verificación, mínimo deben realizarla un ingeniero practicante con un auxiliar.
- ✓ Se observa el punto de entrega pluvial del sector notificado en el reporte y se constata la existencia de contaminación, si existe contaminación se observan los pozos pluviales que entregan en dicho punto para identificar el (los) sector (es) que la producen y para verificar si esta se ocasiona por conexiones erradas.
- ✓ Si se comprueba la existencia de conexión errada, se incluye el sector en el programa.
- ✓ Si por el contrario existe algún problema en el sector, pero no hay conexiones erradas, se notifica a la dependencia o a la entidad encargada.

4.2.3 Identificación de los barrios con conexiones erradas. Una vez identificados los sectores con problemas de conexiones erradas, se incluyen estos barrios en el programa, se recopilan los planos existentes, la información histórica de las redes de alcantarillado que lleva la CDMB y los datos del representante de la Junta de Acción Comunal o del líder de la comunidad.

El personal encargado de la CDMB (Asesor Social), debe concertar con los diferentes representantes de la comunidad (los presidentes de las Juntas de acción comunal, los gerentes de las empresas, administradores de conjuntos residenciales, líderes de la comunidad), la metodología de trabajo a llevar a cabo en cada barrio, a fin de socializar el proyecto de Conexiones Erradas y así lograr un trabajo en conjunto.

4.2.4 Caracterización de las aguas de las corrientes hídricas con problemas de conexiones erradas. Es importante llevar un registro histórico del estado de

los afluentes receptores del sistema pluvial en los barrios incluidos en el programa, como una medida adicional pero directa de la efectividad del programa.

Para la caracterización de las aguas de las quebradas de interés es necesario coordinar el proceso con la Subdirección de Normatización y Calidad Ambiental (Laboratorio de aguas).

4.3 DIAGNÓSTICO Y NOTIFICACIÓN

4.3.1 Verificación de la información. En los barrios incluidos en el programa es necesario verificar la veracidad de la información con que se cuenta, antes de iniciar las visitas técnicas domiciliarias.

- ✓ Se identifican las redes matrices sanitarias y pluviales para constatar si concuerdan con los planos existentes.
- ✓ Se revisa que los sumideros y demás sistemas de drenaje estén conectados correctamente al sistema pluvial.
- ✓ Se constata que las redes y las entregas pluviales no presenten errores aparentes de diseño o construcción. En caso de encontrar fallas se notifica al distrito correspondiente mediante memorando interno.
- ✓ En caso de encontrar algún problema concerniente a la CDMB, así sea ajeno a la oficina de Conexiones Erradas, se informa a la subdirección correspondiente por memorando interno.

4.3.2 Visitas técnicas domiciliarias. Las visitas técnicas domiciliarias buscan identificar las viviendas con conexiones erradas y diagnosticar el tipo de conexión errada que presentan. Esto se logra gracias a pruebas realizadas con colorantes (anilinas), en las cuales se determina como está conectada la red intradomiciliaria de la vivienda con los pozos de inspección.

Las pruebas de anilina se realizan vertiendo una mezcla de anilina y agua en todos los aparatos sanitarios, sifones y bajantes de la vivienda, uno a la vez, mientras se observa en los pozos de inspección el agua matizada de distintos colores, para lograr interpretar la conexión de las redes.

La visita técnica domiciliaria debe realizarse por un ingeniero practicante y dos auxiliares en lo posible. El Ingeniero practicante llama a la puerta, se presenta debidamente identificado como funcionario de la CDMB y solicita los datos iniciales de la hoja de vida. Se realizan las pruebas con colorantes en todos los aparatos sanitarios y redes pluviales internos del predio, los demás funcionarios observan en los pozos de inspección y de acuerdo esto se determina la existencia o no de conexiones erradas.

Existen tres casos en los cuales no se logra recolectar los datos iniciales y son:

- **Vivienda vacía (VV).** La vivienda está desocupada, en este caso se notifica mediante memorando radicado al propietario, la inmobiliaria o la persona encargada, con el objetivo de programar la visita técnica domiciliaria.
- **Ausencia de Residente (AR).** En el momento de la visita no se encontraba el residente, por lo tanto, se envía una carta, la cual explica al residente que debe comunicarse con el Programa Conexiones Erradas para concretar fecha de visita domiciliaria. Si el usuario hace caso omiso se le entrega oficio radicado dándole un plazo para comunicarse.
- **Inspección Negada (IN):** La persona que atendió no permitió realizar la visita. El proceso es igual al caso de Ausencia de Residente.

4.3.3 Predios con conexiones erradas. Los predios con conexiones erradas son notificados por escrito, especificando el tipo de conexión errada, las posibles y más viables soluciones técnicas, el plazo y las consecuencias jurídicas con la

aplicación de la ley 142. Se explica al propietario que cuenta con asesoría técnica gratuita.

4.4 SEGUIMIENTO

Consiste en asesorar constantemente a los usuarios con conexiones erradas en sus viviendas y velar por que se corrijan dentro del plazo establecido. Si el usuario solicita un plazo adicional, se estudia la posibilidad y en caso de aprobar la solicitud pueden concedérsele hasta 30 días calendario.

Deben realizarse visitas periódicas a los predios con conexiones erradas para constatar el desarrollo de las correcciones efectuadas y se entrega constancia escrita de la corrección si el usuario lo solicita.

Si vencidos los plazos anteriores no se han realizado los arreglos, se entrega al usuario un nuevo oficio con plazo adicional de 5 días calendario, tras los cuales se notificará el caso a la Compañía de Acueducto Metropolitana de Bucaramanga para solicitar el corte del servicio de agua.

5. ZONA INDUSTRIAL DE GIRÓN.

5.1 TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA INDUSTRIAL.

En la fase de identificación se realizaron caminatas a lo largo de quebrada con el fin de localizar los principales focos de contaminación, encontrar y clasificar los vertimientos directos hechos a la quebrada y analizar el manejo que se le da a los residuos sólidos en la zona. En principio se recolectó toda la información correspondiente al sector de la Quebrada La Iglesia que abarca la zona industrial de Girón, los datos que se recolectaron correspondieron a anteriores prácticas empresariales, a planos de la zona en los que se tuviera gran información de las redes de alcantarillado existente, con este material se procedió a hacer unas visitas de campo en los diferentes sectores que se estudiarían en el marco del Programa de Conexiones Erradas.

Figura 4. Panorámica de la zona industrial de Girón



Fuente: Google Earth

5.2 DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO

5.2.1 Carrera 11

En la cra 11 se encuentran siete empresas, de los cuales *Abonar Ltda.*, *Calzado Venus* y *el Taller de Jorge Gómez* tienen una separación interna correcta.

Tabla 2. Características del alcantarillado de la cra 11

Tipo de alcantarillado	Diámetro	Material	Longitud (m)
Negras	12"	GRESS	282.86

Fuente: Autor

Tabla 3. Predios de la cra 11

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Trilladora Palo Negro No. 56-211	C.E.
2	Calzado Venus **	S.C.E.
3	Autobuses Super Andes 57-101	C.E.
4	Taller Jorge Gómez/Pablo Gómez **	S.C.E.
5	Abonar 56-77 **	S.C.E.
6	Profitex 57-71	C.E.
7	Caseta Alirio Gómez	C.E.

Fuente: Autor

En general se encontró que todos los predios drenan sus aguas servidas y lluvias al alcantarillado de aguas negras, debido a que es el único sistema de alcantarillado existente en el momento. No se pudieron localizar los pozos, debido a que la vía se encuentra sin pavimentar y con el paso del tiempo se ha ido poniendo material sobre está.

Por el momento se recomienda hacer las correspondientes separaciones internas de las aguas negras y de las lluvias de cada predio, dejando sus propias cajas

domiciliarias, con el fin de que cuando se hagan los correspondientes trabajos de instalación del colector de aguas lluvias en el sector, solo se tenga que conectar la caja al sistema que se va a construir.

Figura 5. Vistas de la Cra 11



Fuente: Autor

La Trilladora Palonegro se encuentra dividida en 2 zonas. En la zona No 1 se encuentra todo lo que tiene que ver con el almacenamiento y tratamiento que se le da al café. La zona No 2 la tiene arrendada una empresa llamada aceites y grasas, Acegrasas. Después de haber realizado las pruebas de anilina dentro de la zona No 1, se concluyó que las aguas lluvias y negras están siendo evacuadas por el sistema de alcantarillado de aguas negras de la cra 11. En este sector se deben realizar los arreglos correspondientes a la separación de las aguas. En la zona No 2 se encontró que las aguas están separadas, las aguas lluvias son evacuadas por el alcantarillado pluvial de la cra 10, tanto las aguas lluvias como las aguas negras de esta zona hacen entrega directa a la quebrada.

5.2.3 CALLE 57 ENTRE CRAS 11 Y 12

En este sector se encontró un tramo de alcantarillado de aguas negras con un diámetro de 10 pulgadas en gres, cuyo pozo inicial se encuentra frente a la

Bodega No 11-45 llamada Dinacosta. Este tramo de tubería conecta con el pozo P(K12)1R en la cra 12 esquina.

En esta zona también, existe la entrega de un box culvert con un diámetro de 16 pulgadas, que atraviesa la vía Bucaramanga-Girón recogiendo las aguas lluvias de la misma y las aguas servidas del hotel San Juan, estas aguas llegan al pozo P(K12-1) por medio de un tramo de tubería de 12 pulgadas en concreto, causando gran contaminación en el sistema de aguas lluvias de la cra 12 que a la postre desagua en la Quebrada la Iglesia.

Figura 6. Descarga de las aguas servidas del Hotel San Juan, margen derecha de la vía Bucaramanga-Girón



Fuente: Autor

Figura 7. Box Culvert situado en la calle 57 entre cras 11 y 12 de la Zona Industrial



Fuente: Autor

Existen cuatro bodegas, tres de ellas las No 11-15,11-25 y la 11-35 presentan conexión errada del sistema de aguas negras al de lluvias acrecentando el problema del colector de lluvias. Se debe notificar de nuevo a estas bodegas para que efectúen los arreglos pertinentes y adelantar el diseño y la construcción de una manija que recoja las aguas negras desde el *Hotel San Juan*, pasando por *Soserautos* y la Planta de Incubación de *Distraves*.

Tabla 4. Predios de la calle 57 entre cras 11 y 12

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Ortiz Rey Ingenieros No. 11-15	C.E.
2	Mundial de licores No. 11-25	C.E.
3	Lavandería No. 11-35	C.E.
4	Dinacosta No. 11-45	S.C.E.

Fuente: Autor

Figura 8. Bodegas de la calle 57 entre Cras 11 y 12 de la Zona Industrial



Fuente: Autor

5.2.4 CARRERA 12

En la cra 12 funcionan doce empresas dedicadas a diferentes actividades comerciales. La CDMB adelanto unos trabajos de reposición del alcantarillado existente de aguas negras y se instaló la red matriz de aguas lluvias. Durante la realización de esas obras se llevó a cabo la construcción de las Cajas Domiciliarias de los dos sistemas de alcantarillado, con el fin de que los usuarios del sector hicieran la debida separación de la Red Intradomiciliaria de sus predios y su posterior conexión a estas cajas.

Tabla 5. Predios de la cra 12

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Laminacol	C.E.
2	Incubadora Santander	C.E.
3	Hielo Monteblanco	S.C.E.
4	Hielo El Nevado	S.C.E.
5	Purina Agrinal Colombia	S.C.E.
6	Planta de Fríjol Pollosan	S.C.E.
7	Pollosan	S.C.E.

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
8	Mudesa No.57-90	S.C.E.
9	Comestibles La 80	S.C.E.
10	IMATT	S.C.E.
11	Cafetería	S.C.E.
12	Enrique Holguín	S.C.E.
13	La casa del Kodiak	S.C.E.

Fuente: Autor

Uno de los predios que no ha arreglado su conexión errada es *Laminacol*, en este predio industrial se detectó que las instalaciones sanitarias y de aguas lluvias son combinadas, se notificó al propietario de las fallas encontradas pero no se obtuvo respuesta positiva de este. Queda pendiente entonces, la carta de corte de agua para esta empresa.

Tabla 6. Características del alcantarillado de la cra 12

Tipo de alcantarillado	Diámetro	Material	Longitud (m)
Pluvial	500mm	PVC	306.09
Sanitario	250mm	PVC	277.08

Fuente: Autor

En *La Incubadora Santander* se hicieron nuevamente las pruebas con anilinas, en la realización y evaluación de estas se encontró una gran complejidad puesto que el predio cuenta con innumerables rejillas y sifones debido a las actividades propias de su funcionamiento, también cabe acotar que el predio tiene descargas por las carreras 12 y 13 motivo por el cual la evaluación tomó más tiempo del programado, en esta evaluación fue muy importante la información que se tenía del predio por que facilitó la ubicación y nomenclatura de los sifones y desagües, así como la colaboración del administrador.

Se detecto que el problema por la cra 12 radica en que la conexión domiciliaria no es la correcta, el sistema intradomiciliario de aguas lluvias está conectado al sistema de aguas negras y el sistema de interno de aguas negras al colector de aguas lluvias de la cra 12. Por la cra 13 las conexiones domiciliarias fueron ejecutadas adecuadamente. Se hizo la notificación respectiva sin que hasta la fecha se hallan hecho los arreglos concernientes, pues el administrador solicita la inspección con el circuito cerrado de TV para establecer el lugar de las domiciliarias en la cra 12.

Figura 9. Vista de la cra 12



Figura 10. Incubadora Santander, calle 57 entre cras 12 y 13. Zona industrial



Fuente: Autor

5.2.5 CALLE 57 ENTRE LAS CRAS 12 Y 13

En este sector no existe alcantarillado sanitario ni pluvial. Existe un box culvert que recoge las aguas lluvias de la autopista Bucaramanga – Girón que se conecta al alcantarillado pluvial de la carrera 13 en el pozo P(PAG-232).

5.2.6 CARRERA 13

En este sector al igual que en la cra 12 se ha obtenido una muy buena respuesta por parte de los propietarios y/o residentes, que han puesto todo su interés en mejorar la calidad de agua de la *Quebrada La Iglesia*.

Tabla 7. Características del alcantarillado de la cra 13

Tipo de alcantarillado	Diámetro	Material	Longitud (m)
Pluvial	400mm	PVC	313.65
Sanitario	12"	GRESS	217.15
	16"		27.81

Fuente: Autor

En la Carrera 13 se realizaron las correspondientes visitas a todos los predios de la zona, comprobando las adecuaciones hechas en los sistemas intradomiciliarios. En este sector se encuentran quince empresas de las cuales solo dos tienen conexión errada.

Tabla 8. Predios de la cra 13

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Taller Roger Rojas	C.E.
2	Trenza Hilos No. 57-174 **	S.C.E.
3	Taller Rafael Escobar No. 57-134	S.C.E.
4	Cafetería	S.C.E.
5	Bodega No.70-106	S.C.E.
6	Bodega No. 57-91	S.C.E.
7	Trasteos Santamaría No. 70-114	S.C.E.
8	Trasteos Santamaría No. 70-130	S.C.E.
9	Proficol 70-122	S.C.E.
10	Flor Huila No. 70-140-144-148	S.C.E.
11	Recamic 70-154-164	S.C.E.
12	Bodega 70-207 (Vacía)	S.C.E.

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
13	Planta Incubadora Pimpollo	S.C.E.
14	Proyessos No. 70-90	S.C.E.
15	Meals de Colombia	C.E.

Fuente: Autor

En el sector existe colector de aguas negras antiguo y colector de aguas lluvias que construyó la CDMB. En *Trenza Hilos* se realizó separación intradomiciliaria correcta de los sistemas de aguas lluvias y negras, sin embargo falta la conexión domiciliaria.

Figura 11. Panorámica de la cra 13



Fuente: Autor

En el Taller del señor *Roger Rojas*, queda por debajo del nivel del colector de aguas lluvias, por lo tanto no pueden conectarse.

En la empresa *Meals de Colombia*, se tuvo inconvenientes para hacer las pruebas, pues al igual que la mayoría de las bodegas de la zona no tienen planos de las redes de alcantarillado intradomiciliario, se hicieron pruebas y no se encontró el pozo por el cual salen sus aguas servidas. Según informes anteriores, este predio cuenta con redes independientes y la *Incubadora del Oriente Pimpollo S.A.*

corrigió una entrega errónea que contaminaba el sistema de aguas lluvias de *Meals de Colombia*.

5.2.7 CALLE 57 ENTRE CRAS 13 Y 14

Tabla 9. Predios de la calle 57 entre cras 13 y 14

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Baterías Faico	S.C.E.
2	Taller de Fundición **	S.C.E.

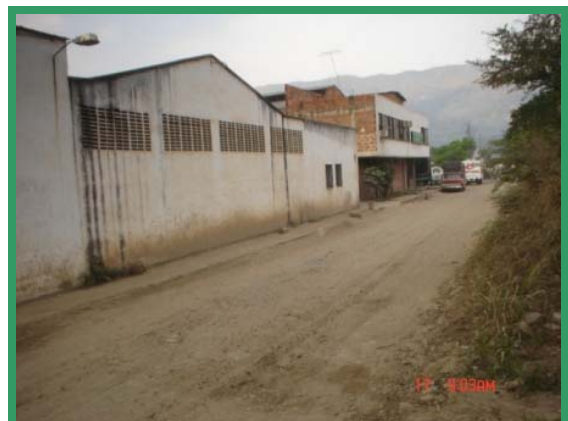
En esta zona está situada la empresa *Baterías Faico*, se encontró que no tenían separados los sistemas intradomiciliarios de aguas lluvias y negras, se notificó al propietario, la solución a que se llegó fue la de conducir las aguas lluvias provenientes de la cubierta a un sistema de tanques de almacenamiento y así aprovechar este recurso que es materia prima en la elaboración de los acumuladores eléctricos.

En este sector funciona también un *Taller de Fundición*, el cual realizó la separación interna de sus redes, aun hace falta la conexión de la domiciliaria. El problema radica en que solo existe alcantarillado de aguas lluvias.

Figura 12. Entrega del Box Culvert calle 57 entre las cras 13 y 14



Figura 13. Vista de la calle 57 entre cras 13 y 14



Fuente: Autor

Existe un box culvert de 1.60m x 1.60m que atraviesa la autopista Girón-Bucaramanga, recoge las aguas lluvias de la vía y las aguas servidas por el predio llamado *Soserautos*. Este box culvert drena sus aguas por medio de un tramo de alcantarillado con diámetro de 10 pulgadas en gres, al pozo P(PAG-242), este último hace parte de la red de aguas lluvias de la cra 14.

5.2.8 CARRERA 14

En esta carrera funcionan once empresas dedicadas a diferentes actividades comerciales. Se encontró un colector de aguas negras con la particularidad de que fue construido por los usuarios. En el 2004 la CDMB instaló una tubería de concreto reforzado de diámetro 1500 mm para alcantarillado pluvial encargado de recoger las aguas de la autopista.

Tabla 10. Características del alcantarillado de la cra 14

Tipo de alcantarillado	Diámetro	Material	Longitud (m)
Pluvial	1,50m	CONCRETO	279.0
Sanitario	10"	GRESS	74.37
	250mm	PVC	125.89

Fuente: Autor

Para solucionar el problema de sobrecarga del sistema de alcantarillado sanitario ocasionada por las conexiones de las aguas lluvias drenadas por todos los predios ubicados en la cra 14, se planteó el diseño y construcción de una manija. Por el momento todos los predios de ésta zona están entregando sus sistemas de alcantarillado interno de aguas lluvias y negras al colector de aguas negras. La tubería de aguas lluvias es de concreto reforzado con diámetro de 1500mm, el cual no puede ser perforado para hacer conexiones de domiciliarias.

Tabla 11. Predios de la cra 14

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Nutrisal No.57-50	C.E.
2	Aceygrades No. 57-08-22	C.E.
3	Bodega de Nutrimax 57-34	S.C.E.
4	Planta de Nutrimax	S.C.E.
5	Riegoplast Ltda Cra 14-110	S.C.E.
6	Oficinas de Nutrimax No.57-50	S.C.E.
	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
7	CEDSA No. 57-76	C.E.
8	ENVIA No. 57-49	C.E.
9	Pimpollo	S.C.E.
10	Artículos de aseo El Sol 70-104-96 **	S.C.E.
11	Reata Jet **	S.C.E.
12	Miller Cruz No 57-150	A.R.
13	Replasander No.57-139 **	S.C.E.
14	Aseoplast No. 57-06	S.C.E.

Fuente: Autor

Figura 14. Vistas de la Cra 14 Zona Industrial



Fuente: Autor

Con el objetivo de realizar el diseño de la manija de aguas lluvias, se buscaron y destaparon los pozos existentes en el sector, pues estos se encontraban

obstruidos por material de la rasante. Este registro fotográfico fue entregado a la ingeniera Gladis Eugenia Rueda, para su revisión.

En la empresa *Envía Colvanes* se hicieron las pruebas al sistema de alcantarillado intradomiciliario se encontró que las aguas son vertidas en forma combinada al alcantarillado de aguas negras de la carrera 14, las aguas lluvias de la zona de carga son evacuadas por un sistema de tuberías por detrás del predio y se conectan al colector de aguas negras paralelo a la Quebrada la Iglesia. Se hizo la respectiva notificación de la conexión errada y se sugirió la búsqueda de los planos del alcantarillado interno debido a que no se conoce el sitio por el que van las redes. La administradora se comprometió a buscarlos por medio de la empresa arrendataria del inmueble, hasta el momento no han realizado ningún arreglo.

Se hizo la visita a *Riegoplast* comprobando que pese a no tener un sistema de aguas lluvias interno, construyeron una cisterna para recoger el agua lluvia, esta agua es aprovechada en su proceso industrial. A si mismo, en *Distribuciones Aseoplas* recogen el agua lluvia para usarla en su industria.

En el predio donde funciona *Artículos El Sol* se encontró que tiene interiormente sistemas separados para aguas lluvias y aguas negras, los cuales drenan al colector de aguas negras de la cra 14.

Figura 15. Pozos al final de la cra 14



Figura 16. Vista de la Quebrada la Iglesia sector cra 14



Fuente: Autor

La empresa *Aceygrades* se encontraba en proceso de liquidación y no se pudieron hacer las pruebas con anilinas. En este momento están efectuando el desmonte de la planta cuya dirección es Cra 14 No 57-22 y en las direcciones Cra 14 No 57-50 y No 57-76 funcionan las oficinas de *Nutrimax* y *CEDSA* respectivamente.

5.2.9 CALLE 57 ENTRE CRAS 14 Y 15

En este sector no se encuentra ningún tipo de alcantarillado.

5.2.10 CRA 15

En la Carrera 15 funcionan ocho empresas dedicadas a diferentes actividades comerciales.

Tabla 12. Predios de la Cra 15

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Populares Ltda	S.C.E.
2	Induandes Carrocerías	S.C.E
3	Construvicol	S.C.E
4	Agribor Ltda No 132	S.C.E

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
5	OTACC Ltda	S.C.E
6	Raúl Rivera	S.C.E
7	Bodega Arsenio Forero	S.C.E
8	Boris García	C.E.

Fuente: Autor

Tabla 13. Características del alcantarillado de la cra 15

Tipo de alcantarillado	Diámetro	Material	Longitud (m)
Pluvial	12pulg	PVC	170.82
Sanitario	250mm	PVC	165.82

Fuente: Autor

El predio de *Boris García* tiene aguas combinadas, todo sale por el sistema de aguas negras, se le notifico y explicó la necesidad de separar las aguas lluvias, se recomendó hacer la caja de inspección para aguas lluvias y desviar los bajantes de techos y sifones de patio a esta caja y conectarla al alcantarillado de aguas lluvias. Fue notificado con carta de corte de agua.

En la Bodega de *OTACC* cuentan con sistemas intradomiciliarios independientes. Las aguas negras están bien conectadas en la cra 15. Las aguas lluvias eran vertidas al colector de aguas negras de la cra 16, se hizo la corrección llevando estas aguas a un pozo de la red de aguas lluvias de la cra16.

Después de realizar las pruebas correspondientes al sistema intradomiciliario de *Construvicol* se encontró que todas las aguas tanto lluvias como negras eran vertidas directamente al sistema de aguas negras de la carrera 15. Esta empresa realizo la respectiva separación interior, construyeron una caja de inspección para aguas lluvias y se conectaron adecuadamente al sistema de aguas lluvias de la carrera 15.

Figura 17. Panorámica de la cra 15 Zona Industrial



Fuente: Autor

Se hizo la visita también a la bodega de Arsenio Forero localizada en la cra 15 esquina, constatando que tienen separación interna correcta de aguas lluvias y negras.

5.2.11 CALLE 57 ENTRE CRAS 15 Y 16

En este sector no se encuentra ningún tipo de alcantarillado.

5.2.12 CARRERA 16

En esta zona existen cuatro predios con conexión errada del sistema pluvial al sistema sanitario. Se plantea el diseño y construcción de una manija para solucionar el problema de sobrecarga del sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla 14. Características del alcantarillado de la cra 16

Tipo de alcantarillado	Diámetro	Material	Longitud (m)
Pluvial	1.00M	CONCRETO	279.01
Sanitario	10"	GRESS	190 APROX

Tabla 15. Predios de la Cra 16

	EMPRESA Y/O PROPIETARIO	ESTADO FINAL
1	Mao Plásticos	C.E.
2	Prodeca **	S.C.E
3	TLC **	S.C.E
4	Casa Finca	C.E.

Fuente: Autor

En *Mao-plásticos*, después de realizadas la pruebas se encontró que no disponen de sistemas separados para aguas lluvias y aguas negras, todas las aguas servidas y captadas son llevadas al sistema de alcantarillado de aguas negras de la carrera 16, se les notifico nuevamente de su conexión errada. Se explico a un representante del dueño del predio, *Avimol S.A.*, sobre las adecuaciones que debían hacer sin que hasta el momento hayan realizado los arreglos pertinentes. Queda pendiente entonces, el corte de agua.

Las empresas *TLC* y *PRODECA*, tienen sus sistemas internos separados, solo esperan la construcción de la manija de aguas lluvias para conectarse adecuadamente.

Figura 18. Panorámica de la cra 16 Zona Industrial



Fuente: Autor

Se hizo la visita a la planta de concentrados *Avimol S.A.* y *Cummins*, concluyendo que tienen sistemas separados de alcantarillado de aguas negras y de lluvias. Estos predios tienen conexión directa de sus aguas servidas al interceptor de *La Quebrada La Iglesia*.

Figura 19. Alcantarillado pluvial Cra 16 Zona Industrial



Fuente: Archivo CDMB

Figura 20. Cummins y Avimol



Fuente: Autor

5.2.13 PREDIOS UBICADOS EN EL KM. 6 MARGEN DERECHA SENTIDO BUCARAMANGA GIRÓN

Se hizo la visita al *Hotel San Juan*, se hicieron de nuevo las pruebas. Todas las aguas negras provenientes del sector nuevo llegan a un pozo séptico, este tiene un aliviadero que vierte sus aguas a un box culvert situado cerca de las canchas de tenis del hotel. Las aguas negras del sector antiguo, caen directamente al box culvert. Estas aguas atraviesan la autopista y son evacuadas por el colector de aguas lluvias de la cra 12. Las aguas lluvias son descargadas por medio de un sistema de tuberías a una carretera que colinda con *Soserautos* y a la vía Bucaramanga-Girón.

En visita a la planta de incubación *Distraves* se determino que el predio posee un sistema intradomiciliario combinado. Las aguas lluvias y negras llegan a una caja de inspección ubicada en la entrada de la planta. Estas son descargadas por medio de un tubo de gres de 14" que atraviesa la vía y se une a un pozo que forma parte del alcantarillado sanitario de la cra 14. Hicieron la identificación de las redes internas y en este momento están realizando la separación de los sistemas de aguas lluvias y negras.

Figura 21. Drenaje de aguas lluvias Hotel San Juan



Figura 22. Localización de caja de inspección a la entrada de Distraves



En *Soserautos* no se encontraron pozos de inspección, ni pozo séptico al interior del predio. Las aguas lluvias que caen sobre la cubierta son recogidas por una serie de canales los cuales vierten las aguas directamente sobre el piso. Las aguas negras de la zona del taller, la cafetería y las oficinas salen por el box culvert de la vía paralela entre las cras 13 y 14 el cual se encuentra altamente contaminado con residuos de grasas y aceites.

Se hace necesario por parte de la CDMB estudiar una alternativa de conexión para el Hotel San Juan, SOSERAUTOS y la planta de incubación de *DISTRAVES*.

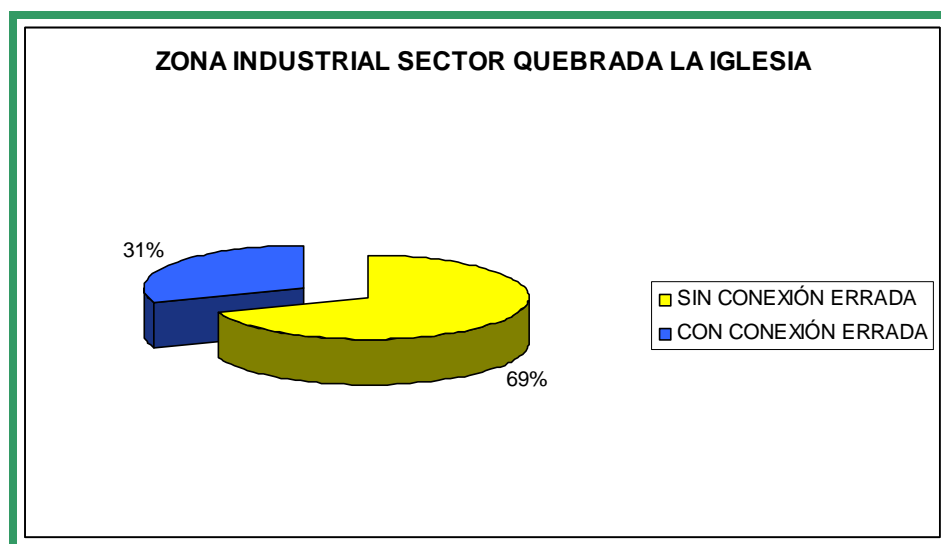
5.2.14 DIAGNÓSTICO FINAL DE LA ZONA INDUSTRIAL SECTOR QUEBRADA LA IGLESIA

Tabla 16. Diagnostico Zona Industrial

Tipo de Conexión	Numero de Predios	Porcentaje del total
Sin Conexión Errada	50	31%
Conexión Errada	22	69%

Fuente: Autor

Figura 23. Diagnóstico de las conexiones erradas en la Zona Industrial, Agosto de 2006



Fuente: Autor

6. URBANIZACIÓN EL GALLINERAL

6.1 LOCALIZACIÓN

La urbanización el Gallineral se encuentra ubicada la sur occidente del municipio de Girón. Limita al norte y occidente con el Río de Oro, al sur con el barrio Santacruz y por el oriente con el Barrio Río de Oro.

Figura 24. Panorámica de la Urbanización El Gallineral



Fuente: Google Earth

6.2 TRABAJO DE DIAGNOSTICO Y SEGUIMIENTO

Dentro de la etapa de diagnóstico que corresponde a la primera visita que se realiza vivienda por vivienda, se realizaron 160 visitas.

Se identificaron las entregas del alcantarillado pluvial al río de Oro, encontrando un alto de grado de contaminación. Los sistemas de alcantarillado de la urbanización tienen pendientes muy bajas y debido a la inundación ocurrida el año anterior, había mucho sedimento en los colectores de aguas lluvias. Por esto, se hizo necesario el lavado por medio del equipo VACTOR antes de dar inicio a la etapa de diagnóstico.

Figura 25. Descarga alcantarillado pluvial, conexión errada



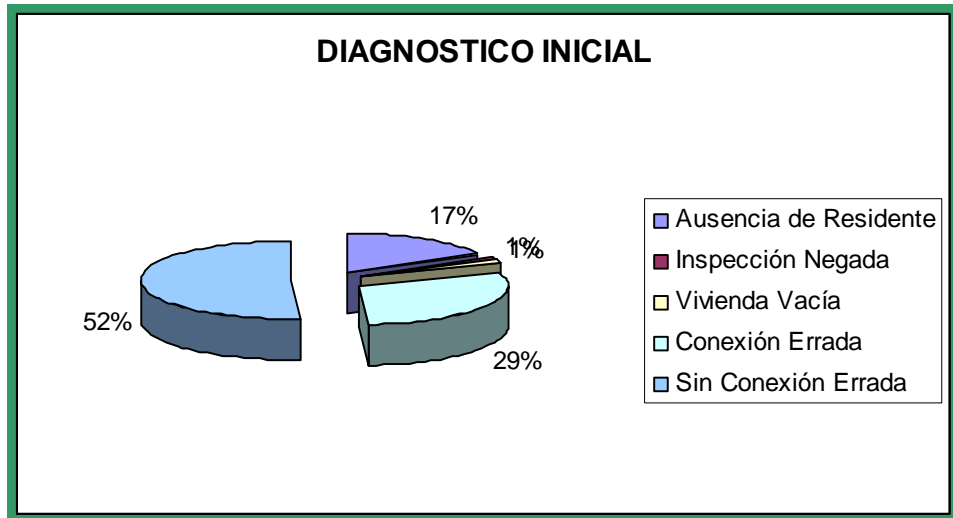
El resultado de la etapa de diagnóstico fue el siguiente:

Tabla 17. Diagnóstico inicial

RESULTADO DE INVESTIGACIÓN	CONDICIÓN INICIAL	%
<i>Inspección Negada</i>	2	16.88%
<i>Ausencia de Residente</i>	27	1.25 %
<i>Vivienda Vacía</i>	2	1.25%
<i>Conexión Errada</i>	45	28.13%
<i>Sin Conexión errada</i>	84	52.50%
	160	

Figura 25. Estado inicial

Figura 26. Estado inicial El Gallineral



Como se puede apreciar hay una gran cantidad de conexiones erradas de aguas negras a aguas lluvias, causadas generalmente por reformas hechas en el patio y en la cocina. No se apreciaron conexiones erradas de aguas lluvias a negras.

Figura 27. Vactor



Figura 28. Arreglo de la conexión errada



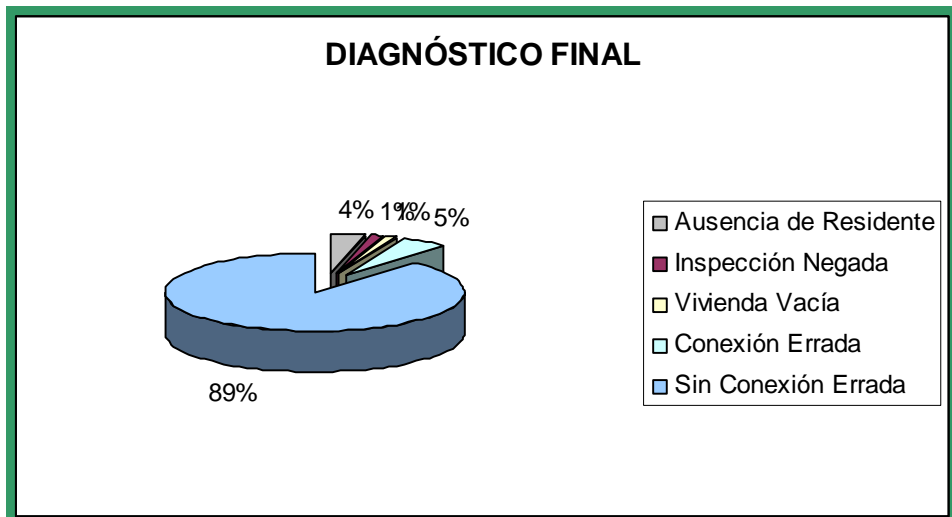
6.3 ESTADO FINAL

En términos generales la respuesta de la comunidad fue muy buena y se preocuparon por llevar a cabo los arreglos en el plazo de 30 días. Se presentaron peticiones de ampliación del plazo, estos fueron otorgados pues estamos conscientes de las dificultades económicas por las que atraviesa la comunidad.

Tabla 18. Diagnóstico final

RESULTADO DE INVESTIGACIÓN	CONDICIÓN FINAL	%
<i>Inspección Negada</i>	6	3.75%
<i>Ausencia de Residente</i>	2	1.25%
<i>Vivienda Vacía</i>	2	1.25%
<i>Conexión Errada</i>	8	5.0%
<i>Sin Conexión errada</i>	142	88.75%
	160	

Figura 29. Estado final El Gallineral



El resultado del seguimiento fue exitoso, pues se logró reducir el porcentaje de conexiones erradas en un 23%. Sumado a esto, se logró informar y concientizar a la gente del sector sobre la importancia ambiental de tener unas conexiones intradomiciliarias correctas. Muy seguramente en el futuro en el momento de realizar alguna reforma en la casa, se tendrá en cuenta este aspecto.

7. MECANISMOS DE FALLA EN SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

7.1 CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

Hasta hace pocos años, las tuberías empleadas en la construcción de redes de alcantarillado eran típicamente de Concreto, Mampostería o Ladrillo Vitrificado (Gres). Estos materiales tienen una muy buena resistencia ante esfuerzos de compresión, sin embargo ante esfuerzos de tensión raramente alcanzan el 15% de esta resistencia. Las tuberías en Concreto y Gres deben resistir las cargas verticales por sí mismas; sin embargo esta propiedad depende en gran medida de las condiciones del medio circundante y su homogeneidad, pues pueden presentar fallas o deterioro debido a la falta de confinamiento lateral.

Las fallas tempranas como agrietamientos o juntas en mal estado, pueden presentarse a causa de un mal método constructivo; al almacenar, cargar, transportar y manipular las tuberías antes de su colocación, se pueden generar grietas debido al mal izaje y una deficiente colocación.

Las juntas mal selladas o desalineadas son un foco de falla pues de estas se desprenden grietas, permiten la infiltración y la entrada de raíces que además de obstruir el flujo, ejercen esfuerzos sobre las tuberías causando movimientos y rupturas.

Los colapsos se presentan por el deterioro prolongado de la tubería en lugares donde se han presentado fallas. La entrada de flujo o la salida de este a través de grietas y juntas, causa la erosión del material del medio circundante. Esta erosión acompañada del deterioro estructural de la tubería, es la principal causa del colapso del sistema tubería-suelo. Estos colapsos son prácticamente imposibles de predecir si las tuberías no se han inspeccionado con anterioridad, y es aquí

donde radica la mayor importancia de los métodos de inspección desarrollados recientemente.

La magnitud del colapso depende del material, las condiciones del suelo circundante y el fenómeno que lo propicie, como tormentas, excavaciones, sobrecargas o cualquier evento diferente.

7.2 CAPACIDAD HIDRAULICA

Las fallas en tuberías de alcantarillado también están ligadas a la capacidad hidráulica de la tubería, pues cuando la capacidad hidráulica para la que está diseñada la red es insuficiente, este corre el riesgo de presurizarse. La presurización puede conducir a ciclos de infiltración y exfiltración, causando la entrada de partículas finas de suelo dentro de la tubería con la consecuente pérdida de soporte antes mencionada.

La edad también influye en la capacidad hidráulica de las tuberías de alcantarillado de Concreto y Gres, pues con esta la superficie de la tubería se erosiona y aumenta su rugosidad. Al aumentar la rugosidad la capacidad hidráulica se reduce, aumentando el riesgo de presurización.

7.3 INFILTRACIÓN

La infiltración es agua que entra dentro de la red de alcantarillado desde el suelo a través de tuberías defectuosas, juntas separadas o en mal estado, conexiones laterales defectuosas o por las paredes de los pozos de inspección.

Comúnmente la infiltración se asocia con elevaciones del nivel freático, que generan aumentos en la presión de poros del medio circundante y la tendencia del agua a entrar en las tuberías debido al gradiente de presión.

La tasa de infiltración depende del número de defectos presentes en la tubería, de su magnitud y de la cabeza de presión disponible (cota del nivel freático). Esto implica un aumento de la infiltración con la ocurrencia de lluvias torrenciales o tormentas y que las tuberías más profundas estén más expuestas a este tipo de flujo.

7.4 CONEXIONES ERRADAS

Las conexiones erradas corresponden a conexiones fuera de lugar en los sistemas de alcantarillado separado. Una conexión de aguas residuales al alcantarillado pluvial es una conexión errada, así como una conexión de aguas lluvias al alcantarillado sanitario es una conexión errada.

Las conexiones erradas o piratas también juegan un papel importante dentro del deterioro de las tuberías, pues además del daño estructural causado al perforar las tuberías para realizar la conexión, se puede exceder la capacidad hidráulica de estas al no estar diseñadas para transportar esta agua.

Cuando las conexiones erradas se realizan al alcantarillado sanitario, generalmente se presentan rebosamientos, que pueden causar desbordamientos e inundaciones, pues los picos de caudal que puede presentar una tormenta son mucho mayores que el caudal de diseño de este alcantarillado.

Si se presentan conexiones erradas al alcantarillado pluvial, normalmente se tienen problemas como malos olores durante las temporadas secas y se puede ver afectada la calidad del agua de los ríos o quebradas donde son vertidas las aguas, debido a la menor dilución de los contaminantes durante estas temporadas.

En una inspección típica de redes de alcantarillado, principalmente se buscan las siguientes fallas estructurales:

- **Presencia de Grietas:** Las tuberías de Gres, Concreto, u otros materiales rígidos normalmente se agrietan con el paso del tiempo, debido a la poca capacidad del material para soportar esfuerzos cortantes o de tensión.
- **Juntas Abiertas o Desalineadas:** El mortero empleado para el sellado de juntas se erosiona por acción del flujo de agua residual agua, combinado con el movimiento relativo entre tuberías por asentamientos diferenciales del terreno.
- **Deterioro o Corrosión Interna:** Tras llevar varios años en servicio las tuberías presentan corrosión y deterioro causado por el flujo. Este deterioro puede degenerarse en grietas o generar zonas débiles dentro de la tubería susceptibles a fallar.
- **Tuberías Subdimensionadas:** Nuevas conexiones o conexiones erradas pueden ocasionar la sobrecarga de las redes de alcantarillado, lo que genera la elevación de costos de tratamiento y disposición de las aguas residuales.
- **Fallas en Pozos de Inspección:** Los pozos de inspección hechos en mampostería presentan fallas tales como ladrillos sueltos o faltantes, falta de cañuelas, etc.

7.5 TIPOS DE FALLOS EN TUBERIAS DE ALCANTARILLADO

Para la determinación del tipo de tecnología aplicable a la rehabilitación de un sistema de alcantarillado se debe tener conocimiento pleno de los tipos de fallas que pueden encontrarse en el mismo.

En general, las fallas en las tuberías de alcantarillado pueden separarse en dos grandes grupos: fallas operacionales y fallas estructurales. Adicionalmente, pueden ser analizadas como fallas localizadas que afectan uno o varios puntos o tramos de las tuberías, o como fallas sistemáticas generalizadas que requieren la intervención de la totalidad de una tubería.

7.5.1 Fallas Operacionales

Las fallas operacionales son aquellas relacionadas con la pérdida de la capacidad en la conducción de los flujos, establecida en el diseño de las tuberías, debida al aumento de los caudales transportados generados por incrementos de conexiones erradas, por infiltraciones o por obstrucciones.

Los problemas operacionales más comúnmente encontrados son los siguientes:

- ✓ Infiltraciones generalizadas o localizadas.
- ✓ Intrusión de raíces en las tuberías.
- ✓ Colmatación o depósitos de residuos sólidos en las tuberías.
- ✓ Incrustaciones en las paredes de la tubería.
- ✓ Diámetros Insuficientes.
- ✓ Infiltraciones a través de pozos de inspección.

Figura 30. Fallas Operacionales



Fuente: Archivo CCTV CDMB

7.5.2 Fallas Estructurales

Este tipo de fallas está directamente relacionado con inconvenientes en el sistema estructural de las tuberías debido a deficiencias en el diseño o en la construcción de las cimentaciones, al aumento de las cargas actuantes, a irregularidades internas en las paredes de la tubería, a fisuramientos y roturas. Las fallas estructurales que se presentan con mayor frecuencia son:

- ✓ Tubería en mala condición estructural por roturas y hundimientos
- ✓ Fallas estructurales localizadas.
- ✓ Corrosión y erosión de las paredes de la tubería.
- ✓ Separación de juntas entre secciones de tubería.
- ✓ Desplazamientos de empaquetaduras y uniones.
- ✓ Fisuras y grietas longitudinales o transversales
- ✓ Deterioro de concretos.
- ✓ Depresiones en el perfil de tuberías
- ✓ Juntas abiertas o rotas de las conexiones y domiciliarias.

Figura 31. Fallas Estructurales



Fuente: Archivo CCTV CDMB

8. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO

Se entiende por renovación a las técnicas sin apertura de zanja que requieren la destrucción de la antigua tubería, ya sea para reemplazarla por un excesivo deterioro, pérdida de la capacidad estructural o para aumentar el diámetro debido a un incremento en la demanda hidráulica. Por el contrario, se entiende por rehabilitación, a las técnicas sin apertura de zanja que mejoran las condiciones internas de la antigua tubería sin necesidad de destruirla.

8.1 RENOVACIÓN

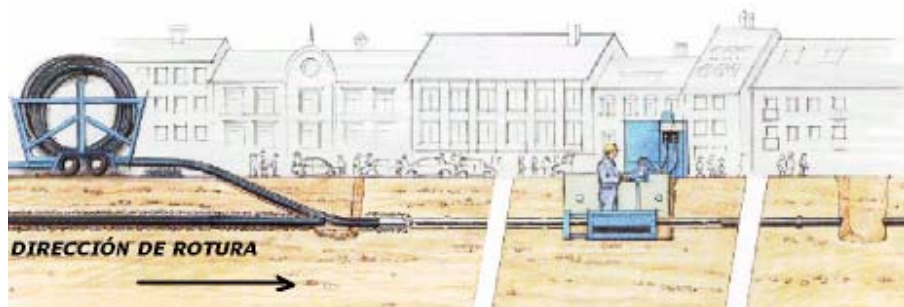
8.1.1 Rotura de tubería (Pipe bursting)

La rotura de tubería es un método de renovación en el cual la tubería existente es fragmentada o cortada y forzada a incrustarse en el suelo circundante mediante un cono de rotura y expansión, permitiendo que simultáneamente se instale la nueva tubería que está atada a la parte posterior del mismo. El cono de rotura y expansión es halado por un cabrestante o un equipo hidráulico mediante un cable o barras de acero.

Durante la instalación, la antigua tubería es utilizada como guía. La cabeza de expansión (parte del cono de rotura y expansión) incrementa el área de la sección disponible para facilitar el ingreso de la nueva tubería y para incrementar la sección disponible en caso de requerir el aumento del diámetro; este incremento puede ser hasta de un 50% del diámetro anterior.

Existen dos técnicas para la rotura de tubería; estos son: *la rotura de tubería estática y dinámica*. Su diferencia radica en que la primera únicamente utiliza el equipo que hala la cabeza de expansión, y es aplicable ampliamente para tuberías de redes de agua potable hasta diámetros de 200 mm, donde la fuerza de halado requerida para romper la antigua tubería e instalar la nueva sea relativamente baja. Por otro lado con tuberías de diámetros mayores hasta de 1200 mm y enterradas a mayor profundidad, como las de alcantarillado, donde la fuerza de halado requerida es considerablemente mayor, se emplea del método dinámico, donde se utiliza adicionalmente al equipo de halado, un equipo neumático unido a la cabeza de expansión que transmite energía cinética para fracturar la antigua tubería. El rendimiento de instalación de los equipos es aproximadamente de 1 m/min y sumando el posicionamiento y otros procedimientos constructivos el rendimiento general de instalación puede llegar hasta los 300 m/día. Aunque el método requiera de la apertura de dos zanjas para el ingreso y salida de la nueva tubería, sus dimensiones son muy pequeñas en comparación con las longitudes de instalación, siendo en promedio entre 2 y 3 m de longitud por 1 m de ancho.

Figura 32. Esquema del método del Pipe Bursting



Fuente: Catálogo Tracto Technik. Trenchless Pipe renewal using the TT pipe bursting system.

Figura 33. Pipe Bursting



Fuente: Catálogo Tracto Technik. Trenchless Pipe renewal using the TT pipe bursting system.

Es importante tener en cuenta la localización de las redes de otros servicios públicos es muy importante para determinar si la utilización del método de rotura es apropiada o no, pues puede haber casos en donde el riesgo de dañar redes vecinas es alto.

8.2 REHABILITACIÓN

8.2.1 Deslizamiento convencional de tubería (Sliplining)

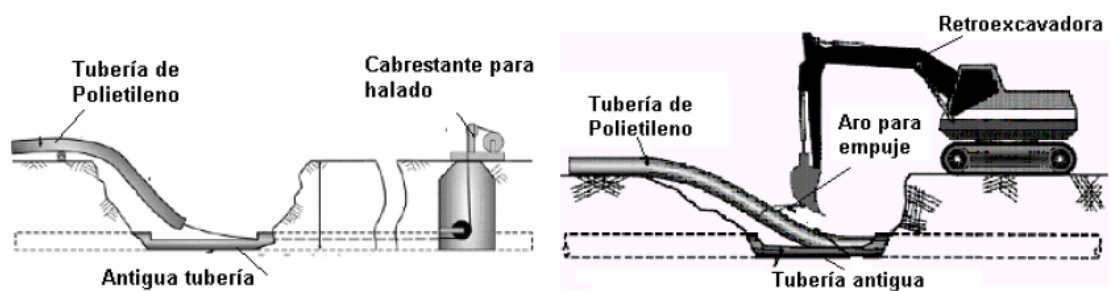
Este método de rehabilitación, utilizado para redes de alcantarillado principalmente, consiste en el deslizamiento de extremo a extremo una de tubería de menor diámetro, que se introduce en la tubería existente. Este método requiere la apertura de dos zanjas, la primera para introducir la nueva tubería y la segunda para recibirla o halarla.

En el caso en que en el segundo extremo se cuente con un pozo de inspección, no sería necesario abrir la segunda zanja. Existen dos técnicas: *la técnica de halado* y *la técnica de empuje* [6]. La primera utiliza un cabrestante (localizado en la zanja de salida) que hala la nueva tubería con un cable atado en un extremo; por lo general esta técnica es utilizada para instalar tuberías de polietileno, por su grado de flexibilidad. En el segundo caso, la tubería es empujada utilizando el

brazo de una retroexcavadora; esta técnica es utilizada por lo general para tuberías segmentadas de PVC y también de polietileno. Como la tubería instalada es considerablemente de menor diámetro, el espacio entre la tubería nueva y la existente es rellenado para proveer una integridad estructural, con mortero o con la bentonita utilizada para suavizar el deslizamiento.

Finalmente las conexiones laterales son realizadas con robots motorizados que incluyen cámaras de video y un sistema de corte. En la Figura xxx se muestran las dos técnicas para deslizamiento de tubería. Los diámetros aplicables para instalar varían entre 100 mm y 4000 para tuberías segmentadas, entre 100 mm y 1600 mm para tuberías continuas y entre 150 mm y 2500 mm para tuberías en espiral. Las longitudes máximas de instalación llegan hasta los 300 m.

Figura 34. Sliplining



Fuente: Adaptado de Pipeline Rehabilitation by Sliplining with Polyethylene Pipe. Published by the Plastics Pipe Institute. Feb 1998

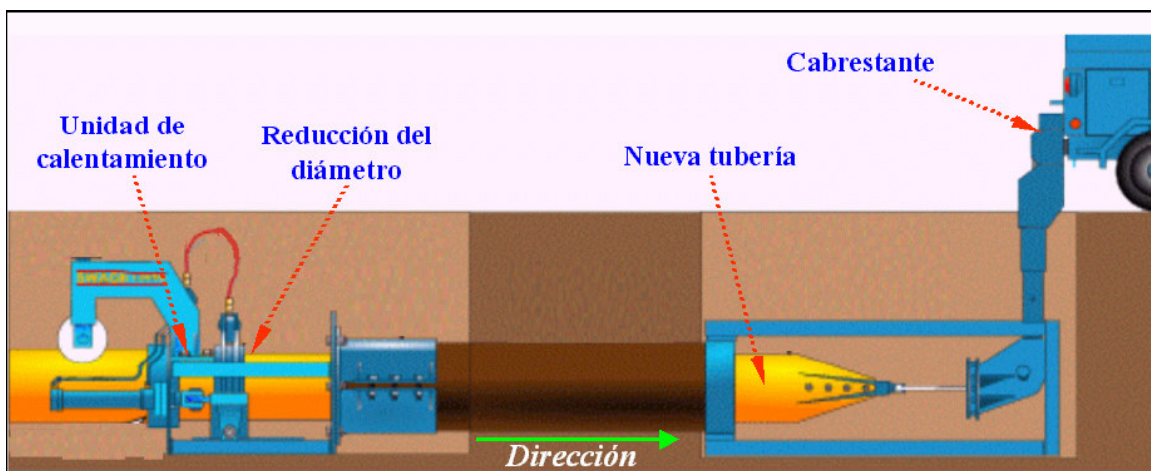
8.2.2 Deslizamiento de tubería con reducción simétrica del diámetro

La reducción simétrica de diámetro es un tipo de método de deslizamiento, en el cual el diámetro de la nueva tubería (ligeramente menor a la existente) es reducido por métodos térmicos o mecánicos. La técnica es muy similar al deslizamiento

convencional, pues la nueva tubería es halada por un cabrestante de extremo a extremo. La diferencia radica en la reducción temporal del diámetro, en la utilización de la técnica de halado únicamente y en el uso exclusivo de tuberías de polietileno de alta y media densidad. La reducción del diámetro por métodos térmicos se realiza mediante un anillo caliente y con un diámetro ligeramente menor a la nueva tubería de polietileno. Simultáneamente con la reducción, la tubería es halada dentro de la tubería existente, coordinando la tracción para mantener reducido el diámetro de la tubería.

Una vez la tubería es instalada, ésta vuelve a sus tamaño original cuando baja la temperatura, quedando totalmente adherida a la tubería existente, sin vacíos intermedios. Es necesario dejar una longitud considerable en cada extremo para tener en cuenta la contracción ocurrida cuando la tubería vuelva a su estado original. La reducción del diámetro por métodos mecánicos tiene el mismo principio que el interior, pero se realiza por medio de la coordinación de rodillos de reducción y el halado de la tubería. En la Figura 34 se muestra el esquema del sistema de deslizamiento con reducción simétrica del diámetro.

Figura 35. Reducción Simétrica del diámetro



Fuente: Adaptado de Pipeline Rehabilitation by Sliplining with Polyethylene Pipe. Published by the Plastics Pipe Institute.

8.2.3 Deslizamiento con reducción asimétrica del diámetro (Doblado y formado)

El doblado y formado es una técnica que permite instalar tuberías de polietileno y PVC en tres fases: primero se *dobla* la sección transversal de la tubería con métodos térmicos o mecánicos (usualmente en planta de producción), para tener un diámetro menor al de la tubería existente, luego se introduce la tubería y se desliza halándola con un cabrestante y finalmente la tubería se *forma* nuevamente con métodos térmicos o mecánicos quedando totalmente adherida a las paredes de la antigua tubería. La primera técnica de doblado utiliza métodos térmicos, en el cual la tubería (de PVC o polietileno) ya viene doblada de fábrica en forma de “C”, “H”, o “*aplanada*” y enrolladas en grandes longitudes, facilitando su transporte e instalación.

Estas tuberías al ser instaladas recuperan su forma final aplicando agua caliente o vapor de aire en un circuito cerrado de flujo. Este método es aplicable únicamente para tuberías de alcantarillado y no es necesario abrir zanjas, pues su instalación se hace de pozo de inspección a pozo de inspección. Con esta técnica se pueden instalar tuberías entre 75 mm hasta 1500 mm y los diámetros pueden ser exactos. La longitud de instalación máxima puede llegar hasta los 900 m. Para el caso de la técnica de doblado mecánico, la sección transversal de la tubería de polietileno es doblada in situ por una máquina especializada que amarra la tubería doblada con zunchos plásticos. Una vez la tubería es instalada totalmente, se introduce aire comprimido para inflarla y romper los zunchos. Finalmente, la tubería de polietileno queda totalmente adherida. Los diámetros de instalación varían entre 100 mm y 600 mm y pueden ser instalados hasta 1000 m de longitud. En la Figura 35 se ilustra el detalle de una tubería antes y después del doblado y formado.

Figura 36. Técnica de Calentamiento



Fuente: Pavco

Figura 37. Técnica Mecánica



Fuente: Pavco

9. VIABILIDAD DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO

En la actualidad existen un gran numero de metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, pero el poco conocimiento de las mismas por parte de las empresas de servicios públicos y los contratistas dedicados a esta actividad en nuestro país, hacen pensar que no están a nuestro alcance y que los costos de aplicación de estas nuevas tecnologías son tan altos que al utilizarlas no podríamos ser competitivos en el mercado.

A continuación se muestra una investigación de la viabilidad del uso de las nuevas tecnologías para la renovación y rehabilitación de tuberías en nuestro país, comparándolas con la metodología tradicional con apertura de zanja, se estudiarán los costos directos de aplicación de cada una de ellas, y se realizara un estudio socio-económico y ambiental que justifique la aplicación de las nuevas tecnologías en Colombia

9.1 ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE EXCAVACIÓN CON APERTURA DE ZANJA

Es el método tradicionalmente usado en nuestro país para la rehabilitación y renovación de tuberías, el cual consiste en excavar una zanja que dependiendo de las características del terreno, la profundidad de la excavación, el nivel freático, etc. debe ser estabilizada o no por entibados; después se debe retirar la tubería deteriorada y se instala la nueva recuperando la cimentación de misma en material granular. Luego se hace el relleno con el material proveniente de la excavación el cual es compactado y según el sitio donde se realice el mantenimiento de la red, se deben seguir la disposiciones de las entidades territoriales de planeación, acerca de los acabados que se deben dejar donde se realizo la excavación.

9.1.1 Parámetros del Estudio Económico

El estudio económico está centrado en las redes de acueducto, por lo tanto se tomarán tuberías entre 2 ½" y 10" que son comúnmente las más requeridas en nuestro país. Se tomaron como base los promedios de los precios unitarios obtenidos de los proyectos presentados a FINDETER y algunos presentados a la E.A.A.B para la construcción, rehabilitación y renovación de redes de acueducto, para calcular el valor por metro lineal de tubería instalada se tuvo en cuenta: una excavación típica promedio de 0.6 metros de ancho por 0.8 metros de profundidad, una capa de recebo de 0.40 a 0.45 metros, una reposición de concreto de andenes de 0.1 metros de espesor por 1.2 metros de ancho¹ y una reposición de calzada de 0.1 metros de espesor por 0.2 metros de ancho por metro lineal de tubería, además de una cama de arena de 0.05 metros de espesor.

9.1.2 Ventajas

- Es aplicable a todos los casos de renovación o rehabilitación de tubería.
- Se puede realizar cuando existen cambios significativos en la pendiente o la alineación de la tubería existente.
- Las tecnologías y los materiales para realizar este tipo de trabajos están disponibles en nuestro medio.
- Los contratistas y las empresas de acueducto y alcantarillado del país conocen bien esta metodología.
- Generación rápida de empleo.
- Existencia de programas del gobierno como en el caso del programa Empleo en acción de FINDETER en el cual se buscan vincular desplazados a la construcción, renovación y rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado en nuestro país.

9.1.3 Desventajas

- Impacto urbano negativo por el cierre de vías y andenes, lo que acarrea pérdidas a los negocios del sector afectados por la obra.

- La apertura de zanjas genera costos de construcción demasiado altos, principalmente si se deben estabilizar los taludes por niveles freáticos altos.
- Se necesita una cantidad mayor de materiales para la reposición de la cama de la tubería, la base y subbase de las vías y andenes, etc.
- Genera una gran cantidad de materiales de desecho y altos costos de transporte y disposición de los mismos.
- Los tiempos de ejecución son más prolongados que los empleados utilizando las nuevas metodologías.
- La contaminación auditiva es mucho mayor, ya que se necesita mayor tiempo para la ruptura de andenes y calzada._
- Las licencias de excavación en las ciudades son cada día mas exigentes.
- Los cruces de vías se debe realizar en las noches para no causar traumatismos en el transito y necesitan de permisos especiales en el caso que sean vías principales.
- Se pueden afectar otras redes de servicios públicos como teléfonos, gas etc.
- Los acabados de las vías y los andenes pueden ser antiestéticos, principalmente en sectores coloniales y de conservación de las ciudades en donde tienen infraestructura de mucha edad.

9.1.4 Calculo del Valor por Metro Lineal de Tubería Instalado

Tabla 19. Valor por metro lineal de tubería de PVC ref. RDE 21 de 6”

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Trazado y replanteo	M2	1.00	569	569
Señalización	M2	1.00	686	686
Rotura de concreto	M2	1.20	3767	4520
Excavación manual	M3	0.43	6593	2835
Relleno arena de peña	M3	0.15	20004	3001
Base B-200	M3	0.24	27924	6702
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.18	4898	882
Reparcheo con asfalto	M2	0.20	35196	7039

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Anden E=0.1	M2	1.20	36143	43371
Instalación de tubería	ML	1.00	111236	111236
Retiro de sobrantes	M3	0.62	18473	11453
TOTAL				192.294

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

9.2 ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE ROTURA DE TUBERÍA (PIPE BURSTING)

9.2.1 Parámetros del Estudio Económico

Para realizar el estudio económico del método de rotura estático y dinámico, se tomaron datos suministrados por la empresa Treltec Ingeniería Ltda. De contratos de renovación y rehabilitación de tubería en Bogotá y otras ciudades del país, con base en esta información se hicieron los análisis unitarios y presupuestos para la renovación y rehabilitación de tuberías de diámetros entre 2 ½" y 10". Los valores de los equipos nuevos fueron obtenidos directamente de Vermeer, y estos incluyen el costo del operario. Para calcular el costo de personal se tomo el número de personas que Treltec ingeniería Ltda. usa para la rehabilitación y renovación de 100 metros lineales de tubería.

9.2.2 Ventajas

- Los rendimientos para la renovación de tuberías son mayores.
- Las interferencias en los negocios, peatones y automotores de la zona se minimizan.
- Se reduce el daño a tuberías adyacentes.
- Es más económico que la metodología con apertura de zanja en cuanto a excavaciones, rellenos, reconstrucción de calzada y andenes y retiro de sobrantes.

- Esta metodología al igual que la metodología con apertura de zanja permite incrementar el diámetro de las redes.
- No se altera en gran magnitud los acabados principalmente en lugares históricos o de conservación arquitectónica.

9.2.3 Desventajas

- Cuando existen cambios significativos de alineamientos en la tubería la metodología no sirve.
- El cable de halado no puede pasar cuando las tuberías tienen colapsos en su trayecto, por lo tanto se debe excavar en el punto donde se presenten los mismos.
- Los suelos demasiado duros pueden detener el proceso hasta el punto de hacerlo muy costoso.
- Las vibraciones del equipo neumático pueden afectar las vías, andenes o tuberías aledañas.
- Genera una compactación del terreno, lo que puede afectar vías o tuberías de otros servicios.
- Todas las conexiones laterales deben ser desconectadas antes del proceso de rotura y se deben generar conexiones provisionales mientras se realiza.

9.2.4 Calculo Del Valor por Metro Lineal de Tubería Instalado

Tabla 20 .Valor por metro lineal de la tubería de polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de rotura de tubería

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Trazado y replanteo	M2	0.20	569	114
Señalización	M2	0.20	686	137
Rotura de concreto	M2	0.16	3767	603
Excavación manual	M3	0.11	6593	725
Relleno arena de peña	M3	0.01	20004	200
Base B-200	M3	0.06	27924	1536

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.06	4898	269
Reparqueo con asfalto	M2	0.01	35196	352
Anden E=0.1	M2	0.16	36143	5783
Instalación de tubería	ML	1.00	111236	95753
Retiro de sobrantes	M3	0.06	18473	1016
TOTAL				106488

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

9.2.5 Comparación entre la Metodología Tradicional y la Técnica de Rotura de Tubería

El ahorro en los costos directos de construcción es de un 44,62%, lo que hace mas viable la utilización del pipe bursting. En cuanto a tiempos normalmente una renovación de 100 metros lineales de tubería con la metodología tradicional dura 8 días, mientras que utilizando la tecnología del pipe bursting en 2 días se realiza la renovación de los mismos 100 metros lineales, por lo tanto obtenemos una reducción del 75% en el tiempo de construcción.

También se reduce la mano de obra necesaria para realizar la instalación, porque estamos reduciendo las excavaciones, rellenos y reconstrucciones, siendo estas las actividades que consumen más tiempo y personal.

9.3 ESTUDIO DE LA METODOLOGÍA DE DESLIZAMIENTO DE TUBERÍA (SLIPLINING)

9.3.1 PARÁMETROS DEL ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico se hace en base a los costo de tubería de polietileno y PVC obtenidos de los proveedores de la misma; como la maquinaria utilizada para el desarrollo de esta metodología es la misma que manejamos para el pipe bursting

los costos de la misma fueron sacados de el análisis anterior, mientras que los costos de la retroexcavadora y operario para la técnica de empuje fueron sacados de el valor de alquiler por hora de maquinaria, que manejan las empresas en Bogotá.

9.3.2 VENTAJAS

- Los rendimientos para la rehabilitación de tuberías son mayores, ya que con esta metodología no se necesita cambiar toda la tubería dañada en el momento de la rehabilitación sino que solo se refuerzan los tramos que presenten fallas.
- Las interferencias en los negocios, peatones y automotores de la zona se minimizan.
- Se reduce el daño a tuberías adyacentes.
- Se reducen de una forma significativa los materiales de desecho, el acarreo de los mismos y la acumulación de estos en botaderos.
- Es más económico que la metodología con apertura de zanja en cuanto a excavaciones, rellenos, reconstrucción de calzada y andenes y retiro de sobrantes.
- No necesita equipo muy especializado para realizar la rehabilitación de tuberías y los costos de los mismos son relativamente bajos y sus rendimientos hacen el trabajo más fácil.
- No se altera en gran magnitud los acabados principalmente en lugares históricos o de conservación arquitectónica.
- Al no necesitar un equipo dinámico para la instalación de la nueva tubería no genera daños en calles o andenes, además como la nueva tubería es de menor diámetro que la existente no comprime el suelo circundante de la misma.

9.3.3 DESVENTAJAS

- Cuando existen cambios significativos de alineamientos en la tubería la metodología no sirve.
- El cable de halado no puede pasar cuando las tuberías tienen colapsos en su trayecto.
- Todas las conexiones laterales deben ser desconectadas antes del proceso de rotura y se deben generar conexiones provisionales mientras se realiza.
- No es aconsejable para diámetros pequeños, ya que se reduce en mayor magnitud la capacidad de la tubería.
- Como existe una reducción de diámetro se debe realizar un análisis de capacidad de flujo.

9.3.4 CALCULO DEL VALOR POR METRO LINEAL POR METRO DE TUBERÍA INSTALADO

A continuación se realizó solo el análisis para tubería de polietileno de 160 mm y por la metodología de halado, con el fin de compararlo con los costos de la metodología tradicional para tubería de PVC de 6”.

Tabla 21. Valor por metro lineal de la tubería polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de deslizamiento de tubería por la técnica de halado

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Trazado y replanteo	M2	0.20	569	114
Señalización	M2	0.20	686	137
Rotura de concreto	M2	0.16	3767	603
Excavación manual	M3	0.11	6593	725
Relleno arena de peña	M3	0.01	20004	200
Base B-200	M3	0.06	27924	1536
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.06	4898	269

Reparqueo con asfalto	M2	0.01	35196	352
Anden E=0.1	M2	0.16	36143	5783
Instalación de tubería	ML	1.00	95356	95356
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Retiro de sobrantes	M3	0.06	18473	1016
TOTAL				106091

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

9.3.5 COMPARACIÓN ENTRE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL Y LA TÉCNICA DE DESLIZAMIENTO DE TUBERIA

El ahorro en los costos directos de construcción es de un 44,83%, lo que hace más viable la utilización del slipinning.

En cuanto a tiempos normalmente una renovación de 100 metros lineales de tubería con la metodología tradicional dura 8 días, mientras que utilizando la tecnología del sliplining en 2 días realizamos el mismo proceso, por lo tanto obtenemos una reducción del 75% en el tiempo de construcción.

Esta puede aumentar la duración de la tubería existente en 50 años, ya que la nueva tubería de polietileno esta diseñada para durar este tiempo y dar integridad a la red por este periodo.

9.4 ESTUDIO DE LA METODOLOGIA DE SLIPLINING MODIFICADO, REDUCCIÓN SIMÉTRICA DE DIÁMETRO (SWAGELINING O ROLLDOWN)

9.4.1 Parámetros del Estudio Económico

El estudio económico se hace en base a los costo de tubería de polietileno obtenidos de la empresa PAVCO S.A. los cuales cuentas con este tipo de tuberías en el país; como la maquinaria utilizada para el desarrollo de esta metodología es

la misma que manejamos para el pipe bursting los costos de la misma fueron sacados de el análisis anterior, mientras que los costos de la maquinaria para realizar la reducción de diámetro fueron obtenidos de los proveedores de la misma y de los representantes de estas firmas en Colombia.

9.4.2 Ventajas

- Los rendimientos para la rehabilitación de tuberías son mayores, ya que con esta metodología no se necesita cambiar toda la tubería dañada en el momento de la rehabilitación sino que solo se refuerzan los tramos que presenten fallas.
- Las interferencias en los negocios, peatones y automotores de la zona se minimizan, por la mayor eficiencia de esta metodología y porque al existir zanjas pequeñas de entrada y salida no se obstaculiza el tránsito de clientes hacia los locales comerciales.
- Se reduce el daño a tuberías adyacentes, ya que los daños a tuberías suceden principalmente en el proceso de excavación y en esta metodología las excavaciones son mínimas.
- Se reducen de una forma significativa los materiales de desecho, el acarreo de los mismos y la acumulación de estos en botaderos.
- Es más económico que la metodología con apertura de zanja en cuanto a excavaciones, rellenos, reconstrucción de calzada y andenes y retiro de sobrantes.
- No se altera en gran magnitud los acabados principalmente en lugares históricos o de conservación arquitectónica de nuestras ciudades.
- Al no necesitar un equipo dinámico para la instalación de la nueva tubería no genera daños en calles o andenes.

9.4.3 Desventajas

- Cuando existen cambios significativos de alineamientos en la tubería la metodología no sirve.

- El cable de halado no puede pasar cuando las tuberías tienen colapsos en su trayecto.
- Todas las conexiones laterales deben ser desconectadas antes del proceso de rotura y se deben generar conexiones provisionales mientras se realiza.
- No es aconsejable para diámetros pequeños, ya que se reduce en mayor magnitud la capacidad de la tubería.
- Como existe una reducción de diámetro se debe realizar un análisis de capacidad de flujo

9.4.4 Calculo del Valor por Metro Lineal de Tubería Instalado

A continuación se hará el análisis para tubería de polietileno de 160 mm y de Ref. PN16 utilizando el swagelining y el rolldown.

Tabla 22. Valor por metro lineal de la tubería de polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de swagelining

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Trazado y replanteo	M2	0.20	569	114
Señalización	M2	0.20	686	137
Rotura de concreto	M2	0.16	3767	603
Excavación manual	M3	0.11	6593	725
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Relleno arena de peña	M3	0.01	20004	200
Base B-200	M3	0.06	27924	1536
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.06	4898	269
Reparqueo con asfalto	M2	0.01	35196	352
Anden E=0.1	M2	0.16	36143	5783
Instalación de tubería	ML	1.00	112793	112793
Retiro de sobrantes	M3	0.06	18473	1016
TOTAL				113528

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

Tabla 23. Valor por metro lineal de la tubería de polietileno Ref. PN16 de 160mm utilizando la metodología de rolldown.

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Trazado y replanteo	M2	0.20	569	114
Señalización	M2	0.20	686	137
Rotura de concreto	M2	0.16	3767	603
Excavación manual	M3	0.11	6593	725
Relleno arena de peña	M3	0.01	20004	200
Base B-200	M3	0.06	27924	1536
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.06	4898	269
Reparqueo con asfalto	M2	0.01	35196	352
Anden E=0.1	M2	0.16	36143	5783
Instalación de tubería	ML	1.00	101589	101589
Retiro de sobrantes	M3	0.06	18473	1016
TOTAL				112324

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

9.4.5 COMPARACIÓN ENTRE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL Y LA TÉCNICA DE DESLIZAMIENTO MODIFICADO SWAGELINING Y ROLLDOWN

El ahorro en los costos directos de construcción es de un 41.59% comparando la metodología tradicional con el rolldown y de un 40.96% con respecto al swagelining, lo que hace mas viable la utilización de las nuevas metodologías.

En cuanto a tiempos normalmente una renovación de 100 metros lineales de tubería con la metodología tradicional dura 8 días, mientras que utilizando la tecnología del swagelining o rolldown en 2 días se realiza la renovación de los mismos 100 metros lineales, por lo tanto obtenemos una reducción del 75% en el tiempo de construcción.

Al no necesitar lodos bentoníticos para dar la integridad estructural a la red se minimiza la contaminación de aguas en la zona, problema que el slipinning tradicional tiene.

9.5 ESTUDIO DE LA METODOLOGIA DE SLIPLINING MODIFICADO – DOBLADO Y FORMADO

9.5.1 Parámetros del Estudio Económico

El estudio económico se hace en base a los costos de tubería de polietileno obtenidos de la empresa PAVCO S.A. los cuales cuentan con este tipo de tuberías en el país y los costos de estas tuberías de PVC fueron obtenidos de proveedores internacionales de la misma; como la maquinaria utilizada para el desarrollo de esta metodología es la misma que manejamos para el pipe bursting los costos de la misma fueron sacados de el análisis anterior, mientras que los costos de la maquinaria para realizar el Ultraliner y el Subliner fueron obtenidos los proveedores de la misma y de los representantes de estas firmas en Colombia. Debemos tener en cuenta que esta metodología no es usada con frecuencia para redes de acueducto, ya que las rehabilitaciones de estas tuberías no siempre garantizan la presión de trabajo que necesitamos para la red, pero en algunos casos se puede realizar con éxito; por lo tanto también analizaremos el estudio económico de esta metodología.

9.5.2 Ventajas

- Los rendimientos para la rehabilitación de tuberías son mayores, ya que con esta metodología no se necesita cambiar toda la tubería dañada en el momento de la rehabilitación sino que solo se refuerzan los tramos que presenten fallas.
- Las interferencias en los negocios, peatones y automotores de la zona se minimizan, por la mayor eficiencia de esta metodología y porque al existir

zanjas pequeñas de entrada y salida no se obstaculiza el tránsito de clientes hacia los locales comerciales, el tránsito vehicular pasa normalmente y los residentes de la zona no ven selladas las entradas a sus garajes u hogares.

- Se reduce el daño a tuberías adyacentes, ya que los daños a tuberías suceden principalmente en el proceso de excavación y en esta metodología las excavaciones son mínimas.
- Se reducen de una forma significativa los materiales de desecho, el acarreo de los mismos y la acumulación de estos en botaderos.
- Es más económico que la metodología con apertura de zanja en cuanto a excavaciones, rellenos, reconstrucción de calzada y andenes y retiro de sobrantes.
- No se altera en gran magnitud los acabados principalmente en lugares históricos o de conservación arquitectónica de nuestras ciudades.
- Al no necesitar un equipo dinámico para la instalación de la nueva tubería no genera daños en calles o andenes, además como la nueva tubería es de menor diámetro que la existente no comprime el suelo circundante de la misma.
- La sección de la tubería es reducida mucho menos que con el método de deslizamiento tradicional, minimizando las complicaciones que se podrían generar en el análisis de capacidad de flujo.
- No requiere la aplicación de lodos bentoníticos para rellenar la sección entre la tubería nueva y la antigua.

9.5.3 Desventajas

- Cuando existen cambios significativos de alineamientos en la tubería la metodología no sirve.
- El cable de halado no puede pasar cuando las tuberías tienen colapsos en su trayecto, por lo tanto se debe excavar en el punto donde se presenten los mismos.

- Todas las conexiones laterales deben ser desconectadas antes del proceso de rotura y se deben generar conexiones provisionales mientras se realiza.
- No es aconsejable para diámetros pequeños, ya que se reduce en mayor magnitud la capacidad de la tubería.
- Como existe una reducción de diámetro se debe realizar un análisis de capacidad de flujo.
- La maquinaria en esta metodología es muy especializada y necesita operarios hábiles que logre mantener una tensión de halado y temperaturas ideales en las maquinas para que el proceso de instalación se realice satisfactoriamente.
- Las características de soporte de las tuberías existentes deben ser adecuadas, ya que la nueva tubería tiene paredes muy delgadas y no esta diseñada para soportar grandes presiones.

9.5.4 Calculo del Valor por Metro Lineal de Tubería Instalado

Se hará el estudio para la metodología Ultraliner tomando solamente tubería de PVC de 6" de diámetro para poderlo comparar con la metodología tradicional.

Tabla 24. Valor por metro lineal de la tubería de PVC de 6" utilizando la metodología de Ultraliner.

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Trazado y replanteo	M2	0.20	569	114
Señalización	M2	0.20	686	137
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNIT	V.TOTAL
Rotura de concreto	M2	0.16	3767	603
Excavación manual	M3	0.11	6593	725
Relleno arena de peña	M3	0.01	20004	200
Base B-200	M3	0.06	27924	1536
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.06	4898	269

Reparqueo con asfalto	M2	0.01	35196	352
Anden E=0.1	M2	0.16	36143	5783
Instalación de tubería	ML	1.00	126341	101589
Retiro de sobrantes	M3	0.06	18473	1016
TOTAL				137076

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

9.5.5 Comparación entre la Metodología Tradicional y la Técnica de Deslizamiento Modificado, Doblado y Formado

El ahorro en los costos directos de construcción es de un 28.72%, lo que hace mas viable la utilización del Ultraliner.

En cuanto a tiempos normalmente una renovación de 100 metros lineales de tubería con la metodología tradicional dura 8 días, mientras que utilizando la tecnología del slipinning en 2 días se realiza la renovación de los mismos 100 metros lineales, por lo tanto obtenemos una reducción del 75% en el tiempo de construcción.

Esta metodología de recubrimiento es usada principalmente en redes de alcantarillado que no trabaja a presión por lo tanto su uso esta restringido a las presiones que maneje la red.

En países como Estados Unidos y México se han hecho grandes obras de rehabilitación de redes de alcantarillado utilizando esta metodología, por la rapidez en su realización, la reducción de costos que estas metodologías generan y la calidad con la que probaron en las nuevas redes.

9.6 ESTUDIO SOCIO – ECONOMICO Y AMBIENTAL DE LAS NUEVAS TÉCNICAS PARA LA RENOVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS.

9.6.1 Estudio Socio-Económico

El comercio se ve muy afectado al cerrar los andenes, ya que se impide el tránsito normal de los clientes a sus locales y las ventas de los mismos tienden a bajarse. Las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías al ser más eficientes, permiten que las tuberías sean cambiadas en un menor tiempo haciendo que este inconveniente se minimice.

Otra de las ventajas de las nuevas metodologías, es que no se debe abrir zanja a lo largo de toda la calle, sino que se hacen 2 pequeñas zanjas de entrada y salida de la tubería, lo cual no impide el paso normal de peatones hacia los locales comerciales y reduce sustancialmente las pérdidas que puedan presentar estos establecimientos, hasta considerar que usando las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías estas pérdidas pueden llegar a ser nulas.

Otra parte de gran trascendencia en este estudio es el cambio en las actividades productivas de la población, ya que con el uso de la metodología tradicional para la renovación y rehabilitación de tuberías se emplea un gran número de mano de obra no calificada, porque para la realización de esta metodología en algunas de sus actividades pueden trabajar casi cualquier tipo de personas; mientras que para las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tubería se necesita personal más hábil y capaz de manejar la maquinaria y los equipos necesarios para realizar la instalación de la nueva red. Por lo tanto gran parte de la mano de obra que antes necesitábamos para renovar las tuberías va a ser cambiada por menos hombres, pero con mayor conocimiento en el manejo de la maquinaria y los equipos necesarios para renovar y rehabilitar las tuberías con las nuevas metodologías.

Las obras de renovación y rehabilitación de tuberías han cambiado las dinámicas de transporte de la población, ya que necesitan cambiar de aceras cuando estas están bloqueadas o cambiar las rutas de transporte vehicular por las congestiones que se presentan en los tramos donde se deben cerrar las calles.

Este inconveniente se va a minimizar al aplicar las nuevas metodologías de renovación y rehabilitación de tuberías, ya que los cierres de calles tomaran un menor tiempo y los andenes van a estar habilitados para el buen transito de los peatones por los mismos.

Los residentes de los sectores en donde se realicen obras de rehabilitación y renovación de tuberías, también verán beneficios con la utilización de las nuevas metodologías, porque los inconvenientes que se presentaban por la obstaculización de las entradas a sus casas se va a reducir.

9.6.2 Estudio Ambiental

- **Identificación de los Impactos Ambientales**

Para hacer un análisis de impacto ambiental completo de las metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías en redes de acueducto, es necesario hacer un inventario de las actividades que son involucradas en este proceso y analizar en que magnitud están afectando; el agua, el suelo, el aire y el paisaje. Para al comparar como los actividades de los procesos constructivos están afectando los factores del medio ambiente y en que grado vamos a reducir el impacto de estos factores utilizando las nuevas metodologías de renovación y rehabilitación de tuberías.

- **ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SU MITIGACIÓN**

Cada una de las actividades involucradas en la instalación de la tubería se están reduciendo al utilizar las nuevas metodologías de rehabilitación y renovación, por

lo tanto de la misma forma como se reducen las cantidades de estas actividades se esta reduciendo su impacto ambiental, lo cual lo podemos ver en la siguiente tabla:

Tabla 25. Porcentaje de mitigación de impacto ambiental para cada una de las actividades

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANT.	CANT.	%MITIGACIÓN
Trazado y replanteo	M2	1.00	0.20	80%
Señalización	M2	1.00	0.20	80%
Rotura de concreto	M2	1.20	0.16	87%
Excavación manual	M3	0.43	0.11	74%
Relleno arena de peña	M3	0.15	0.01	93%
Base B-200	M3	0.24	0.06	77%
Relleno Prov. De Exc.	M3	0.18	0.06	69%
Reparqueo con asfalto	M2	0.20	0.01	95%
Anden E=0.1	M2	0.16	0.16	87%
Retiro de sobrantes	M3	0.62	0.06	91%

Fuente: Viabilidad de las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías, Mackenzie AF

Podemos ver que el porcentaje de mitigación de cada impacto va entre el 69 y el 95%, lo que es un porcentaje alto que nos ayuda a recomendar las nuevas metodologías por la reducción de daño ambiental que estas fomentan.

.La instalación de la tubería es la única actividad que presenta diferencias en los factores del medio ambiente que afecta, ya que la metodología tradicional con apertura de zanja no usa ni maquinaria ni equipos especializados, mientras que las nuevas tecnologías al usar maquinaria y equipos que necesitan para su funcionamiento combustible generan otro tipo de afectaciones al medio ambiente. Por ello se explicaran cada una de ellas por separado y se vera que contaminantes se aumentan y cuales disminuyen.

La metodología tradicional con apertura de zanja genera una mayor contaminación en los suelos, ya que las tuberías antiguas deben ser retiradas y llevadas a botaderos donde contaminan los suelos donde finalmente van a quedar las mismas, además estos materiales no son reciclables.

Las nuevas metodologías para la renovación y rehabilitación de tuberías contaminan en una mayor magnitud las aguas, ya que para hacer la rehabilitación de las redes se deben limpiar las viejas tuberías con químicos especiales que contaminan el agua, además en algunos casos es necesario usar lodos bentoníticos para dar estabilidad estructural a la nueva tubería, los cuales al no ser manejados correctamente pueden contaminar las aguas y taponar las redes de alcantarillado de las ciudades.

10. CONCLUSIONES

- El programa de conexiones erradas, es el más importante de la subdirección de Operación de redes y Ptar, pues gracias a este, se logra hacer un gran saneamiento a las fuentes de agua de Bucaramanga y su área metropolitana.
- Las conexiones erradas causadas por reformas podrían evitarse, si la comunidad estuviera mejor informada y los maestros mejor capacitados. Las malas conexiones en las redes intradomiciliarias en viviendas nuevas, aunque son pocas, se podrían evitar si estas son bien revisadas antes que la coordinación de proyectos externos reciba las obras.
- Con la labor desarrollada en el proyecto de *Diagnostico, Identificación y Solución a las Conexiones Erradas del Sistema de Alcantarillado Separado de los municipios de Bucaramanga, Girón y Floridablanca* , se hizo una gran aporte a la institución y a nuestra comunidad, ya que sobre este programa pesa la responsabilidad de recuperar la calidad del agua de nuestras corrientes hídricas.
- Durante la etapa de investigación se logró crear conciencia en la población sobre la importante labor adelantada por la CDMB, y que tiene como objetivo primordial solucionar el problema contaminación que actualmente sufren nuestras quebradas.
- La educación de la comunidad es fundamental para lograr un mejor resultado en la realización del proyecto, porque aparte de que las personas entiendan el porque se hace, también ayuda a minimizar los errores en un futuro.

- El seguimiento realizado en la Urbanización El Gallineral, satisfactorio, ya que de 45 viviendas con conexión errada (29%), en 160 viviendas, solo quedaron pendientes 8 viviendas por realizar la reparación (5%).
- El 90 % de las conexiones erradas se presentan por la conexión indebida del sistema de aguas negras al de aguas lluvias.

- Es viable utilizar la técnica de rotura de tubería *PIPE BURSTING* para la renovación de redes de acueducto, ya que realizando una comparación de los costos de aplicación de esta tecnología con los costos de la metodología tradicional, se puede observar que permite un ahorro entre el 68 y el 28%, para diámetros inferiores a 8" y un ahorro un poco menor para diámetros superiores.
- En las actividades de rotura de concreto, excavaciones, rellenos, reconstrucción de calles y andenes y retiro de sobrantes encontramos un ahorro del 84% en los costos de mano de obra, lo cual también implica un ahorro en el personal que los contratistas deben emplear en las obras de rehabilitación de tuberías.
- El impacto ambiental de las actividades de la instalación de tubería se están reduciendo entre un 90 y un 60%, lo que hace a las nuevas tecnologías más económicas y más limpias.
- El costo de la maquinaria para realizar el *PIPE BURSTING* no es demasiado alto y su operación es sencilla y segura, además cuenta con representantes nacionales y contratistas que ya la están usando, por lo tanto las empresas de acueducto y alcantarillado del país deberían exigir para todas las renovaciones de tuberías el uso de esta metodología.
- Las nuevas metodologías por tener solamente 2 pequeñas zanjas de entrada y salida de la tubería, las cuales no impiden el paso normal de peatones hacia los locales comerciales. Permiten que el comercio y los compradores no se vean afectados por el cambio o el mantenimiento de las redes de acueducto en nuestras ciudades.

- La metodología para la rehabilitación de tuberías *SLIPLINING* en todas sus versiones, es mas económica que la metodología tradicional con apertura de zanja pero su aplicación en el país no es muy viable, ya que al ser un mantenimiento preventivo y correctivo de las redes para mejorar sus propiedades hidráulicas y aumentar su vida útil, no debemos esperar que las tuberías fallen para ser cambiadas sino que paulatinamente se va reforzando y mejorando la misma hasta el momento de cambiarla.
- Una de la dificultades del *SWAGELINING*, *ROLLDOWN*, *ULTRALINER* y *SUBLIMER* son los costos tan altos del equipo, ya que en algunos caso llegan a los 500.000 US\$ costo que muchos empresas no podrían pagar sin las suficientes garantías de productividad del mismo, es decir algunos contratistas no querrán pagar un equipo tan costoso si no están seguros que les garantizaran que recuperaran su dinero usando en nuestro país.
- Algunas de las tuberías con las que se realizan algunas metodologías del *SLIPLINING* modificado actualmente no son producidas por empresas nacionales, por lo tanto el costo de traerlas es demasiado alto.

BIBLIOGRAFÍA

- CORPORACIÓN AUTÓNOMA PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Normas técnicas para diseño de alcantarillados. Bucaramanga: CDMB, 1997.
- CDMB .Plan Integral de Saneamiento Ambiental. CDMB ,1981.
- Archivos Proyectos Externos CDMB
- Decreto 229 de 2002 de la Presidencia de la República. Por el cual se modifica parcialmente el decreto 302 del 25 de Febrero de 2000, en materia de prestación de los Servicios Públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
- LONDOÑO MARTÍNEZ, Jaime. Plan Integral de Saneamiento, Actualización. Consorcio Ángel & Rodríguez Ingenieros Ltda.
- EAAB-ESP. Norma Técnica de Servicio NS-058: Aspectos Técnicos para Inspección y Mantenimiento de Redes y Estructuras de Alcantarillado, 2002
- GARCÍA R, Camilo. Factibilidad Económica de la Renovación de Sistemas de Alcantarillado. Proyecto de Grado, Universidad de Los Andes. 2004.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA, Ministerio de Desarrollo Económico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS-2000.
- US EPA Office of Research and Development, EPA Handbook: Sewer System Infrastructure Analysis and Rehabilitation, 1991

- SRM: Sewage Rehabilitation Manual, Volume II Sección 2 y 3
- US Army Corps of Engineers, Guidelines for Pipe Bursting, TTC Technical Report #2001.02, 2001

PÁGINAS DE INTERNET

<http://trenchless-technology.org/canguide.html>

<http://www.cdmb.gov.co>

<http://www.ci.berkeley.ca.us/pw/sewers/sewinfo.html>


<http://www.sewercenter.co.uk/>

<http://www.tttechnologies.com/>

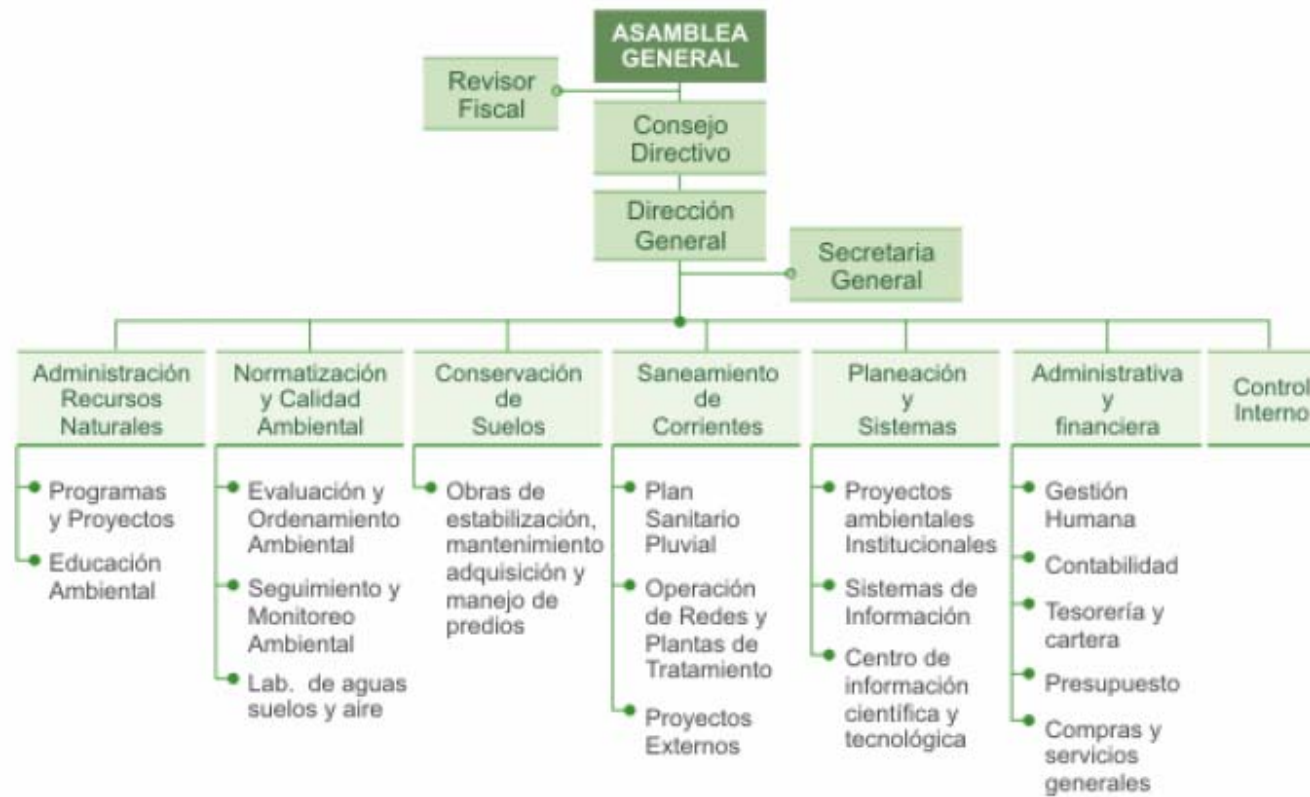
<http://www.epa.gov>

ANEXOS

Anexo A. Formato de Hoja de Vida de las Viviendas

SUBDIRECCIÓN SANEAMIENTO DE CORRIENTES CONEXIONES ERRADAS											
Nombre: _____	Barrio: _____										
Dirección: _____	Teléfono: _____										
Fecha: _____											
<table border="1"><tr><td>AR</td><td>IN</td><td>VV</td><td>CE</td><td>SCE</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>		AR	IN	VV	CE	SCE					
AR	IN	VV	CE	SCE							
Diagnóstico: _____ _____ _____											
Recomendaciones Técnicas: _____ _____ _____											
Fecha Arreglo CE: _____	Fecha notificación 30 días: _____ Fecha notificación 5 días: _____										
_____ Ingeniero (Pract.)	_____ Inspector										
<p>AR: Ausencia de Residente VV: Vivienda Vacía IN: Inspección Negada CE: Conexiones Erradas SCE: Sin Conexión Errada</p>											

Anexo B. Organigrama de la CDMB



Fuente: www.cdm.gov.co/