

**PRACTICA EMPRESARIAL
ACTUALIZACION DE LA INFORMACION DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y COMBINADO DE LA ZONA
NORTE DE BUCARAMANGA QUE SERVIRA DE BASE PARA EL CATASTRO
DIGITAL DE REDES**

SANDRA LILIANA CARVAJAL GARCIA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2007**

**PRACTICA EMPRESARIAL
ACTUALIZACION DE LA INFORMACION DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y COMBINADO DE LA ZONA
NORTE DE BUCARAMANGA QUE SERVIRA DE BASE PARA EL CATASTRO
DIGITAL DE REDES**

SANDRA LILIANA CARVAJAL GARCIA

**Informe de la práctica para optar al título de
Ingeniero Civil**

Director

**JORGE ALBERTO GUZMAN JAIMES
Ingeniero Civil**

Tutor CDMB

**HECTOR AMADO HERNANDEZ
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2007

*A Dios,
por su amor infinito, por su presencia,
por cuidarme en cada paso que voy dando,*

*A mi madre,
por su dulzura, por estar en su oración,
por querer siempre darme lo mejor,*

*A mi padre,
por su apoyo, por sus consejos,*

*A mis hermanas, Claudia y Olga,
por estar presentes en mi vida,
por sus palabras de ánimo,
por su cariño,*

*A mis amigos,
a los que aprecio por ser quienes son.*

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Héctor Amado por su colaboración y apoyo durante el desarrollo de la práctica.

Al Ingeniero Jorge Alberto Guzmán por sus aportes en el cumplimiento de los objetivos.

Al grupo de Plan Maestro de Alcantarillado por proporcionarme los medios necesarios para el desarrollo del trabajo realizado.

A la CDMB por permitirme realizar esta práctica empresarial y formar parte de su equipo de trabajo.

A todas aquellas personas que me permitieron crecer durante este proceso de aprendizaje

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
1. PRACTICA EMPRESARIAL	17
1.1 ENTIDAD DONDE SE DESARROLLA	17
1.2. ACTIVIDADES REALIZADAS	18
2. MARCO TEORICO	19
2.1. QUÉ ES UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)?	21
2.2 COMPONENTES DEL SIG	21
2.3. BENEFICIOS DE UN SIG	23
3. PROCESO PARA ACTUALIZAR LA INFORMACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LA ZONA NORTE DE BUCARAMANGA	25
3.1. OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN	25
3.1.1 Barrio Altos del Kennedy.	27
3.1.2 Barrio Kennedy.	27
3.1.3 Barrio Maria Paz.	28
3.1.4 barrio Claveriano.	29
3.1.5. Barrio Hamacas I.	29
3.1.6. Barrio Hamacas II	29
3.1.7. Barrio Balcones del Kennedy	30
3.1.8. Barrio Villa Helena.	30
3.1.9. Barrio Villa Rosa	31
3.1.10. Barrio Tejar I.	31
3.1.11. Barrio Tejar Norte II	32
3.1.12. Barrio Omega	33

3.2. CAPTURA DE DATOS	33
3.3. GENERAR UN PLANO EN DWG ATRAVES DEL SIIDAR	34
3.4. CARGUE DE LA INFORMACIÓN AL SERVIDOR MAPSERVER	35
3.4.1. GENERAR UN ARCHIVO TIPO GENERATE	35
3.4.2. GENERAR UN ARCHIVO SHAPE	37
3.4.3. ASIGNAR LOS TAG	40
3.5. CARGUE DE LA INFORMACIÓN A LAS PLATAFORMAS DE INTERNET E INTRANET	41
3.5.1 Lenguaje PHP	41
3.5.2. Lenguaje HTML	42
4. CALCULO DE CAUDALES DE LOS BARRIOS ALTOS DEL KENNEDY, CLAVERIANO, HAMACAS I, HAMACAS II Y OMAGA	44
5. COMPARACIONES ENTRE LOS BARRIOS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS	45
5.1. BARRIO ALTOS DEL KENNEDY	45
5.2. BARRIO CLAVERIANO	54
5.3. BARRIO HAMACAS I	59
5.4. BARRIO HAMACAS II	64
5.5. BARRIO OMAGA	69
CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 - Localización Zona Norte de Bucaramanga	26
Fig. 2 - Página de AutoCAD con barra de herramientas flotante del SIIDAR	35
Fig. 3 - Barra de herramientas para crear un Generate	37
Fig. 4 - Ventana de acceso al programa Arcview	37
Fig. 5 - Ventana Arcview para crear extensiones	38
Fig. 6 - Ventana icono "View –Add Theme" pozos	39
Fig. 7 - Ventana "Save Points as Point feature shapefile" pozos	39
Fig. 8 - Ventana "View – Add Theme" tramos	40
Fig. 9 - Ventana "Save Points as Point feature shapefile" tramos	40
Fig. 10 - Zona norte con la información cargada al SIG	43
Fig. 11 - Comparación diámetros Altos Kennedy Sanitario	46
Fig. 12 - Comparación pendientes Altos Kennedy Sanitario	46
Fig. 13 - Comparación Q/Qo Altos Kennedy Sanitario	47
Fig. 14 - Comparación Vo Altos Kennedy Sanitario	47
Fig. 15 - Comparación V Altos Kennedy Sanitario	48
Fig. 16 - Comparación Ft Altos Kennedy Sanitario	48
Fig. 17 - Comparación F Altos Kennedy Sanitario	49
Fig. 18 - Comparación Q Altos Kennedy Sanitario	49
Fig. 19 - Comparación Diametros Altos Kennedy Pluvial	50
Fig. 20 - Comparación Pendientes Altos Kennedy Pluvial	51
Fig. 21 - Comparación Q/Qo Altos Kennedy Pluvial	51
Fig. 22 - Comparación Vo Altos Kennedy Pluvial	52
Fig. 23 Comparación V Altos Kennedy Pluvial	52
Fig. 24 - Comparación Ft Altos Kennedy Pluvial	53
Fig. 25 - Comparación F Altos Kennedy Pluvial	53
Fig. 26 Comparación Q Altos Kennedy Pluvial	54

Fig. 27 - Comparación Diámetros Claveriano	55
Fig. 28 - Comparación Pendientes Claveriano	56
Fig. 29 - Comparación Q/Qo Claveriano	56
Fig. 30 - Comparación Vo Claveriano	57
Fig. 31 - Comparación V Claveriano	57
Fig. 32 - Comparación Ft Claveriano	58
Fig. 33 - Comparación F Claveriano	58
Fig. 34 Comparación Q Claveriano	59
Fig. 35 - Comparación Dlíametros Hamacas I	60
Fig. 36 - Comparación Pendientes Hamacas I	60
Fig. 37 - Comparación Q/Qo Hamacas I	61
Fig. 38 - Comparación Vo Hamacas I	61
Fig. 39 - Comparación V Hamacas I	62
Fig. 40 - Comparación Ft Hamacas I	62
Fig. 41 - Comparación F Hamacas I	63
Fig. 42 - Comparación Q Hamacas I	63
Fig. 43 - Comparación Diámetros Hamacas II	65
Fig. 44 - Comparación Pendientes Hamacas II	65
Fig. 45 - Comparación Q/Qo Hamacas II	66
Fig. 46 - Comparación Vo Hamacas II	66
Fig. 47 - Comparación V Hamacas II	67
Fig. 48 - Comparación Ft Hamacas II	67
Fig. 49 - Comparación F Hamacas II	68
Fig. 50 - Comparación Q Hamacas II	68
Fig. 51 - Comparación Diámetros Omagá	69
Fig. 52 - Comparación Pendientes Omagá	70
Fig. 53 - Comparación Q/Qo Omagá	70
Fig. 54 - Comparación Vo Omagá	71
Fig. 55 - Comparación V Omagá	71
Fig. 56 - Comparación Ft Omagá	72

Fig. 57 - Comparación F Omagá

72

Fig. 58 - Comparación Q Omagá

73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. BASE DE DATOS EXCEL	76
ANEXO B. MANUAL DE USUARIO. SISTEMA DE CAPTURA DE DATOS CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO	77
ANEXO C. MANUAL WALKAN	78
ANEXO D. TABLAS DE CALCULOS DE CAUDALES	79

RESUMEN

TITULO:

ACTUALIZACION DE LA INFORMACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y COMBINADO DE LA ZONA NORTE DE BUCARAMANGA QUE SERVIRA DE BASE PARA EL CATASTRO DIGITAL DE REDES*

AUTOR:

Sandra Liliana Carvajal García**

PALABRAS CLAVES:

Actualización, catastro, alcantarillado, Sistemas de Información Geográfica, CDMB, variación, parámetros hidráulicos.

DESCRIPCION:

En la actualidad La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), realiza procesos de actualización de la información de los diferentes proyectos de alcantarillado que se han construido en Bucaramanga. Esto surge debido a la ausencia de información digitalizada y registrada en el Catastro de Redes que hace parte del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para cumplir con este propósito, se escogieron doce barrios de la zona norte y se efectuaron varias etapas, las principales fueron: recopilar la información de diferentes fuentes, capturar los datos y llevarlos a la base de datos y finalmente subir la información a las plataformas de Internet e intranet de la CDMB. El SIG permite el manejo de toda la información tanto gráfica como alfanumérica, facilitando los procedimientos existentes para su obtención de forma rápida y confiable, agilizando la ejecución de proyectos futuros. El éxito de un SIG depende principalmente de la calidad y continua actualización de su información por eso la información extraída de las diferentes fuentes de los barrios, atravesó por un proceso de análisis y depuración.

Además este trabajo presenta un estudio comparativo de los diferentes parámetros hidráulicos de los proyectos de alcantarillado diseñados con los construidos. Para esto se escogieron cinco de los doce barrios actualizados y se realizaron los respectivos cálculos hidráulicos. Esto con el propósito de observar las variaciones de dichos parámetros a través de graficas comparativas y porcentajes de diferencia y poder determinar que tanto varia un alcantarillado diseñado cuando se lleva a la realidad.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director: Jorge Alberto Guzmán Jaimes

ABSTRACT

TITLE:

UPGRADE OF THE INFORMATION OF THE SYSTEM OF SANITARY, PLUVIAL SEWER SYSTEM AND COCKTAIL OF THE NORTH AREA DE BUCARAMANGA THAT WILL SERVE OF IT BASES FOR THE DIGITAL CADASTER OF NETS*

AUTHOR:

Sandra Liliana Carvajal García**

KEY WORDS:

Upgrade, cadaster, sewer system, Systems of Geographical Information, CDMB, variation, hydraulic parameters.

DESCRIPTION:

At the present time The Regional Autonomous Corporation for the Defense of the Plateau of Bucaramanga (CDMB), carries out processes of upgrade of the information of the different sewer system projects that have been built in Bucaramanga. This arises due to the absence of digitized information and registered in the Cadaster of Nets that makes part of the System of Geographical Information (SIG).

To fulfill this purpose, twelve neighborhoods of the north area were chosen and several stages were made, the main ones were: to gather the information of different sources, to capture the data and to take them to the database and finally to go up the information to the platforms of Internet and intranet of the CDMB. The SIG allows the handling of all the information so much graph as alphanumeric, facilitating the existent procedures for its obtaining in a quick and reliable way, speeding up the execution of future projects. The success of a SIG depends mainly for that reason on the quality and continuous upgrade of its information the extracted information of the different sources of the neighborhoods, it crossed for an analysis process and purification.

This work also presents a comparative study of the different hydraulic parameters of the sewer system projects designed with the built ones. For this five of the twelve up-to-date neighborhoods were chosen and they were carried out the respective hydraulic calculations. This with the purpose of observing the variations of this parameters through graphic comparative and percentages of difference and to be able to determine that so much varies a designed sewer system when wing reality is taken.

* Grade work

** Ability of Engineerings Physique - Mechanical, School of Civil Engineering, Director: Jorge Alberto Guzmán Jaimes

INTRODUCCION

La CDMB es un ente corporativo de carácter público, descentralizada, con patrimonio propio y personería jurídica, encargada por la Ley, de administrar dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible. Su organización esta basada en varias Subdirecciones, una de ellas es la Subdirección de Saneamiento de Corrientes, que es la encargada de administrar el servicio de alcantarillado de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Lebrija. Dentro de esta Subdirección se encuentra el Plan Maestro de alcantarillado que actualmente tiene a cargo el proceso de actualización del Catastro de Redes. Esta labor nació debido a la necesidad de tener un registro actualizado de las redes de alcantarillado de las diferentes zonas de Bucaramanga ya que actualmente no existen planos globales detallados que faciliten y agilicen la ejecución de proyectos y por ende la calidad en las obras.

Para desarrollar este proceso de actualización se realizan una serie de actividades que inician desde la recopilación de la información hasta el cargue de esta al Sistema de Información Geográfica (SIG) de la CDMB. El SIG permite el manejo de toda la información tanto gráfica como alfanumérica, facilitando los procedimientos existentes para su obtención de forma rápida y confiable, además es importante porque permite crear un intercambio de información sobre cartografía de base y redes de servicios con organismos oficiales, y otras empresas de distribución de servicios.

En el presente libro se busca inicialmente, mostrar el proceso de actualización del Catastro de Redes de la zona norte de Bucaramanga con la respectiva información recopilada, anexando también el Manual del usuario del “Sistema de Captura de Datos de Catastro de Redes de Alcantarillado”. Y finalizando los

capítulos se pretende comparar el alcantarillado de algunos barrios construidos con sus respectivas memorias de diseño, con el fin de saber el grado de incidencia al cambiar los parámetros de diseño en un alcantarillado hallando los porcentajes de variación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Actualizar la información del alcantarillado sanitario, pluvial y combinado de la zona norte de Bucaramanga con el fin de alimentar la Base de Datos del Catastro Digital de Redes dentro del Sistema de Información Geográfica que posee la CDMB.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Consultar, interpretar y organizar archivos análogos del sistema de alcantarillado de la zona norte de Bucaramanga.
- Cuantificar las redes de alcantarillado de la zona norte de Bucaramanga almacenándolas en hojas de cálculo EXCEL que arroje características de la tubería como tipo, longitud, diámetro, pendiente e información de los pozos.
- Utilizar el programa "Sistema de Captura de Datos Catastro de Redes de alcantarillado" para cargar la información a la base de datos Oracle.
- Cargar la información a las plataformas de Internet e intranet de la CDMB.
- Calcular los caudales y demás parámetros hidráulicos de los alcantarillados construidos de los barrios: Altos del Kennedy, Claveriano, Hamacas I, Hamacas II y Omagá de la zona norte de Bucaramanga y comparar los resultados obtenidos con los cálculos de las memorias de diseño.

1. PRACTICA EMPRESARIAL

El Convenio de Cooperación entre la CDMB y la Universidad Industrial de Santander tiene como objetivo principal unificar esfuerzos tendientes a establecer una relación que facilite a las dos entidades el desarrollo de sus programas educativos y sociales a través de la vinculación de estudiantes de Ingeniería Civil.

Mediante esta práctica Empresarial se busca involucrar al estudiante con la realidad nacional y motivarlo para que desde su conocimiento plantee y ejecute acciones que contribuyan al mejoramiento de su entorno.

1.1 ENTIDAD DONDE SE DESARROLLA

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) tiene como misión, 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.

Dentro de su estructura organizacional se encuentran varias subdirecciones una de ellas es La Subdirección de Saneamiento de Corrientes, en la cual se realizó la practica empresarial, y cuya función es la de manejar el servicio de alcantarillado de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón a su vez el de recuperar los cauces que por efectos de la contaminación de residuos residenciales, comerciales e industriales, representan conflictos ambientales para la población residente en el área de su jurisdicción.

1.2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Durante la práctica empresarial se realizaron las siguientes actividades:

- Consulta, análisis y captura de la información de las redes de alcantarillado que administra la CDMB en la zona Norte de Bucaramanga.

- Cargue de la información capturada a la Base de Datos del Catastro Digital de Redes dentro del Sistema de Información Geográfica que posee la entidad.

- Visitas de campo en algunos de los barrios que hicieron parte del proceso de actualización.

- Soporte en las diferentes actividades propias de Ingeniería Civil que se desarrollan dentro de la Coordinación del Plan Maestro de Alcantarillado, adscrita a la Subdirección de Saneamiento de Corrientes de la CDMB, actividades tales como: calculo de cantidades de obra, elaboración de planos.

2. MARCO TEORICO

La evolución de las tecnologías de la información ha producido un fuerte impacto en la Cartografía durante los últimos 25 años. Los nuevos conceptos y herramientas informáticas permiten llevar a cabo, de una manera más eficiente, variadas tareas relacionadas con la modelización, análisis y representación de múltiples y complejos fenómenos geográficos. No obstante, aún persisten algunos problemas y deficiencias que habrán de ser mejorados en el futuro.

Durante los años 80, el desarrollo de la informática tuvo una gran incidencia en la Cartografía con la aparición de distintos programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD), "Desk Top Publishing" o cartografía de sobremesa (DTP) y Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS), lo que permitió a los nuevos cartógrafos diseñar una gran variedad de líneas de producción. Era posible producir, en un tiempo muy corto, un gran número de planos, mapas y atlas en relación con las técnicas cartográficas tradicionales.

Los programas de CAD han sido utilizados por los Ingenieros en Topografía de forma intensiva en la elaboración de planos a gran escala dentro de proyectos de ingeniería, catastro, urbanismo y planificación territorial por citar algunos ejemplos. Por otra parte, los programas de DTP han estado más relacionados con la publicación de atlas y, en general, mapas temáticos a pequeña escala. Los conceptos y herramientas de Modelos Digitales del Terreno (MDTs) están especialmente indicados para la modelización, análisis y visualización de fenómenos geográficos continuos. Entre los resultados cartográficos posibles de obtener con estas herramientas cabe mencionarse los mapas de pendientes, mapas de aspectos, relieves de sombreado, tintas hipsométricas, y los resultados de análisis de intervisibilidad. La integración las Técnicas de Modelos Digitales del Terreno y Herramientas de CAD 3D permiten diseñar y crear complejas

reconstrucciones tridimensionales del espacio geográfico de gran valor en la ingeniería y el urbanismo. Aunque su elaboración requiere cierto tiempo y esfuerzo, una vez finalizadas permiten obtener múltiples productos y resultados como planos, secciones, perfiles longitudinales y transversales, volúmenes, vistas perspectivas, fotos realistas y animaciones.

Las posibilidades de modelización y análisis de los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS) han venido creando muchas expectativas desde los años 80, aunque su máximo potencial está aún lejos de ser alcanzado por diversas razones. Uno de los procesos más frecuentes, en cualquier proyecto, consiste en representar los resultados del análisis espacial en forma de mapas creando distintos escenarios de apoyo a la toma de decisiones. Desde el punto de vista cartográfico, los SIG ofrecen una gran variedad de posibilidades por los que son considerados como las herramientas fundamentales de los cartógrafos modernos.

Entre los últimos desarrollos tecnológicos cabe mencionarse la publicación de cartografía en Internet y la integración de los conceptos y herramientas SIG con Internet. Además, las últimas generaciones de programas SIG presentan prestaciones mejoradas en términos de interoperabilidad, flexibilidad en formatos de visualización, herramientas de análisis más potentes y escalabilidad. La integración de las potencialidades de modelización, análisis y visualización, de estas nuevas herramientas SIG, con las capacidades de distribución y disseminación de datos multimedia de Internet, puede generar nuevas posibilidades profesionales para los Ingenieros Civiles. Un último aspecto relevante es la convergencia, conceptual y tecnológica, de estas nuevas metodologías de SIG e Internet con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs), especialmente en aspectos como interoperabilidad, catálogos de metadatos, servicios OGC y análisis espacial por citar algunos ejemplos.

2.1. QUÉ ES UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)?

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

2.2 COMPONENTES DEL SIG

- **Hardware**

El hardware o el componente físico del sistema se compone de una plataforma de ordenador (estación de trabajo, PC, etc.) y una serie de periféricos englobados en dos grupos fundamentales: de entrada y de salida.

En los primeros se pueden incluir las mesas Digitalizadoras, los scanners (lectores raster o barredores electrónicos) y el teclado; en los segundos, plotter o trazador, impresoras y monitores. Como grupo aparte, deben ser tratadas las unidades de almacenamiento. En ellas se pueden incluir desde una simple disquetera de 3.5' a grandes unidades de cinta o Cdrom.

- **Software**

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.

Algunos de estos programas son:

- ArcView

- **SPRING:** SIG que soporta tipo de datos vector/raster y funciones para procesamiento de imágenes, Modelos digitales de elevación, Bases de datos espaciales y álgebra de Mapas. Es un SIG totalmente gratuito y disponible en Internet.
- Un sistema manejador de base de datos (DBMS). Los más importantes son:
 - Oracle Spatial: Extensión de Oracle para soportar datos georeferenciados.
 - Postgis: Extensión de Postgresql para soportar datos georeferenciados.
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
 - **GEOTOOLS2:** GeoTools es un conjunto de herramientas de java accesible a código fuente, que sirve para desarrollar mapas geográficos interactivos.
 - **MapServer:** es un ambiente de desarrollo de origen accesible, disponible para la construcción espacial de aplicaciones en Internet. MapServer no es un sistema SIG completamente exhibido, no aspira a serlo. Con esto consigue, sin embargo, suministrar suficiente funcionalidad vital para soportar amplia variedad de aplicaciones web.
- Interfaz gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas. Dicha interfaz puede implementarse con diferentes lenguajes de programación:
 - Swing de java.
 - Visual Basic, etc.

- **Datos**

Los datos geográficos constituyen la base de todo el sistema; sin ellos no tiene sentido ni el software ni el hardware, ni siquiera los usuarios. La dificultad en la recogida de algunos y lo imperioso de su actualidad provoca que sea este elemento el más costoso de todos los componentes de un proyecto SIG. Los datos pueden consumir el 70 % de todo el presupuesto de un proyecto. El éxito del proyecto no está garantizado si no se tiene asegurada la actualización periódica de los datos. La dificultad en su representación es otro factor a tener en cuenta a la hora de organizar e introducir la información en el sistema.

Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica. Estos datos geográficos combinan coordenadas con atributos.

- **Recurso humano**

Los usuarios también tienen un papel importante en la configuración estructural de un SIG. Todo está orientado para su uso. No tiene sentido una estructura bien montada que no esté pensada para ser utilizada por personal específico. Hay dos tipos de usuarios; los especializados y el público en general. Se denomina especializados a aquellos técnicos que trabajan con los sistemas en algunas de sus fases (introducción de datos, corrección, análisis, elaboración de cartografía, etc.), y que por ello deben tener una formación especializada; y público en general sería aquel que en algún momento tuviera que requerir información, sea la que fuese, de un SIG concreto. En este caso no se requiere una gran formación, y la adaptación debe estar en el sistema que debe ser 'amigable'.

2.3. BENEFICIOS DE UN SIG

- Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas en corto tiempo, transformaciones de escala, la representación gráfica y la gestión de bases de datos, así como su administración y mantenimiento.
- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, con información exacta, actualizada y centralizada.

- Realizar pruebas analíticas complejas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial, sin la necesidad de repetir actividades redundantes o tediosas.
- Minimización de costos de operación e incremento de la productividad.
- Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que este relacionada con la base de datos nativa u original.

3. PROCESO PARA ACTUALIZAR LA INFORMACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LA ZONA NORTE DE BUCARAMANGA

3.1. OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta primera etapa es una de las más importantes durante el proceso de actualización ya que es la base para proporcionar resultados confiables. Para esto se recopiló la información realizando consultas de diferentes fuentes como:

- Carpetas que hacen parte de las secciones Plan Maestro de Alcantarillado y Proyectos Externos dentro de la Subdirección de Saneamiento de Corrientes, las cuales contienen información de proyectos realizados con sus respectivas memorias de diseño de los diferentes barrios contemplados.
- Planos almacenados en las Planotecas de la CDMB y Finca La Esperanza.
- Archivos actualizados en digital de proyectos recientes ubicados en sectores que están dentro de los barrios en estudio.
- Datos extraídos de las visitas de campo para constatar la existencia de alguna de la información almacenada en los diferentes archivos consultados.

La información registrada de cada barrio fue: las características físicas del alcantarillado como longitudes, diámetros, pendientes y material de la tubería. Cotas rasantes, cotas bateas, cota A y cota B y coordenadas de los pozos. Esta información se cuantificó en hojas de cálculo Excel.

Los barrios de la zona norte de Bucaramanga que se tuvieron en cuenta para el proceso de actualización de la información fueron: Altos del Kennedy, Kennedy, Maria Paz, Claveriano, Hamacas I, Hamacas II, Balcones del Kennedy, Villa Helena, Villa Rosa, Tejar I, Tejar II y Omagá.

Fig. 1 - Localización Zona Norte de Bucaramanga



A continuación se lista los barrios con su respectiva fuente de información y una tabla resumen de la cantidad de tubería por diámetros y el número de pozos totales, la información se encuentra registrada en las tablas de Excel ubicadas en el Anexo 1.

3.1.1 Barrio Altos del Kennedy. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado separado. La información fue tomada de PROYECTOS EXTERNOS Cód.09-094-451 .

ALCANTARILLADO SANITARIO	
Diámetro	8"
Long. Total(m)	587.74
No. Pozos	34

ALCANTARILLADO PLUVIAL						
DIAMETRO						
	8"	10"	12"	14"	16"	total
Long. Total(m)	517.03	18.50	21.00	29.50	64.90	650.93
No. Pozos	31					

3.1.2 Barrio Kennedy. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado combinado. Las coordenadas de los pozos no se registraron porque no se encontró la información correspondiente. La información fue tomada de PLANOTECA 2 /A23 Finca La Esperanza.

ALCANTARILLADO COMBINADO							
	DIAMETRO						
	8"	10"	12"	14"	16"	18"	21"
Long. Total(m)	983.55	1321.86	1024.12	229.02	342.57	256.77	46.11
	24"	27"	30"	36"	1.00m	1.10m	Total
Long. Total(m)	539.22	111.23	374.61	62.2	93.07	96.17	5480.51
No. Pozos	105.00						

3.1.3 Barrio Maria Paz. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, considerado como asentamiento posee un alcantarillado combinado. La información fue tomada de PROYECTOS EXTERNOS /Cód.09-094-682^a.

ALCANTARILLADO COMBINADO					
	DIAMETRO				
	10"	12"	14"	16"	18"
Long. Total(m)	1707.90	1400.80	556.95	161.84	53.00
	21"	24"	27"	30"	total
Long. Total(m)	82.89	106.72	19.33	5.31	4,094.74
No. Pozoz	112.00				

3.1.4 barrio Claveriano. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado combinado. Las coordenadas de los pozos no se encontraron en las fuentes consultadas por tanto no se tomaron en cuenta. La información fue tomada de PROYECTOS EXTERNOS/carpeta 792.

ALCANTARILLADO COMBINADO								
	DIAMETRO							
	8"	10"	12"	14"	18"	21"	24"	Total
Long.								
Total(m)	23.41	1431.03	325.05	137.44	90.43	58.00	418.67	2484.03
N° de pozos	78.00							

3.1.5. Barrio Hamacas I. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado combinado. La información fue tomada de PROYECTOS EXTERNOS/carpeta 765.

ALCANTARILLADO COMBINADO						
	DIAMETRO					
	8"	10"	12"	16"	18"	TOTAL
Long. Total(m)	93.96	279.30	25.35	51.48	31.25	481.34
N° de pozos	28.00					

3.1.6. Barrio Hamacas II. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado combinado. La información fué tomada de PLANOTECA 2 /carpetas 765, 502.

ALCANTARILLADO COMBINADO								
	DIAMETRO							
	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	TOTAL
Long. total(m)	351.62	423.33	43.59	25.88	132.81	63.55	31.52	1072.30
N° de pozos	45.00							

3.1.7. Barrio Balcones del Kennedy. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado separado. Sólo se registró el alcantarillado sanitario por no tener la información real del alcantarillado pluvial. La información fué tomada de PROYECTOS EXTERNOS /Cód.09-094-414.

ALCANTARILLADO SANITARIO	
DIAMETRO	
	8"
Long. total(m)	1666.62
No. pozos	54

3.1.8. Barrio Villa Helena. Se encuentra localizado en la comuna 2-Nororiental, posee un alcantarillado combinado. La información fué tomada de PLAN MAESTRO CARPETA 025f.

ALCANTARILLADO COMBINADO						
	DIAMETRO					
	8"	10"	12"	16"	21"	TOTAL
Long. total(m)	969.62	160.49	292.60	102.13	225.36	1750.20
N° de pozos	57.00					

3.1.9. Barrio Villa Rosa. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado combinado. No se pudieron encontrar algunas coordenadas de los pozos porque no coincidían en diferentes proyectos por eso se opto por dejar sin información con miras a una investigación de campo. Algunas cotas rasantes de pozos no aparecían en los planos record y no hubo suficientes datos para calcularlas. La información fué tomada de PROYECTOS EXTERNOS/Cód.09-094-178.

ALCANTARILLADO COMBINADO					
	DIAMETRO				
	8"	10"	12"	14"	16"
Long. total(m)	2789.34	615.04	638.22	205.89	45.90
					Total
	21"	24"	30"		
Long. total(m)	468.34	430.02	180.04	5372.80	
N° de pozos	134.00				

3.1.10. Barrio Tejar I. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado separado. La información fué tomada de PLANOTECAS 117 PMA.

ALCANTARILLADO SANITARIO			
	DIAMETRO		
	8"	10"	Total
Long. total(m)	822.33	445.82	1268.15
N° de pozos	39.00		

ALCANTARILLADO PLUVIAL					
	DIAMETRO				
	10"	12"	16"	21"	Total
Long. total(m)	199.38	201.84	226.33	20	647.55
N° de pozos	26.00				

3.1.11. Barrio Tejar Norte II. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado separado. La información fué tomada de PROYECTOS EXTERNOS/Cód.09-094-563.

ALCANTARILLADO SANITARIO	
	DIAMETRO
	8"
Long. total(m)	1631.64
N° de pozos	65.00

ALCANTARILLADO PLUVIAL						
	DIAMETRO					Total
	10"	12"	14"	18"	21"	
Long. total(m)	206.04	93.31	169.65	64.56	67.70	601.26
N° de pozos	22.00					

3.1.12. Barrio Omega. Se encuentra localizado en la comuna 1-Norte, posee un alcantarillado separado. La información fué tomada de PROYECTOS EXTERNOS/Cód.09-094-434.

ALCANTARILLADO OCMBINADO				
	DIAMETRO			Total
	8"	10"	12"	
Long. total(m)	129.00	30.00	101.00	260.00
N° de pozos	9.00			

3.2. CAPTURA DE DATOS

La CDMB tiene un Sistema de Información Geográfica (SIG) estructurado así:

- ORACLE 7.3 : Servidor de bases de datos relacional
- MAPSERVER 3.5: Servidor de Internet de Información Geográfica.
- SIIDAR: Sistema de Digitalización Automática de Redes de Alcantarillado con librerías CAD.

EL SIDAR (Sistema Integrado de Digitalización Automática de Redes) ha sido una herramienta utilizada por la CDMB para cargar la información a la base de datos Oracle. Fue desarrollado utilizando Microsoft Visual Basic 6.0 Professional con librerías de componentes CAD para funcionar como un módulo integrado con Autocad 2000, 2002 o MAP. Su función principal es la de integrar la información geográfica de planos AutoCAD con la base de datos Oracle 7.3.3 utilizada por el Sistema de Información Geográfica de la CDMB. También se utiliza como herramienta de captura de datos. Pero para este proceso de ingreso y edición de la información, el programa tiene muchas inconsistencias porque los cuatro formularios que maneja para realizar esta tarea, presentan errores en varias de sus casillas, es decir hay información referente a tramos y pozos que no se pueden tomar en cuenta porque el programa no los reconoce, haciendo limitada las opciones que se registran. Debido a esto la CDMB optó por utilizar otra herramienta que sea mas eficiente para captura y edición de los datos para esto contrató a la empresa SIGMA LTDA. Esta empresa desarrolló un programa llamado "SISTEMA DE CAPTURA DE DATOS DE CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO" hecho en Visual Basic 6.0 con Base de Datos en Access, el manual de dicho programa se encuentra en el Anexo 2.

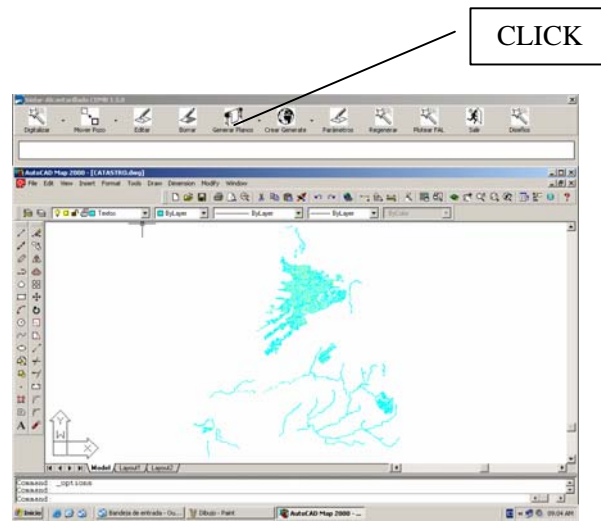
La información de los barrios se cargó inicialmente con el SIIDAR, por estar en proceso de prueba el programa implementado por SIGMA LTDA., pero luego se pudo emplear y remplazar el SIIDAR.

3.3. GENERAR UN PLANO EN DWG ATRAVES DEL SIIDAR

Al ingresar los datos alfanuméricos quedan almacenados en la Base de Datos Access para luego ser transferidos a Oracle. Desde allí podemos utilizarlos para generar un plano en dwg con la herramienta SIIDAR de esta manera:

Ingresamos al programa SIIDAR y se seleccionamos la pestaña “Generar Planos” y desde allí llamamos el archivo con los datos q están en Oracle generando automáticamente en AUTOCAD la red de alcantarillado del barrio señalado.

Fig. 2 - Página de AutoCAD con barra de herramientas flotante del SIIDAR



3.4. CARGUE DE LA INFORMACIÓN AL SERVIDOR MAPSERVER

3.4.1. GENERAR UN ARCHIVO TIPO GENERATE

El SIIDAR permite crear archivos tipo generate que luego serán transformados a Shape por medio del programa Arcview 3.2., necesarios para la visualización y consulta de los planos en el servidor Mapserver.

Arcview 3.2. Es un software de sistema de información geográfica (SIG) que proporciona visualización de datos geográficos, cartografía, capacidades de manejo, y análisis junto con la habilidad crear y revisar los datos. Trabaja con archivos Shape.

Un archivo shape es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos.

Un archivo shape es generado por varios archivos. El número mínimo requerido es de tres y tienen las extensiones siguientes:

- .shp - es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.
- .shx - es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.
- .dbf- , es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos.

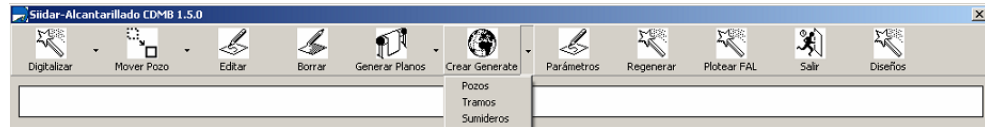
Además de estos tres archivos requeridos, opcionalmente se pueden utilizar otros para mejorar el funcionamiento en las operaciones de consulta a la base de datos, información sobre la proyección cartográfica, o almacenamiento de metadatos. Estos archivos son:

- .sbn y .sbx - Almacena el índice espacial de las entidades
- .fbn y .fbx - Almacena el índice espacial de las entidades para los archivos shape que son inalterables (solo lectura)
- .ain y .aih - Almacena el índice de atributo de los campos activos en una tabla o el tema de la tabla de atributos.
- .prj - Es el archivo que guarda la información referida a sistema de coordenadas.
- .shp.xml - Almacena los metadatos del archivo shape

Mapserver es un entorno de desarrollo en código abierto (Open Source Initiative) para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet. Con el fin de visualizar, consultar y analizar información alfanumérica y geográfica en formato shape a través de la red.

En redes de alcantarillado se utiliza shapes tipo punto que representa los pozos y shapes tipo linea que representan los tramos, por eso se crea un generate para pozos y otro para tramos.

Fig. 3 - Barra de herramientas para crear un Generate

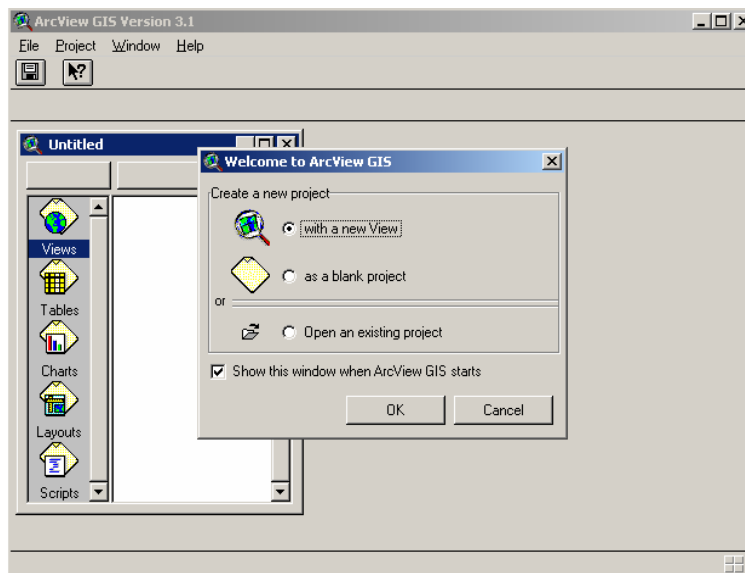


3.4.2. GENERAR UN ARCHIVO SHAPE

Para generar los archivos shape se utiliza el programa Arcview 3.2. A continuación se demuestra el procedimiento para el manejo de este programa.

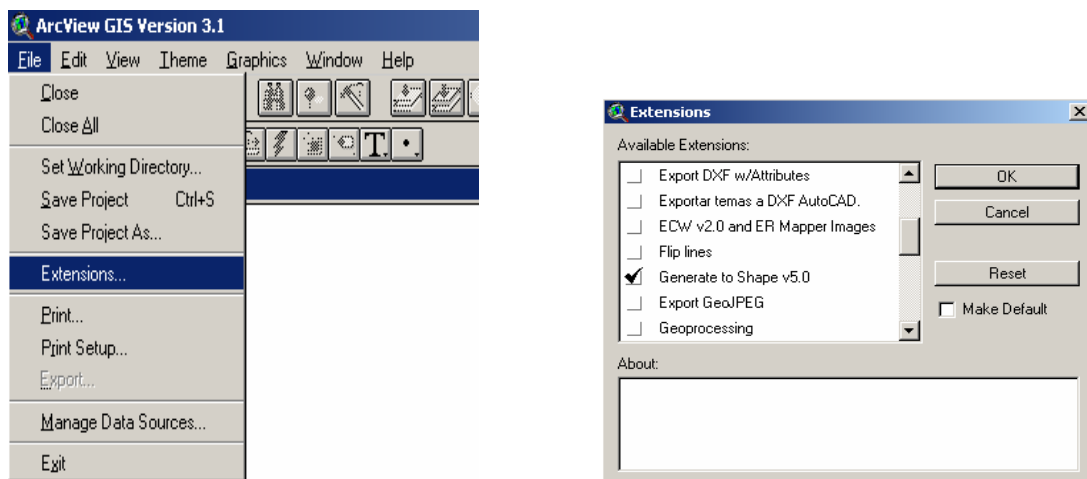
- a. Abrimos el programa Arcview 3.2., y seleccionamos la opción “with a new View” opción que esta dentro de la ventana emergente que sale al abrir el programa.

Fig. 4 - Ventana de acceso al programa Arcview



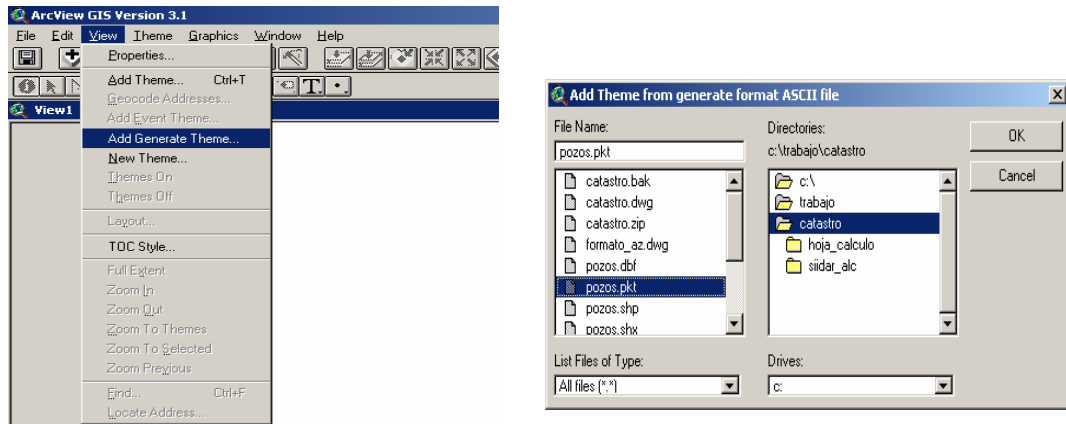
b. Para crear un archivo shape a partir de un generate vamos a el menú File/Extensions y seleccionamos la opcion “Generate to Shape V.5.0” y damos OK.

Fig. 5 - Ventana Arcview para crear extensiones



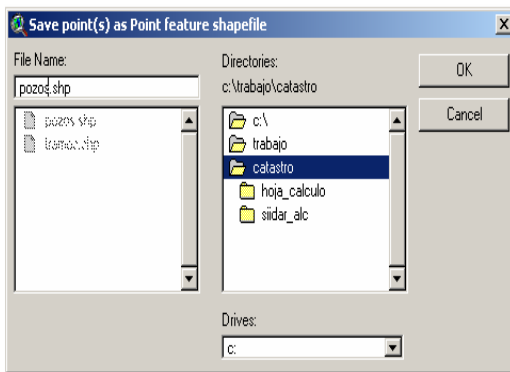
c. Para crear el shape de pozos vamos al menú “View – Add Theme” y lo seleccionamos. Aparece una ventana con dos columnas primero vamos a la columna derecha “Directories” y seleccionamos la carpeta “catastro”, luego vamos a la columna izquierda “File Name” y buscamos el archivo “pozos.pkt” lo seleccionamos y damos OK.

Fig. 6 - Ventana icono “View –Add Theme” pozos



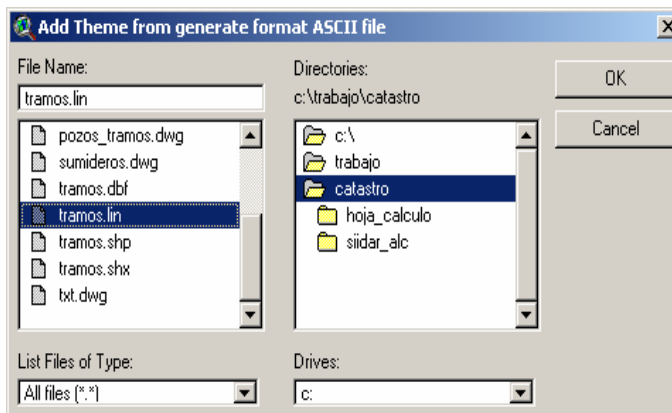
Aparece la ventana “Save point(s) as point feature shapefile” en “File name” se le asigna nombre :pozos.shp.

Fig. 7 - Ventana “Save Points as Point feature shapefile” pozos



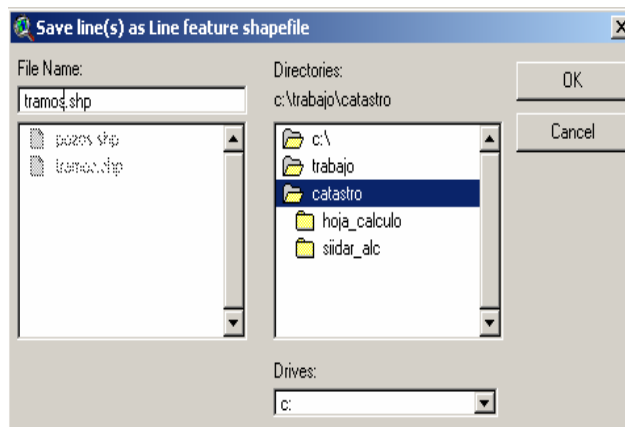
d. Para crear el shape de tramos vamos al menú “View – Add Theme” y lo seleccionamos. Vamos a la columna derecha “Directories” y seleccionamos la carpeta “catastro”, luego vamos a la columna izquierda “File Name” y buscamos el archivo “tramos.lin” lo seleccionamos y damos OK.

Fig. 8 - Ventana “View – Add Theme” tramos



Aparece la ventana “Save point(s) as point feature shapefile” en “File name” se le asigna nombre :tramos.shp.

Fig. 9 - Ventana “Save Points as Point feature shapefile” tramos



3.4.3. ASIGNAR LOS TAG

Un tag es un conjunto de caracteres que se añade a un elemento de los datos para identificarlo. Este garantiza que Mapserver y Oracle puedan identificar rápidamente los elementos que se quieren referenciar. El valor TAG corresponde

al nombre de la columna en el archivo dbf del shape, que contiene el código del elemento en la base de datos Oracle y permite integrar la información geográfica con la información alfanumérica. Para asignar los TAG se emplea Arcview 3.2. cumpliendo una serie de procedimientos cuyo resultado es un campo llamado TAG el cual contiene los identificadores de los elementos alfanuméricos de la base de datos, este campo es guardado junto con los demás archivos generados en Arcview 3.2. en la carpeta c:\trabajo\catastro.

3.5. CARGUE DE LA INFORMACIÓN A LAS PLATAFORMAS DE INTERNET E INTRANET

Esta aplicación se desarrolló en arquitectura multiusuario:

- Servidor: Apache
- Base de Datos: Oracle 7.3.3
- Lenguaje de desarrollo: PHP, HTML.
- Motor de datos espaciales: Mapserver

3.5.1 Lenguaje PHP. PHP es un lenguaje de programación (originario del nombre PHP Tools, o Personal Home Page Tools) que sirve principalmente para proporcionar características dinámicas a una página web. Puede combinarse con bases de datos MySQL, ofreciendo resultados muy interesantes para todas aquellas páginas web que pretendan figurar como activas y dinámicas.

El lenguaje PHP tiene la característica de poder mezclarse con el lenguaje HTML. PHP, al contrario que este último, se interpreta y ejecuta directamente en el servidor en el que está albergada la página web, con lo que el visitante a la misma únicamente recibe el resultado buscado por el código en el que está escrito.

3.5.2. Lenguaje HTML. El HTML (lenguaje de marcas hipertextuales), es un lenguaje de marcación diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas web.

Para cargar la información a las plataformas de Intranet e Internet se realizaron los siguientes procedimientos:

- Se localiza los archivos guardados en la carpeta c:\trabajo\catastro y se copian los archivos que fueron originados desde Arcview 3.2:

Pozos.shp

Pozos.dbf

Pozos.shx

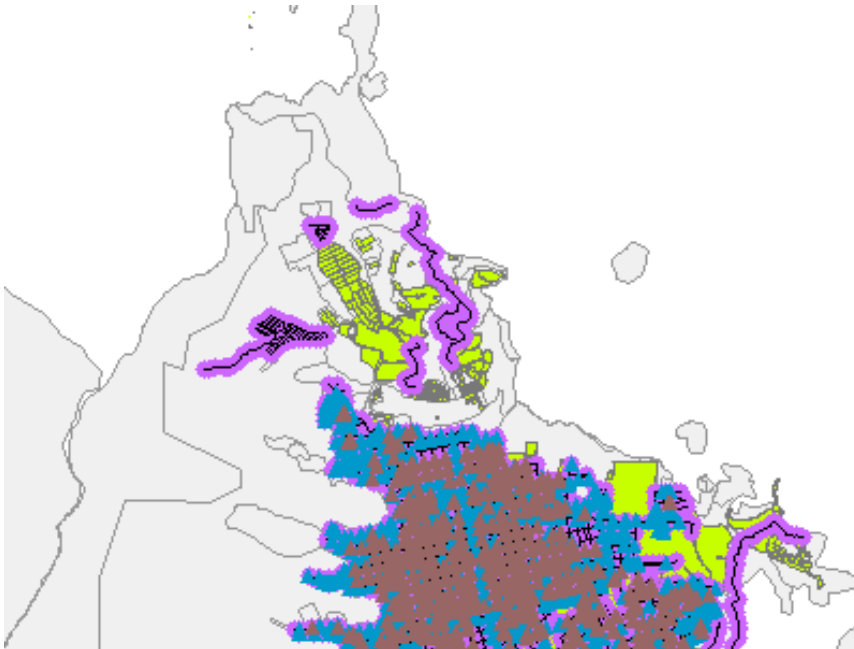
Tramos.shp

Tramos.dbf

Tramos.shx

- Se entra a “SAUCE-Servidor de Intranet Linux” sale una ventana con nombre de usuario y contraseña esa información la tiene sólo los funcionarios del SIG y demás personal autorizado.
- Luego se pegan los archivos que fueron inicialmente copiados, en F:\opr\mapas\data. De esta manera queda la información cargada en la Intranet.
- Ahora para poner la información en Internet se entra a “SAUCE-Servidor de Intranet Linux” se registra el usuario igual q para Intranet y se pega la información inicialmente copiada, en F:\htdocs\cdmb\opr\mapas\data.

Fig. 10 - Zona norte con la información cargada al SIG



4. CALCULO DE CAUDALES DE LOS BARRIOS ALTOS DEL KENNEDY, CLAVERIANO, HAMACAS I, HAMACAS II Y OMAGA

Con el fin de determinar las variaciones que hay en los proyectos de alcantarillado diseñados con los construidos se escogieron cinco de los doce barrios actualizados y por medio de una herramienta de diseño llamada Walcan (ver Anexo 3: Manual del usuario) se calculó los caudales y demás parámetros hidráulicos, con los datos reales de los alcantarillados construidos. Los cálculos de diseño se extrajeron de las memorias de diseño almacenadas en los archivos correspondientes a cada barrio.

Los parámetros iniciales como: nivel socioeconómico, densidad poblacional, tipo de zona de infiltración, coeficiente de escorrentía, intensidad de la lluvia fueron los mismos para el calculo de caudales tanto para el proyecto diseñado como el construido.

Cuatro de los cinco barrios construidos que fueron evaluados cumplen con las normas de diseño de la CDMB sólo el barrio Hamacas II presenta dos tramos con inconsistencias, porque utilizaron una tubería de diámetro inferior de la que realmente necesitaba, mas adelante se especifica gráficamente este hecho.

A continuación se muestra las variaciones que hubo en cada barrio por medio de gráficas comparativas y los porcentajes de diferencia en cada parámetro evaluado. Los parámetros que fueron tomados en cuenta fueron: diámetro, pendiente, velocidad media, velocidad a tubo lleno, caudal, relación Q/Q_0 , fuerza tractiva y froude .

Las tablas de los cálculos reales y diseñados se encuentran en el Anexo 4.

5. COMPARACIONES ENTRE LOS BARRIOS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS

5.1. BARRIO ALTOS DEL KENNEDY

Alcantarillado Sanitario

En el alcantarillado construido y diseñado se mantuvieron constantes parámetros como áreas aferentes a los tramos, diámetros de la tubería, tipo de material que en este caso fue Gres. Las variaciones que hubo fueron en cuanto a pendientes. Hubo un pozo que se construyó de más y hubo un tramo que se conectó a un pozo diferente del que se había anteriormente diseñado, de ahí que en la gráfica haya tramos interrumpidos ya que no se podía comparar pues no existían en ambos proyectos.

Los cambios abruptos de pendiente arrojan cambios también en velocidad, fuerza tractiva, froude, capacidad de la tubería como se observa en la gráfica. El caudal es el mismo por mantenerse las mismas áreas aferentes.

Los cambios en pendientes, diámetros, rugosidades o áreas aferentes igualmente se ven reflejados en las gráficas de los demás barrios, el aumento o disminución de estos parámetros repercuten en los demás.

En la siguiente tabla se muestran los valores en porcentaje de las diferencias arrojadas en cada parámetro, un valor máximo, un valor mínimo y un valor promedio. Los valores negativos muestran que en el sistema de alcantarillado construido se obtuvieron valores superiores a los que se habían previamente diseñados, los valores positivos que el construido está por debajo del diseñado, el valor cero que permanecieron constantes.

	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
Valor. Max %	0.00	91.00	6.19	0.00	70.00	58.09	83.06	70.25
Valor. Min %	0.00	-13.64	-233.33	0.00	-6.60	-3.53	-7.78	-6.68
%Diferencia	0.00	20.39	-31.25	0.00	13.60	10.50	17.31	13.72

Fig. 11 - Comparación diámetros Altos Kennedy Sanitario

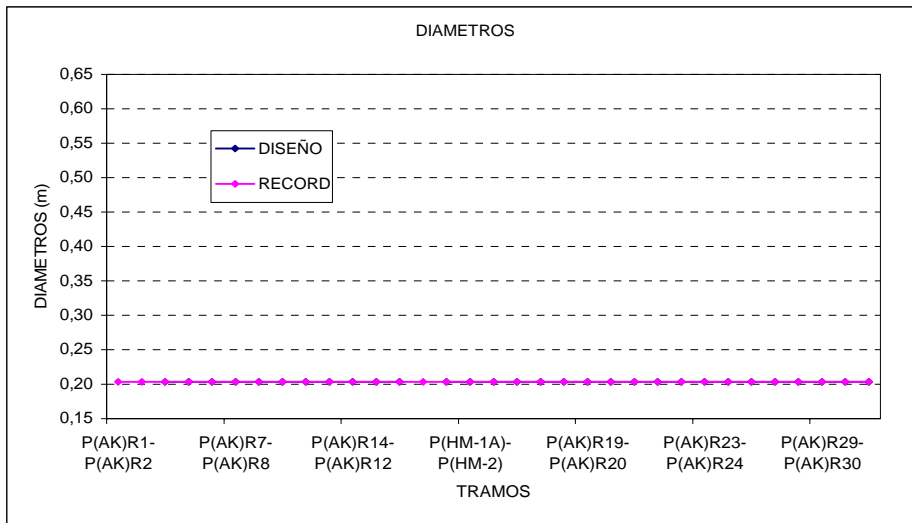


Fig. 12 - Comparación pendientes Altos Kennedy Sanitario

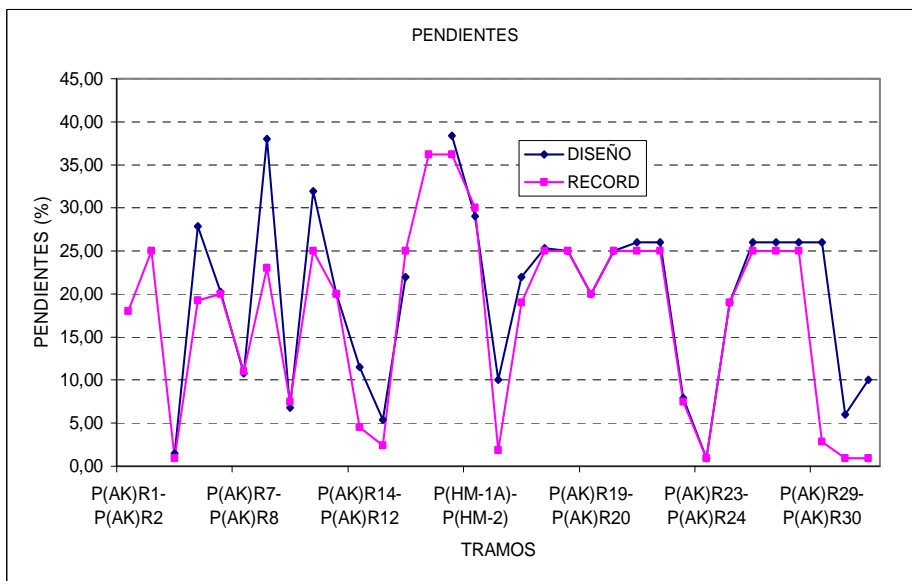


Fig. 13 - Comparación Q/Qo Altos Kennedy Sanitario

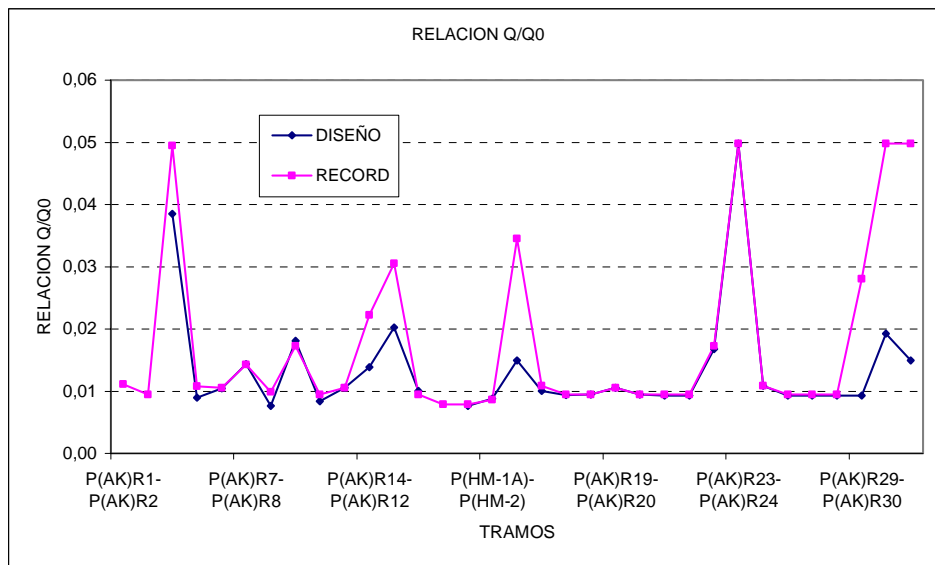


Fig. 14 - Comparación Vo Altos Kennedy Sanitario

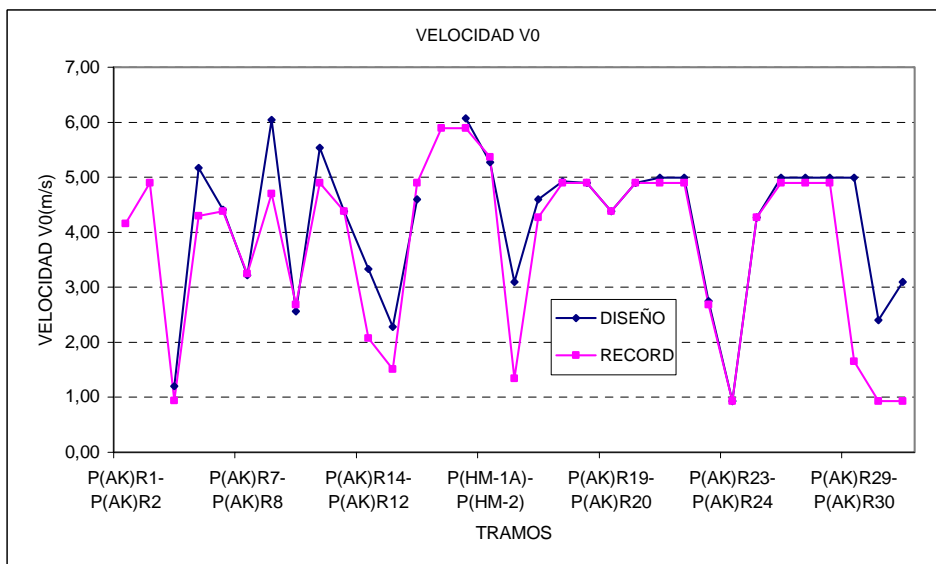


Fig. 15 - Comparación V Altos Kennedy Sanitario

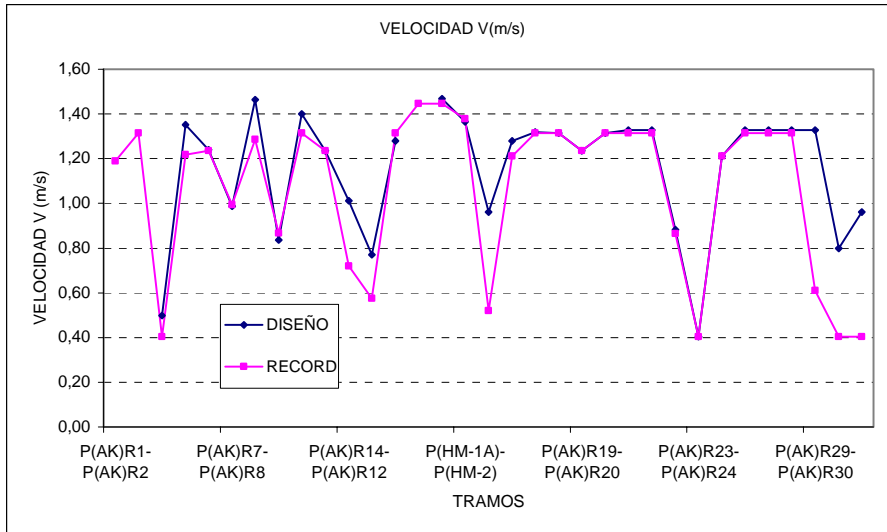


Fig. 16 - Comparación Ft Altos Kennedy Sanitario

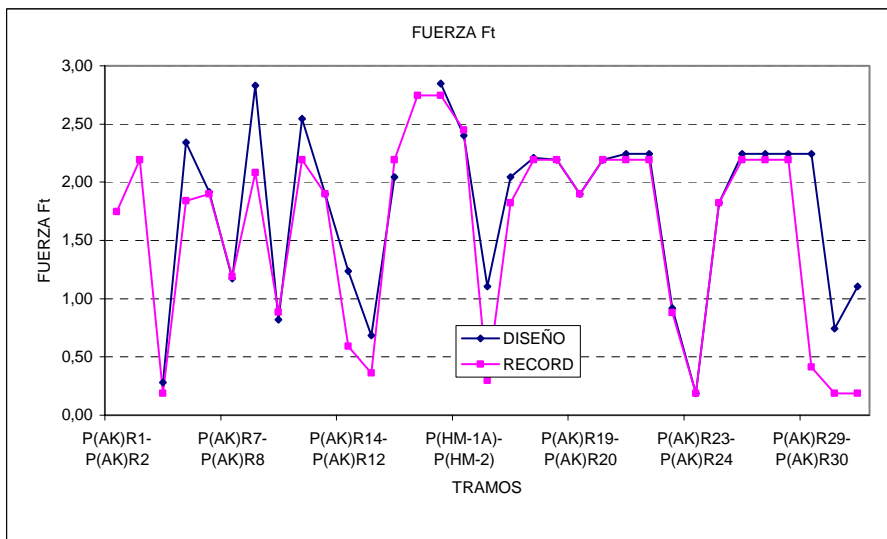


Fig. 17 - Comparación F Altos Kennedy Sanitario

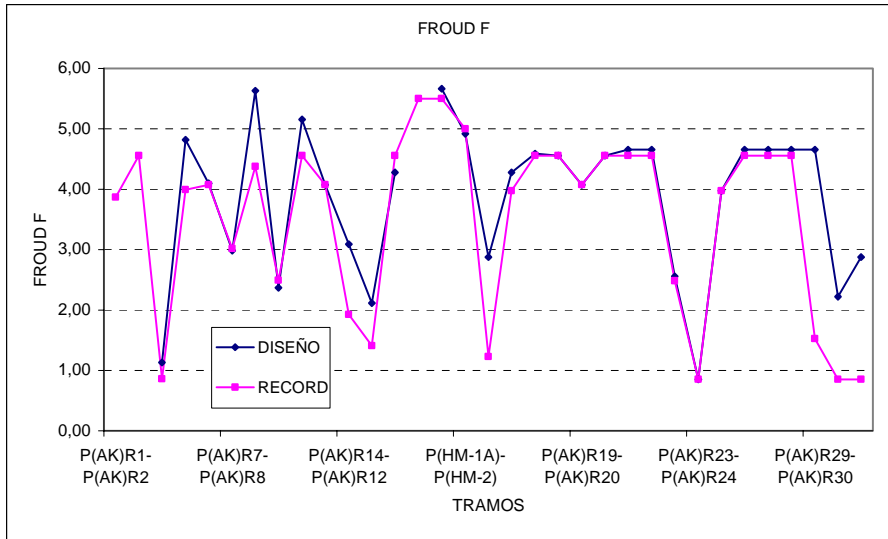
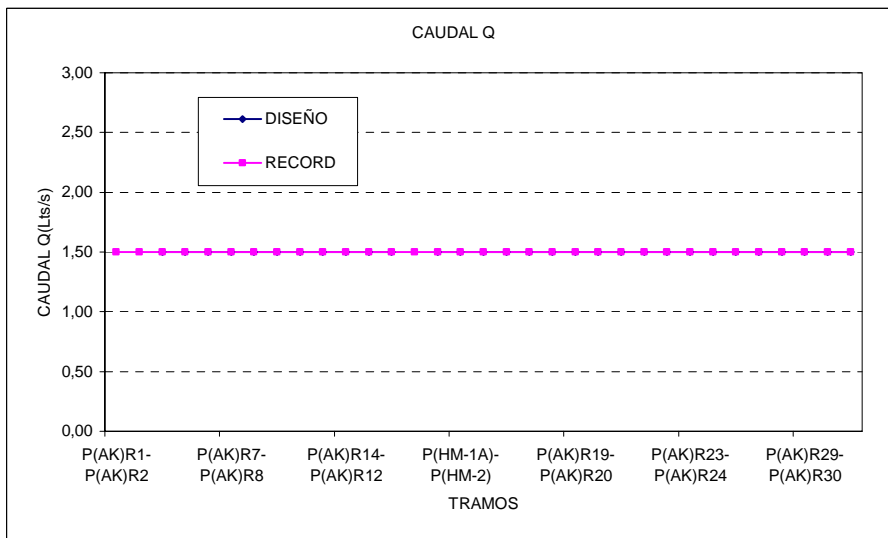


Fig. 18 - Comparación Q Altos Kennedy Sanitario



Alcantarillado Pluvial

En el alcantarillado construido y diseñado se mantuvieron constantes los parámetros de diámetro de la tubería y tipo de material que en este caso fue Gres. Las variaciones que hubo fueron en áreas aferentes a los tramos, pendientes y distancias entre pozos. En el alcantarillado construido disminuyó la pendiente en un 14.8%, disminuyendo la velocidad en un 8.19%, la fuerza tractiva en un 12.47%, el froude en un 13.05% y aumentando Q/Qo en un 43.7%. El aumento de las áreas aferentes ocasionó un aumento de caudal del 7.51%.

En la estructura de entrega (tanque amortiguador) de las aguas lluvias, el flujo llega a la quebrada con un régimen supercrítico tanto en el diseño ($F = 2.82$) como en el construido ($F=1.47$), por eso optaron por proteger el sitio de entrega con revestimiento del lecho y de los taludes de la quebrada, para evitar así socavación o erosiones.

	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
Valor. Max %	0.00	91.51	32.87	23.48	70.86	59.98	86.77	71.35
Valor. Min %	0.00	-145.00	-324.56	-63.38	-56.52	-38.75	-110.13	-58.09
%Diferencia	0.00	14.88	-43.72	-7.51	12.25	8.19	12.47	13.05

Fig. 19 - Comparación Diámetros Altos Kennedy Pluvial

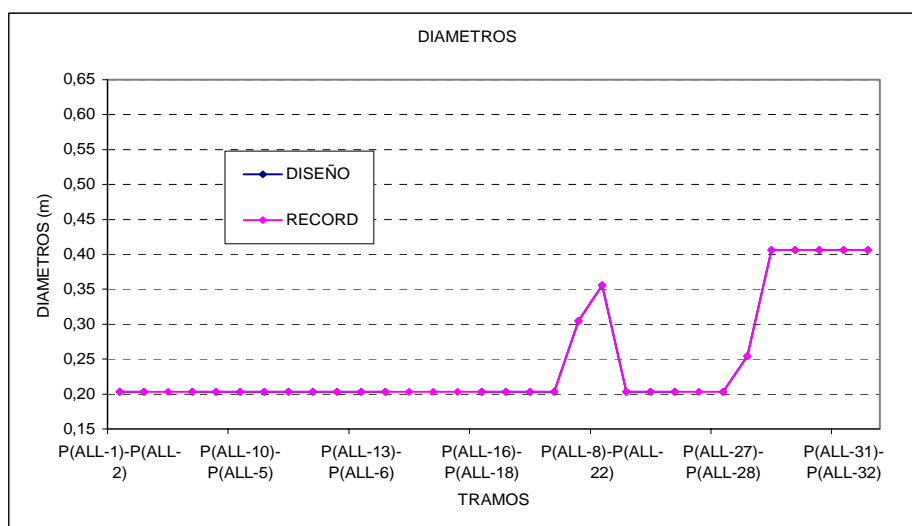


Fig. 20 - Comparación Pendientes Altos Kennedy Pluvial

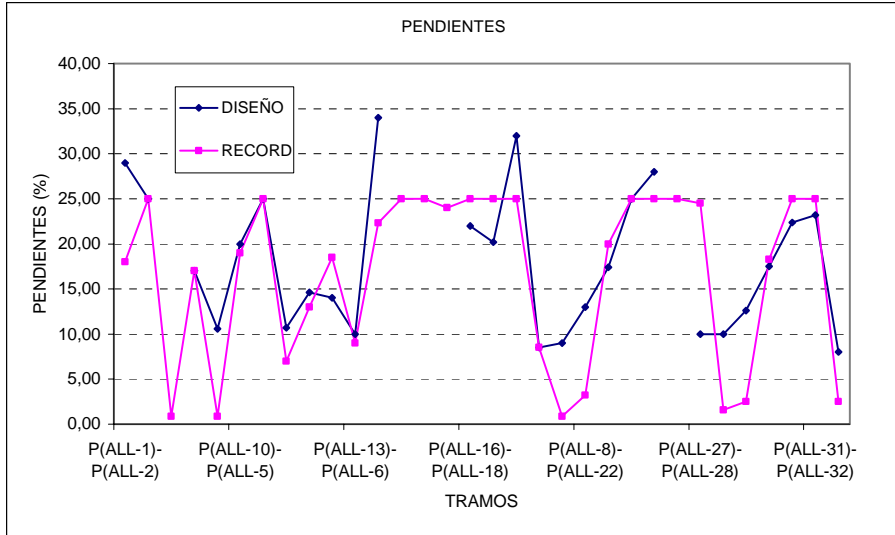


Fig. 21 - Comparación Q/Qo Altos Kennedy Pluvial

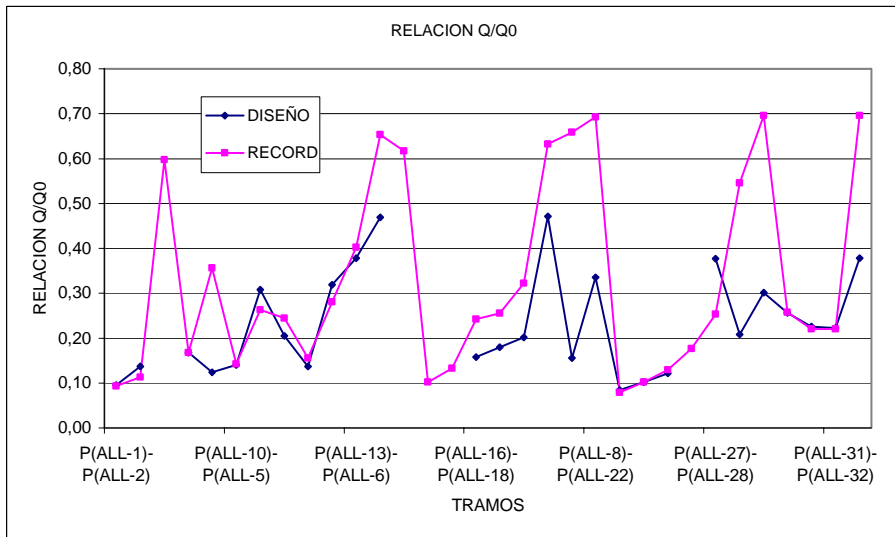


Fig. 22 - Comparación Vo Altos Kennedy Pluvial

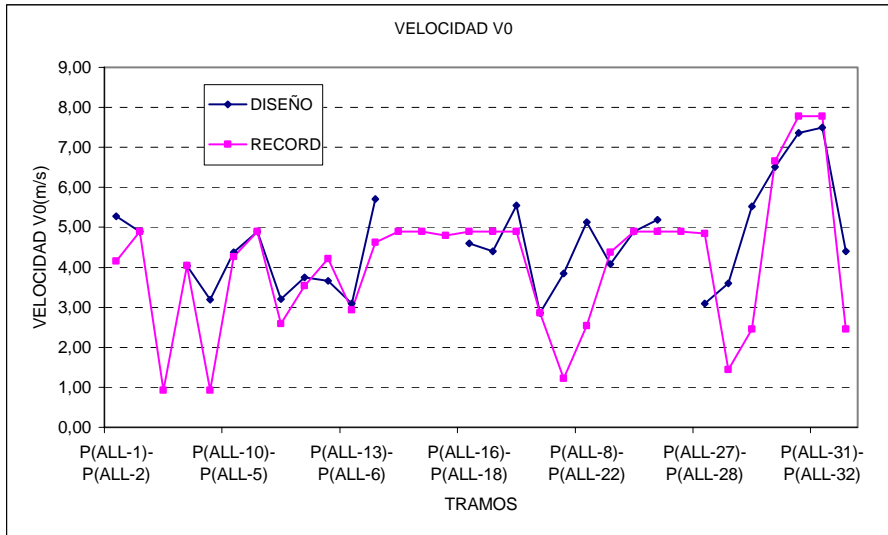


Fig. 23 Comparación V Altos Kennedy Pluvial

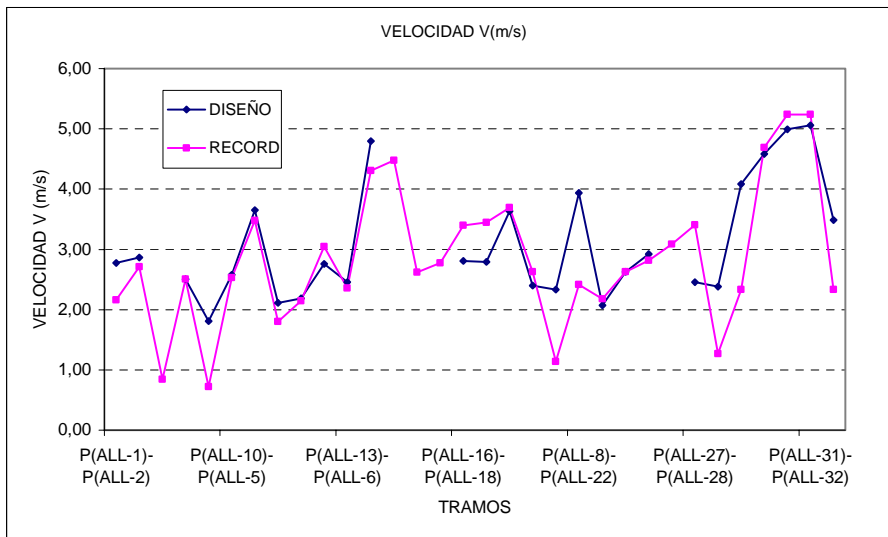


Fig. 24 - Comparación Ft Altos Kennedy Pluvial

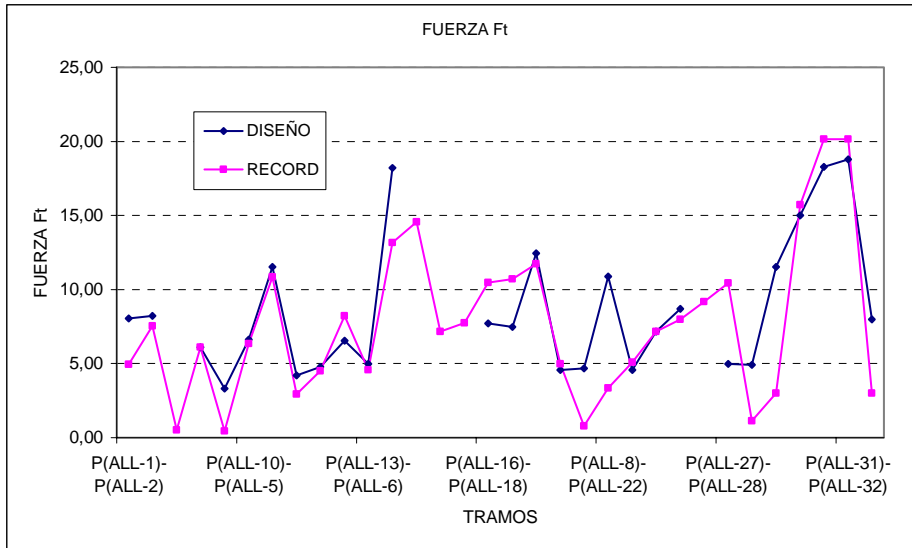


Fig. 25 - Comparación F Altos Kennedy Pluvial

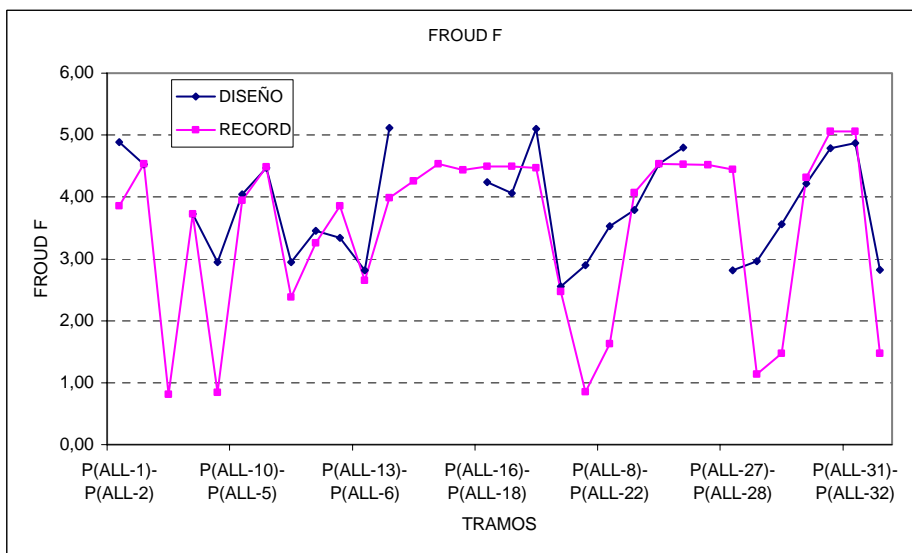
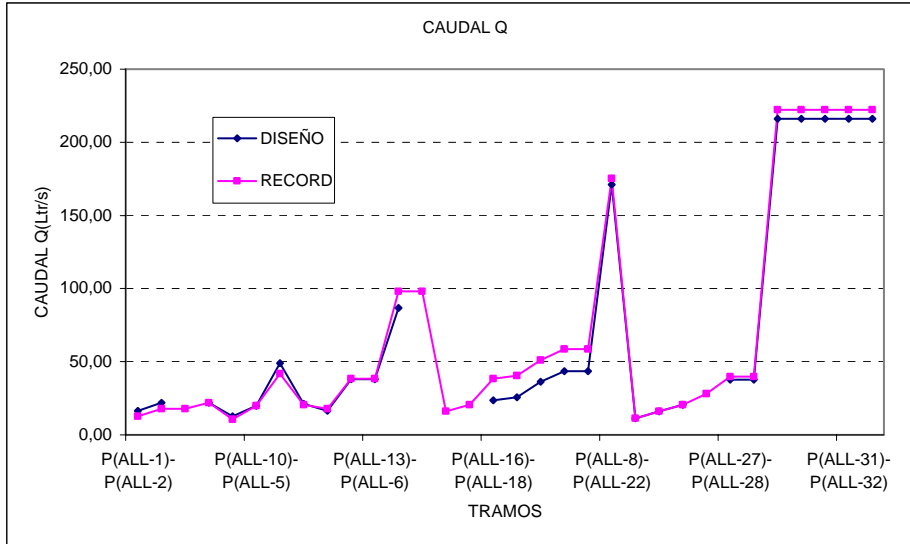


Fig. 26 Comparación Q Altos Kennedy Pluvial



5.2. BARRIO CLAVERIANO

En el alcantarillado combinado construido y diseñado hubo variaciones en todos los parámetros, el tipo de material cambió en un 80%. El material utilizado para el proyecto diseñado fue Gres (80%) y Concreto (20%). Para el proyecto construido se utilizó Novafort (70%), Gres (14%), Grp (10%) y Concreto (6%). La rugosidad y la pendiente en la tubería del barrio construido incrementaron los valores de velocidad ya que se empleó Novafort en la mayoría de los tramos y la pendiente aumentó en un 33.16%. La fuerza tractiva aumentó en un 4.86% y el froude en un 53.45%. El diámetro disminuyó en un 5.79%, el Q/Qo disminuyó en un 6.43%. Hubo pequeñas variaciones en las áreas aferentes de algunos tramos por tanto el caudal aumento un 0.16%.

En dos de las tres estructuras de entrega (cabezotes) de las aguas lluvias, el flujo llega a la quebrada con un régimen supercrítico tanto en el diseño ($F = 1.97$ y 3.04) como en el construido ($F=1.15$ y 1.81) no hay información al respecto si el sitio de entrega esta debidamente protegido.

	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
Valor. Max %	15.26	87.05	73.18	2.22	46.59	33.06	84.26	47.00
Valor. Min %	-18.77	-900.00	-113.83	-3.10	-356.40	-210.80	-475.88	-442.18
%Diferencia	5.79	-33.16	6.43	-0.16	-43.94	-31.86	-4.86	-53.45

Fig. 27 - Comparación Diámetros Claveriano

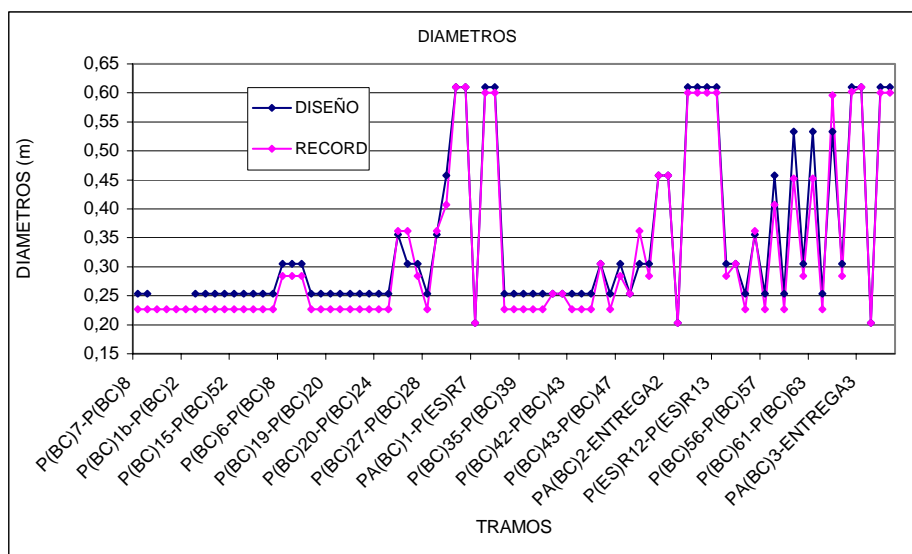


Fig. 28 - Comparación Pendientes Claveriano

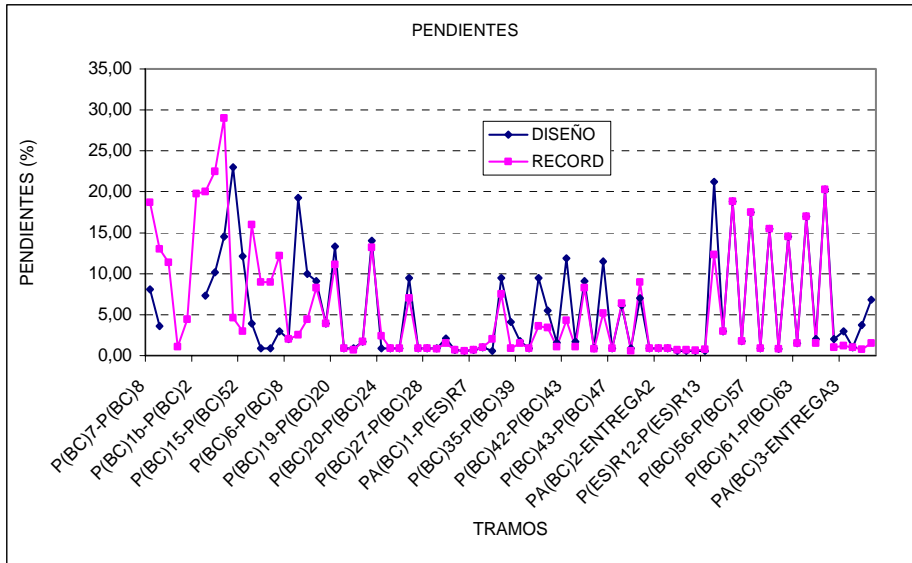


Fig. 29 - Comparación Q/Qo Claveriano

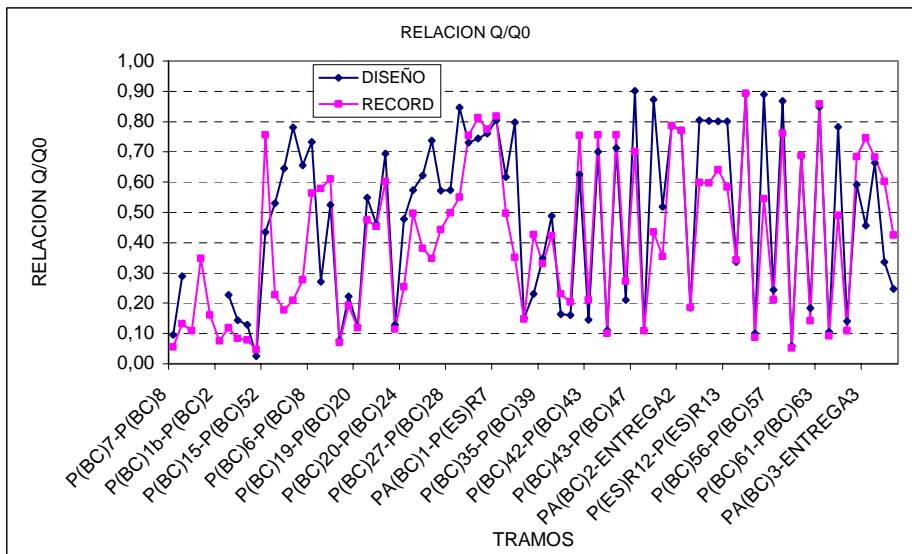


Fig. 30 - Comparación Vo Claveriano

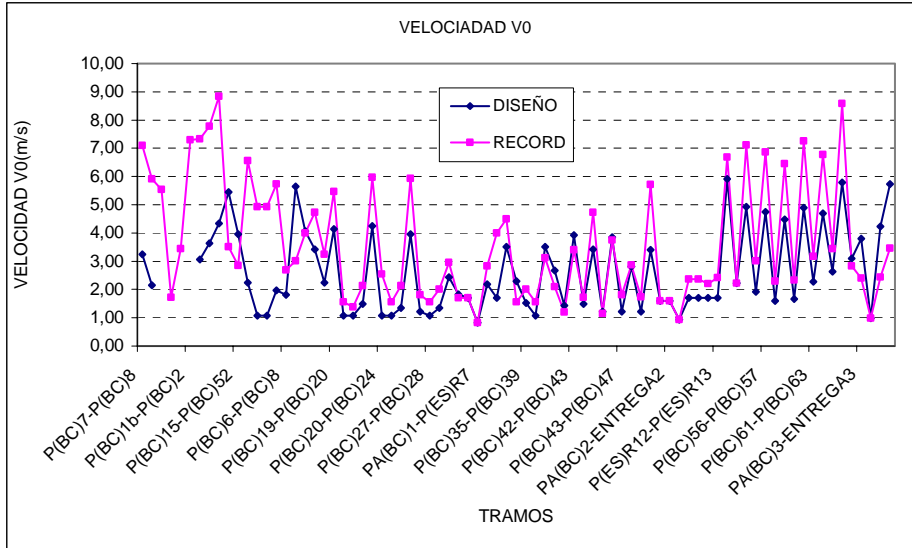


Fig. 31 - Comparación V Claveriano

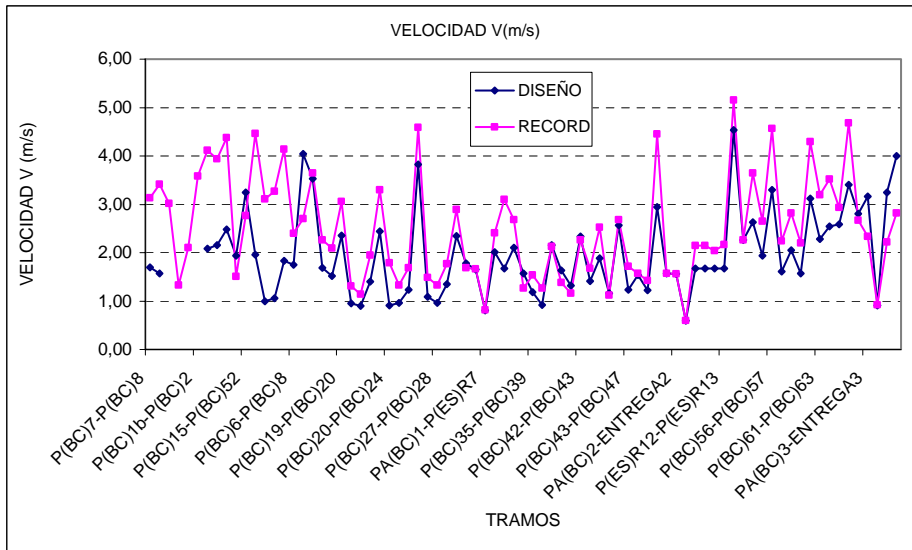


Fig. 32 - Comparación Ft Claveriano

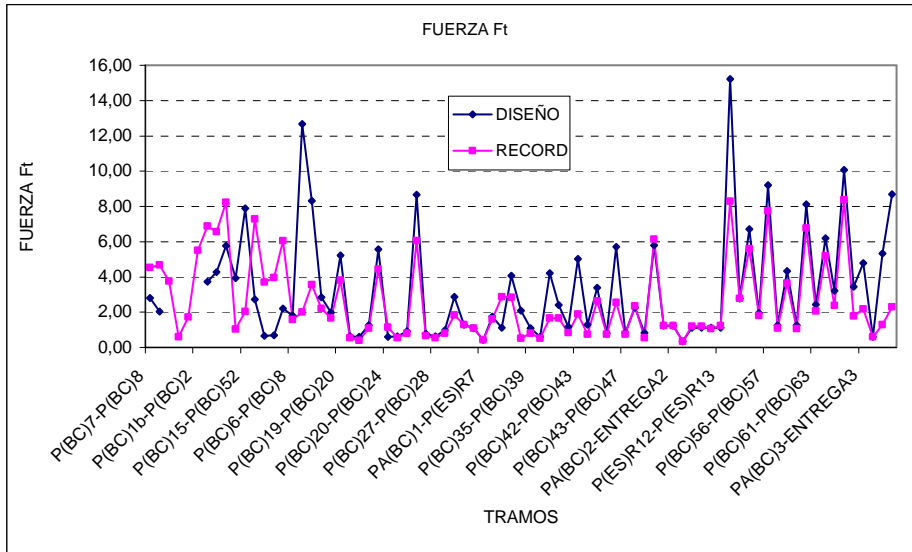


Fig. 33 - Comparación F Claveriano

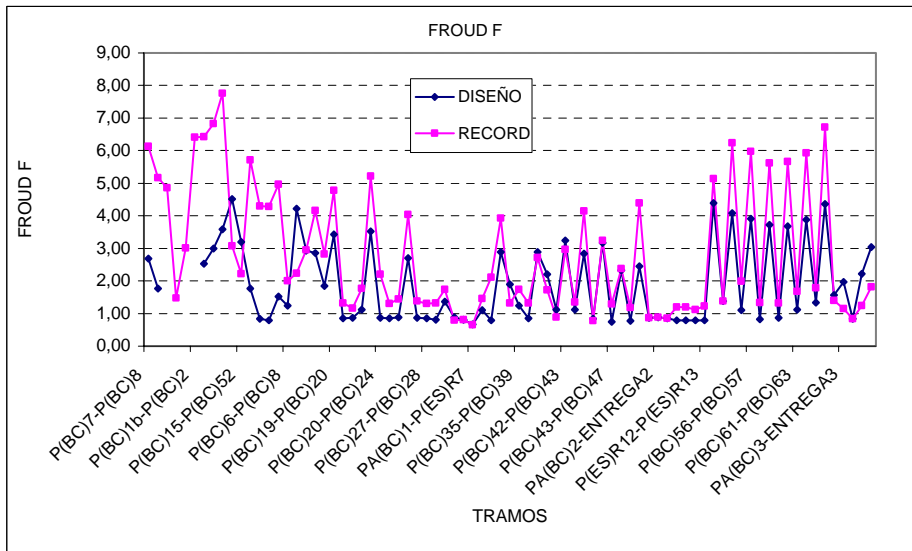
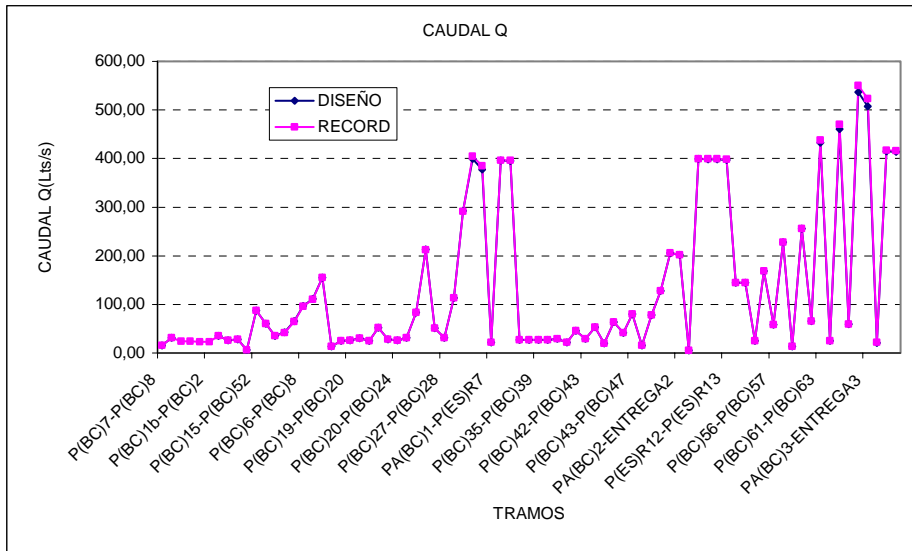


Fig. 34 Comparación Q Claveriano



5.3. BARRIO HAMACAS I

En el alcantarillado combinado construido se mantuvo constante las áreas aferentes por tanto los caudales son los mismos. El tipo de material para la tubería diseñada es Gres y para la construida es Novafort. De ahí que la rugosidad afectara las velocidad y aumentara en un 34.71%, y froude en 49.74%. El diámetro disminuyo en un 9.78%, el Q/Q_0 en un 6.75%. La pendiente disminuyo en 1.97% disminuyendo fuerza tractiva en un 16.17%.

En las dos estructuras de entrega (cabezotes) de las aguas lluvias, el flujo llega a la cañada con un régimen supercrítico tanto en el diseño ($F = 2.87$ y 2.22) como en el construido ($F=2.83$ y 3.47) el sitio de entrega esta protegido.

	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
Valor. Max %	10.98	91.67	27.93	0.00	58.28	42.19	87.88	56.43
Valor. Min %	0.00	-16.00	-198.75	0.00	-59.83	-45.51	2.04	-73.31
%Diferencia	9.78	1.97	6.75	0.00	-40.54	-34.71	16.17	-49.74

Fig. 35 - Comparación Diámetros Hamacas I

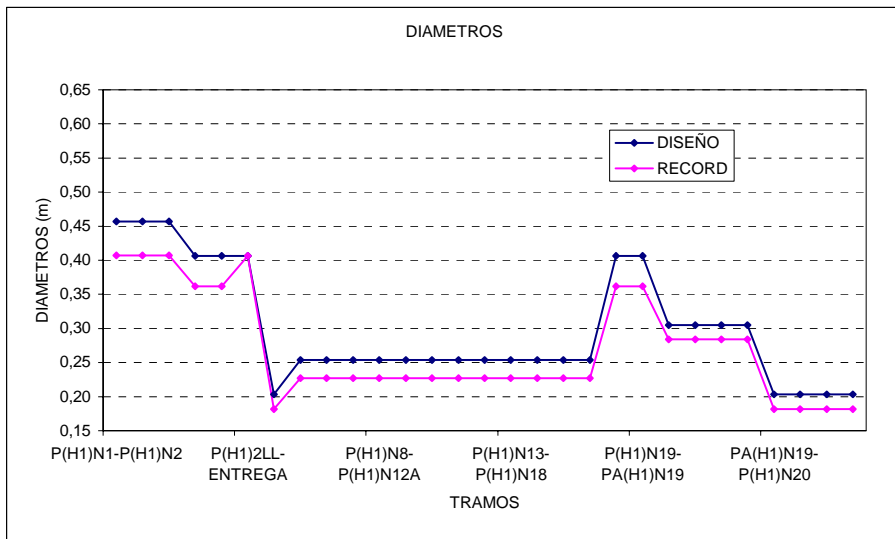


Fig. 36 - Comparación Pendientes Hamacas I

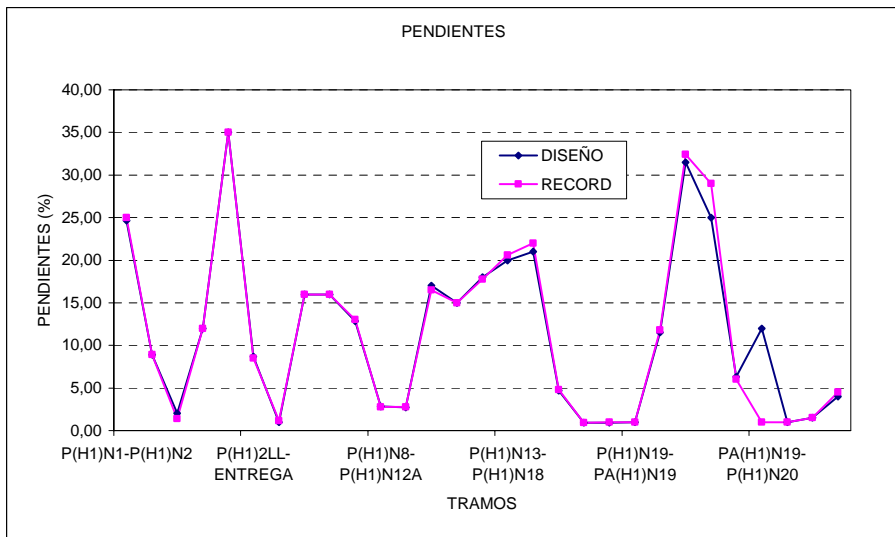


Fig. 37 - Comparación Q/Qo Hamacas I

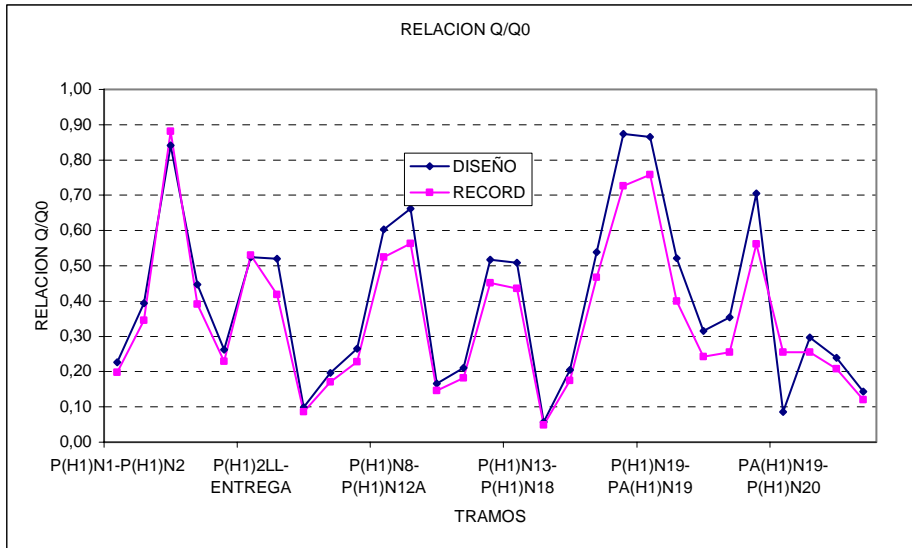


Fig. 38 - Comparación Vo Hamacas I

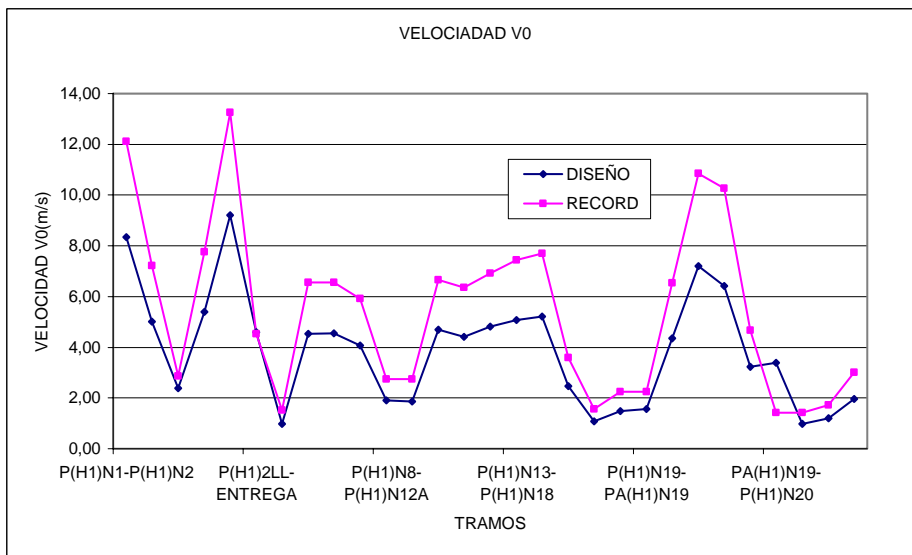


Fig. 39 - Comparación V Hamacas I

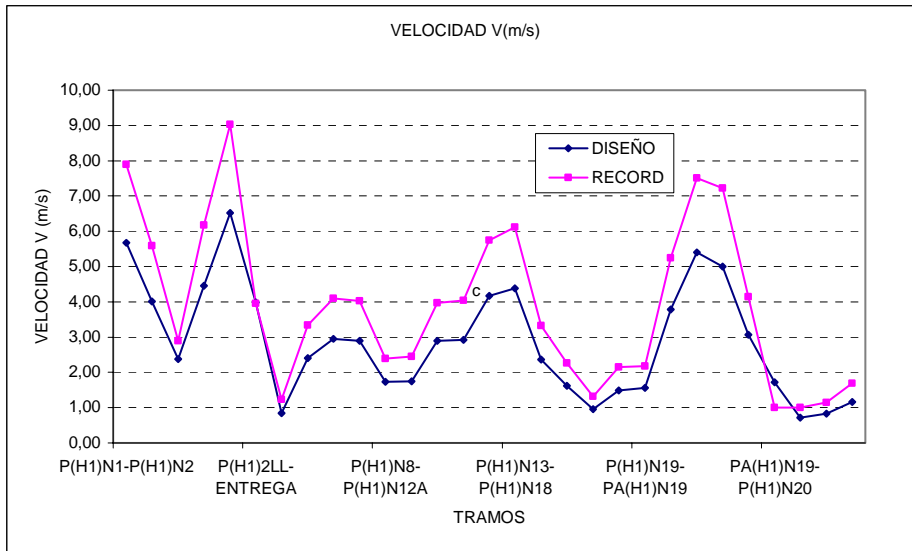


Fig. 40 - Comparación Ft Hamacas I

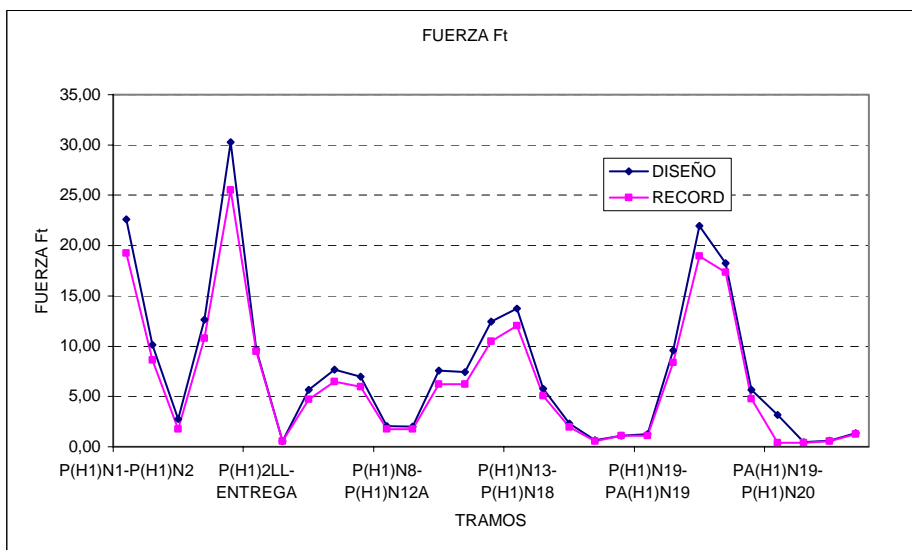


Fig. 41 - Comparación F Hamacas I

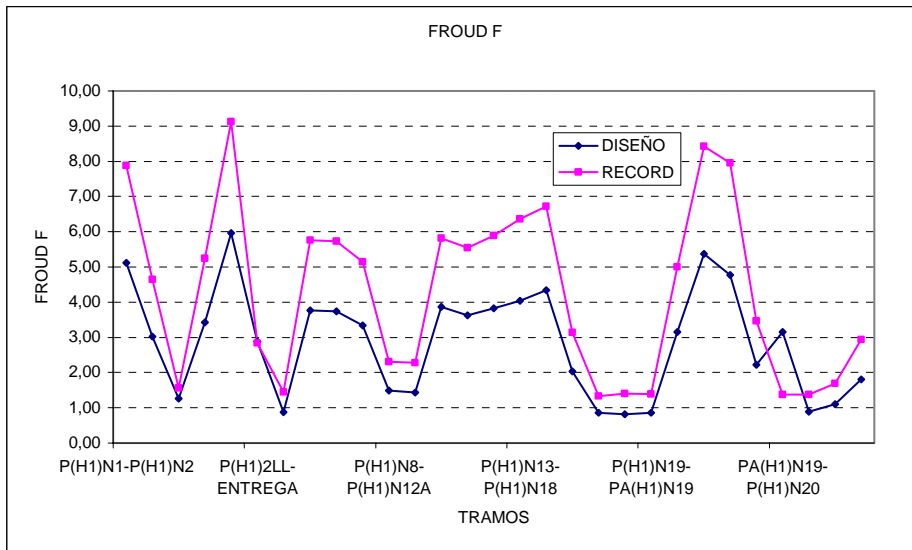
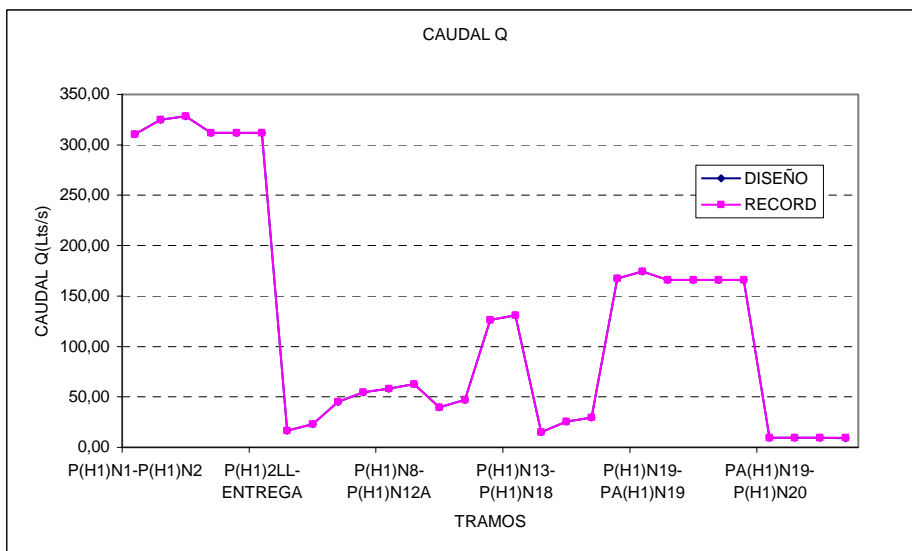


Fig. 42 - Comparación Q Hamacas I



5.4. BARRIO HAMACAS II

El alcantarillado combinado construido no tiene cambio alguno respecto a áreas aferentes, por tanto el caudal se mantuvo igual. Las velocidades se aumentaron principalmente por el cambio de material, aumentando también el froude. Las pendientes y diámetros no sufrieron grandes cambios. El material utilizado para el alcantarillado diseñado fue Gress y para el alcantarillado construido Novafort.

	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
Valor. Max %	25.52	2.28	22.57	0.00	0.43	0.31	39.36	0.44
Valor. Min %	0.00	-122.00	-42.62	0.00	-48.77	-41.24	-93.07	-59.13
%Diferencia	10.86	-3.03	10.01	0.00	-41.58	-36.32	13.29	-50.06

Al realizar los cálculos de los caudales y demás parámetros hidráulicos, se detectó inconsistencias en dos tramos:

	DE	A	Longitud	Código	Diám.	Pend	Q/Qo	Vo	V	ok
Diseñado	P(H2)N5A	P(H2)N9	27.28	D12GRE	0.30	2.72	0.79	2.12	2.09	ok
	P(H2)N15	P(H2)N16A	30.76	D12GRE	0.30	3.23	0.76	2.31	2.25	ok
Construido	P(H2)N5A	P(H2)N9	28.47	D250NOV	0.23	2.70	1.12	2.70	2.70	err
	P(H2)N15	P(H2)N16A	31.94	D250NOV	0.23	3.16	1.09	2.92	2.92	err

Se utilizo un diámetro de tubería inferior al construir el alcantarillado provocando un Q/Qo que sobrepasa el límite de la capacidad máxima. En este caso hubiera sido recomendable utilizar un diámetro de 315 mm Novafort. En la gráfica Q/Qo se ve claramente este hecho.

Fig. 43 - Comparación Diametros Hamacas II

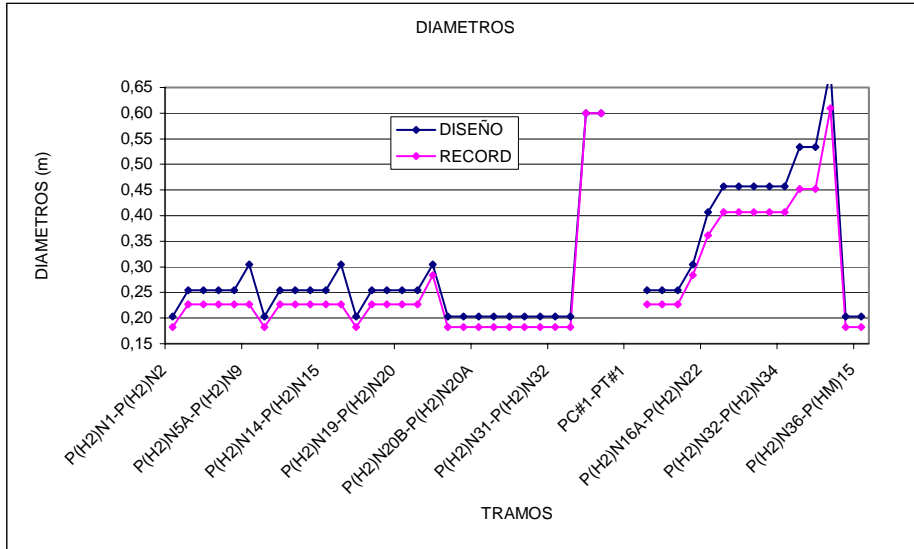


Fig. 44 - Comparación Pendientes Hamacas II

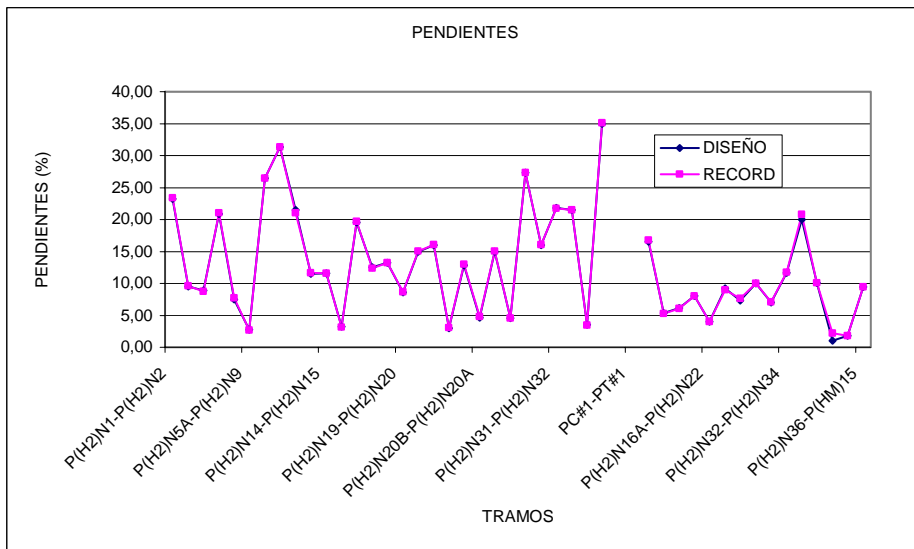


Fig. 45 - Comparación Q/Qo Hamacas II

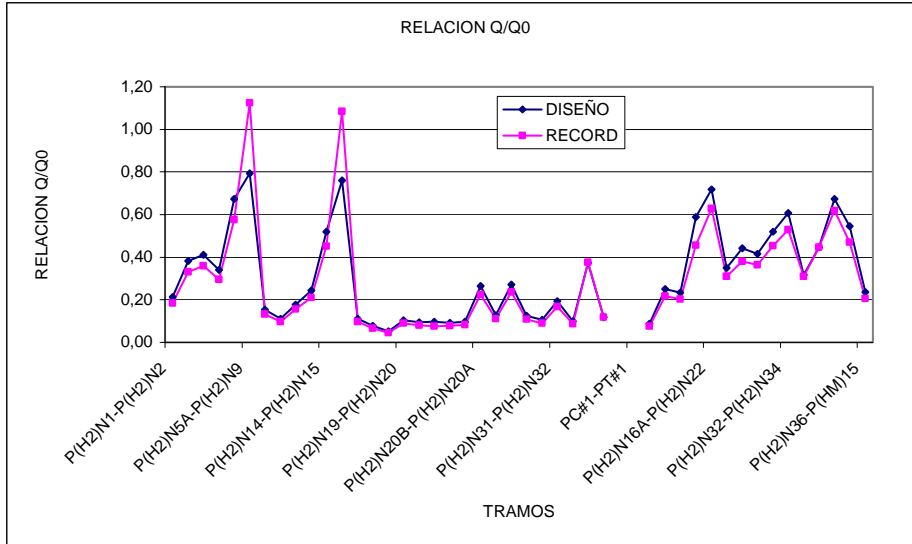


Fig. 46 - Comparación Vo Hamacas II

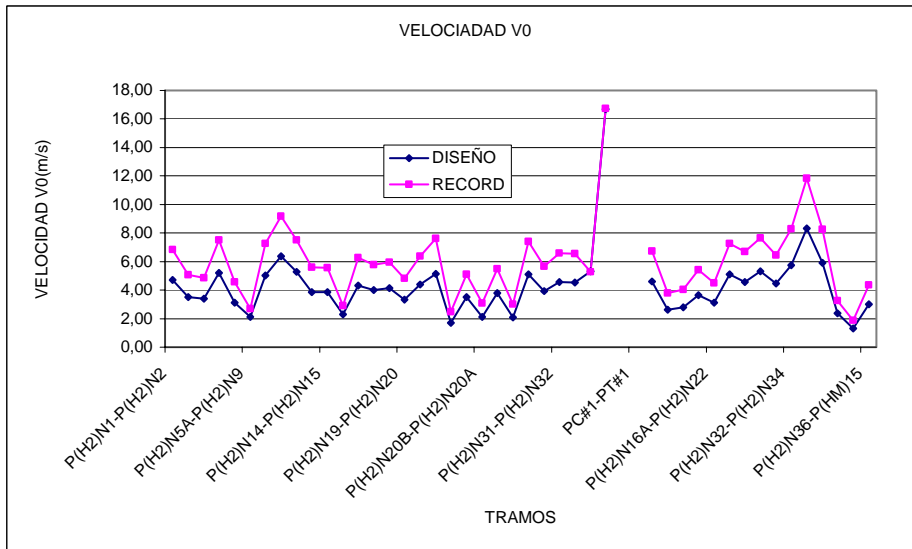


Fig. 47 - Comparación V Hamacas II

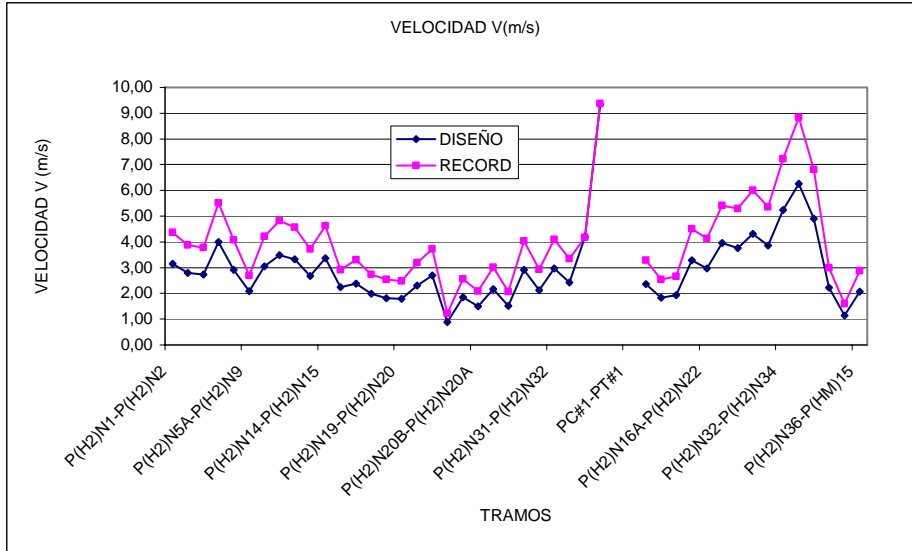


Fig. 48 - Comparación Ft Hamacas II

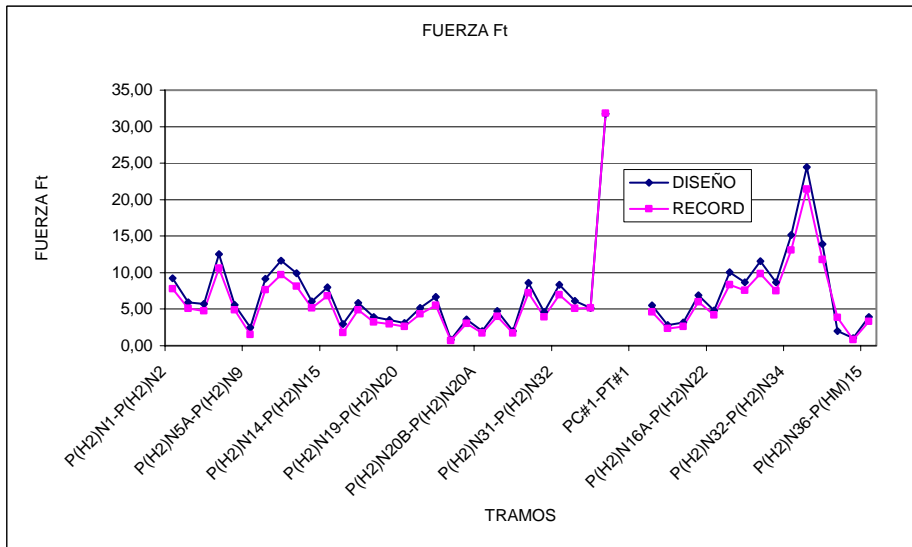


Fig. 49 - Comparación F Hamacas II

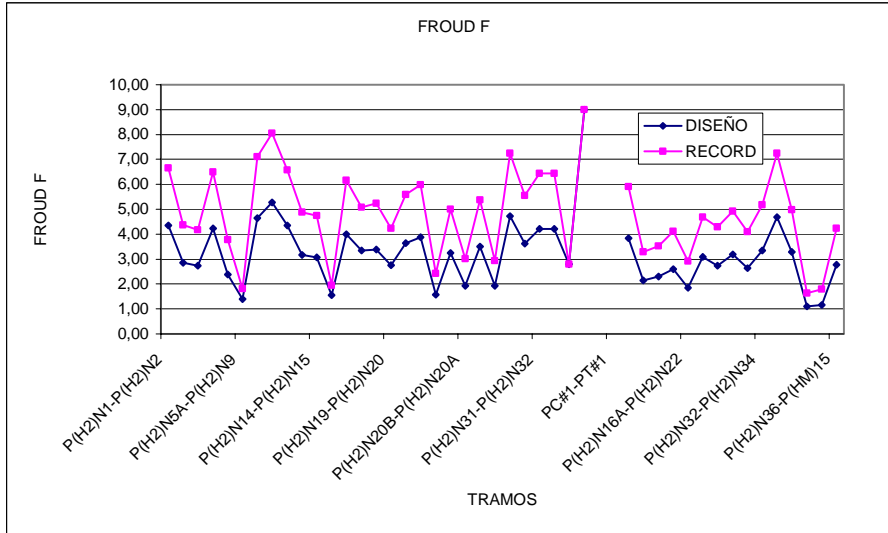
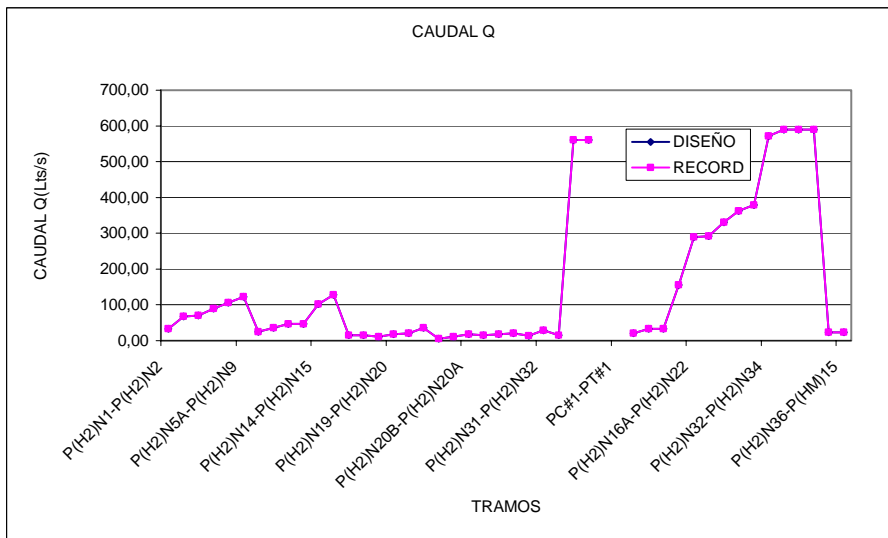


Fig. 50 - Comparación Q Hamacas II



5.5. BARRIO OMAGA

En el alcantarillado combinado construido se aumentó los diámetros en un 13.13% por tanto Q/Q_0 disminuyó en un 7.22%. Las pendientes disminuyeron en un 23.78% disminuyendo las velocidades en un 9.41% al igual que la fuerza tractiva en un 17.8%. Las áreas aferentes aumentaron haciendo que el caudal aumentara en un 7.83%. El material de la tubería no cambió, Gres para ambos casos.

	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
Valor. Max %	0	53.1	30.18	0	22.69	23.86	44	27.42
Valor. Min %	-25	-4.28	-16.4	-30.2	-13.9	-2.78	-4.66	-4.28
%Diferencia	-13.13	23.8	7.22	-7.83	6.8	9.41	17.8	10.29

Fig. 51 - Comparación Diámetros Omagá

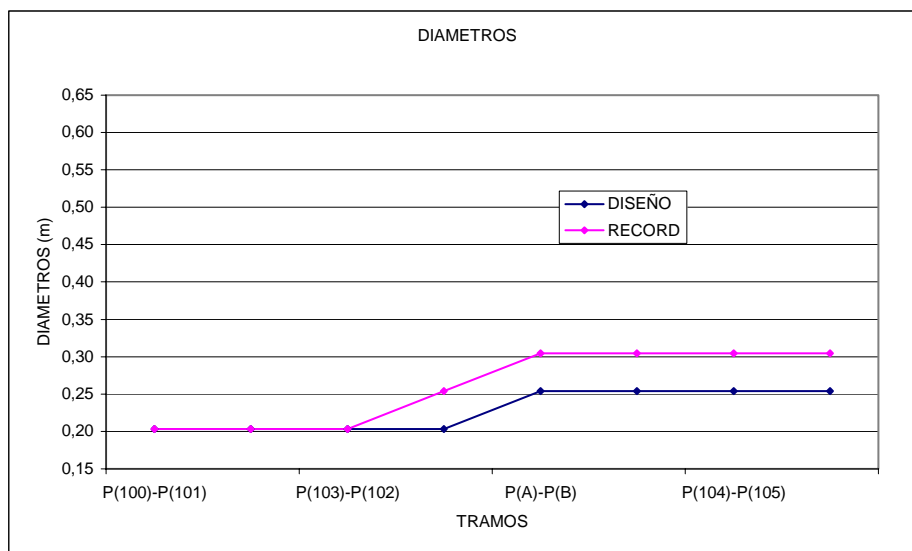


Fig. 52 - Comparación Pendientes Omagá

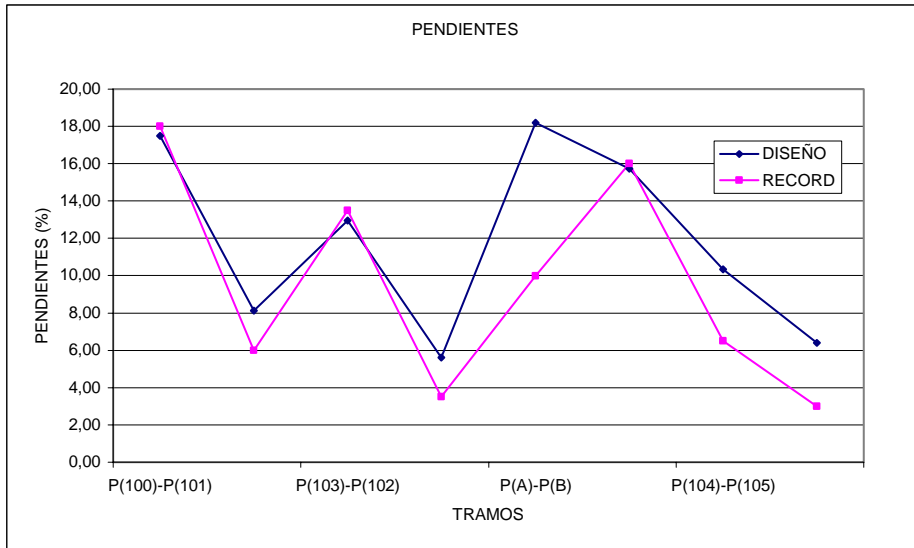


Fig. 53 - Comparación Q/Qo Omagá

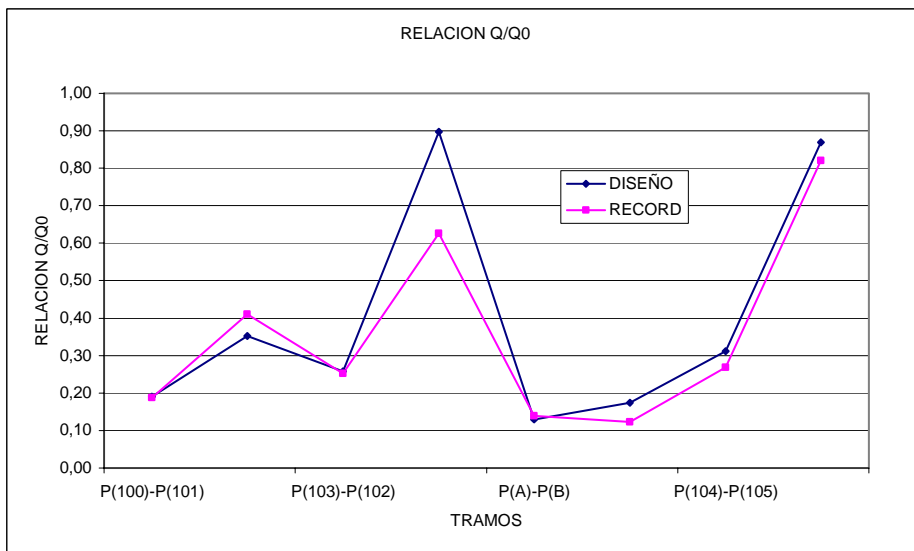


Fig. 54 - Comparación Vo Omagá

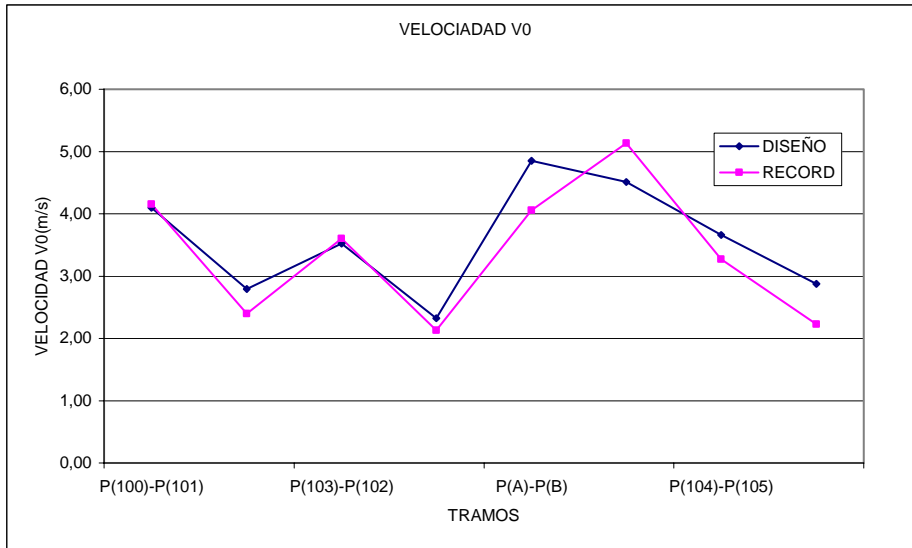


Fig. 55 - Comparación V Omagá

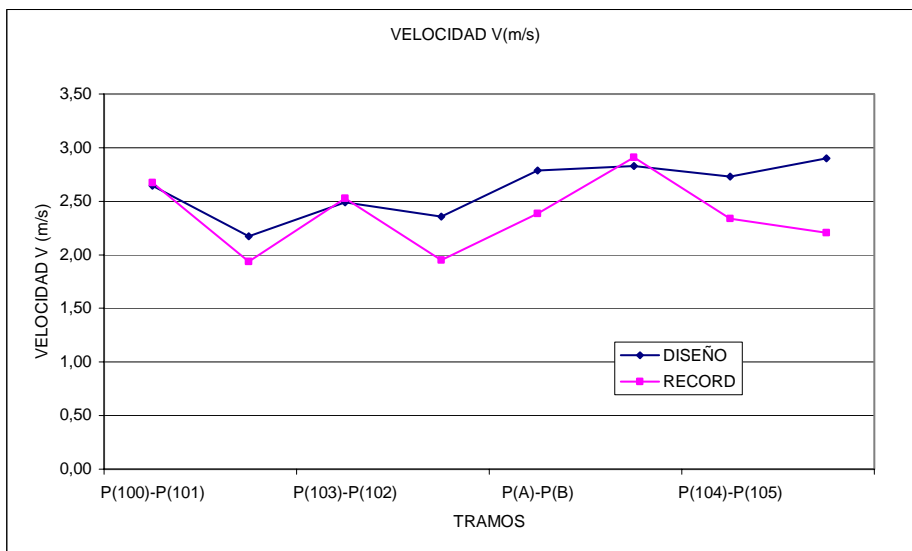


Fig. 56 - Comparación Ft Omagá

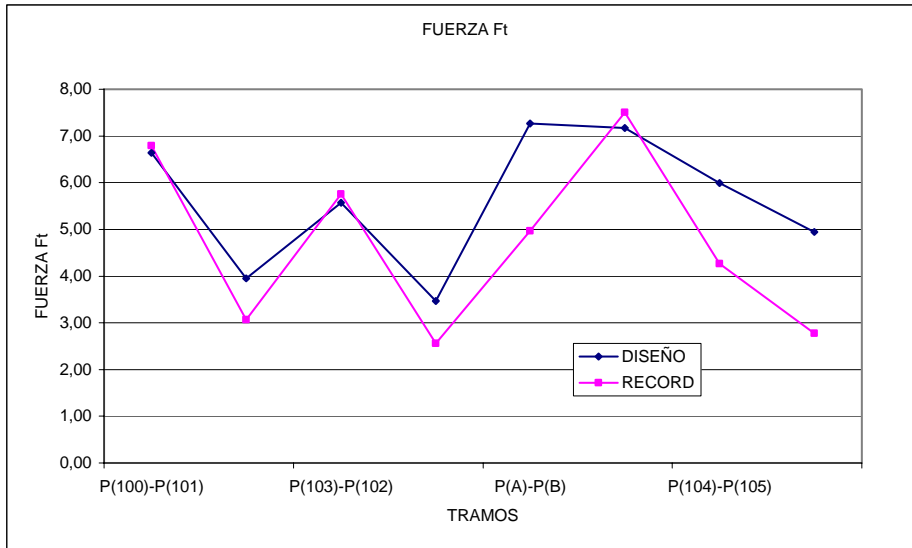


Fig. 57 - Comparación F Omagá

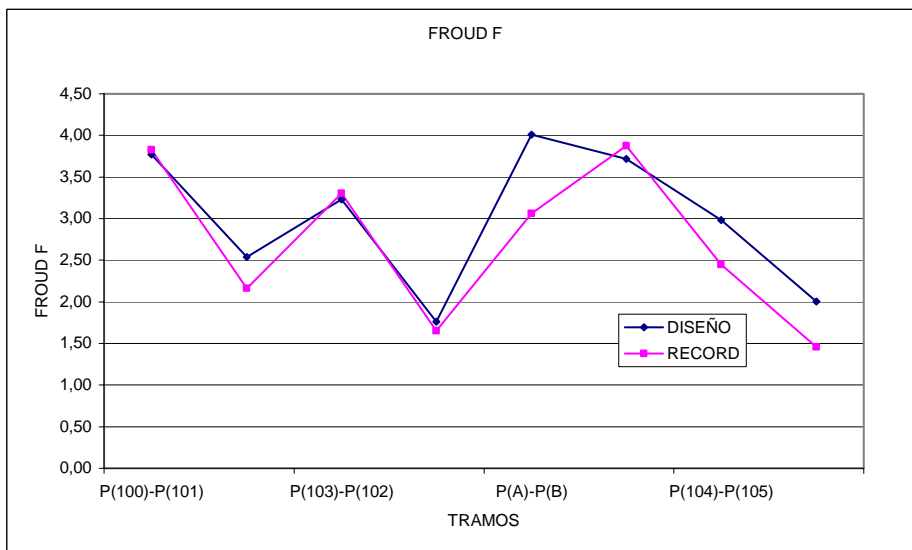
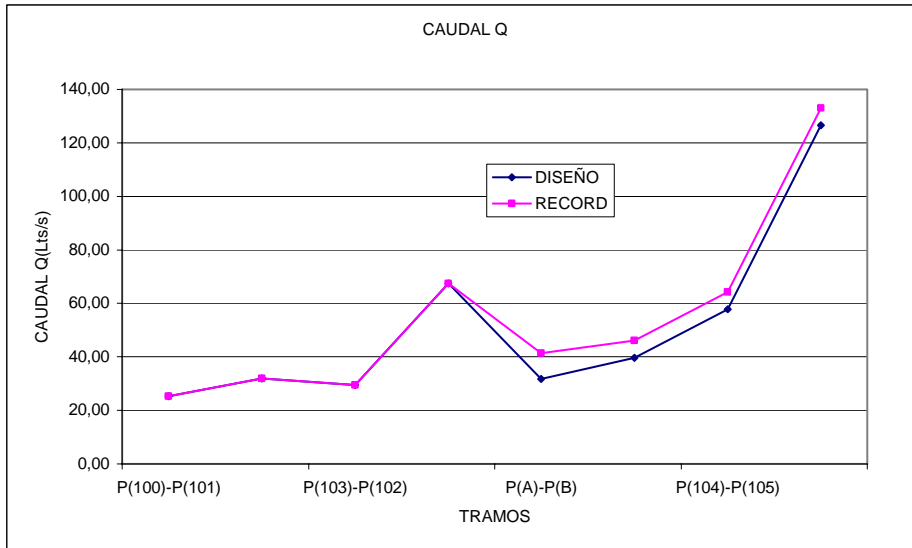


Fig. 58 - Comparación Q Omagá



CONCLUSIONES

- En Excel se almacenó la información de doce barrios de la zona norte de Bucaramanga arrojando un total de 839 pozos registrados y 28.049 Km. de tubería, los resultados fueron así:

	No. Pozos	L (m)
ALTOS DEL KENNEDY	65	1238.67
KENNEDY	105	5480.51
MARIA PAZ	112	4094.74
CLAVERIANO	78	2484.03
HAMACAS I	28	481.34
HAMACAS II	45	1072.30
BALCONES KENNEDY	54	1666.62
VILLA HELENA	57	1750.20
VILLA ROSA	134	5372.80
TEJAR I	65	1915.70
TEJAR II	87	2232.90
OMAGA	9	260.00
TOTAL	839	28049.81

- Debido a la falta de información, solo se cargaron, al Servidor de la Base de Datos Oracle, 9 de los 12 barrios almacenados en Excel. Futuras investigaciones de campo serán necesarias para obtener resultados más confiables.

- El programa “Sistema de Captura de Datos de Redes de Alcantarillado” es más eficiente en el proceso de captura de datos que el SIIDAR, encargado principalmente de digitalizar planos automáticamente, ya que en dicho proceso de introducir la información este se hace lento y tiene varios errores en los campos de ingreso de los datos por esta razón se utiliza el nuevo programa con mejores resultados.
- El Sistema de Información Geográfica (SIG) de la CDMB, es una herramienta de gran importancia para el desarrollo de los diferentes procesos que efectúa esta entidad. Tal es el caso de la actualización del catastro de redes, que permite tener disponibilidad de la información de una manera rápida, contribuyendo a realizar de manera oportuna, eficiente y eficaz las labores de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado.
- Toda la generación de nueva información que puede proveer un SIG depende significativamente de la información que poseen las bases de datos disponibles. La calidad de esta base de datos y sus contenidos determinan la cantidad y calidad de los resultados obtenidos del SIG. Por eso es importante que la CDMB mantenga una actualización continua de la Base de Datos.
- Cuatro de los cinco barrios construidos que fueron evaluados cumplen con las normas de diseño de la CDMB. Sólo el barrio Hamacas II presenta dos tramos con inconsistencias, P(H2)N5A a P(H2)N9 y P(H2)N15 a P(H2)N16A, porque utilizaron una tubería de diámetro inferior de la que realmente necesitaba, arrojando un $Q/Q_0 > 0.9$. En el tramo P(H2)N15 a P(H2)N16A podría haber problemas de rebosamiento, se quiso investigar si había boquilla en ese punto crítico pero no se pudo obtener esa información.

- En el Barrio Claveriano dos de las tres estructuras de entrega (cabezotes) de las aguas lluvias, el flujo llega a la quebrada con un régimen supercrítico tanto en el diseño ($F = 1.97$ y 3.04) como en el construido ($F=1.15$ y 1.81), pudiendo haber socavación en el lugar de entrega. No hay información al respecto si el sitio de entrega esta debidamente protegido.
- Los cambios en los parámetros iniciales de diseño como la rugosidad fueron:

BARRIO	n	
	diseñado	construido
ALT.KENNED SANIT.	0.014 (Gres)	0.014 (Gres)
ALT.KENNED PLUV.	0.014 (Gres)	0.014 (Gres)
CLAVERIANO	0.014 (Gres)	0.009 (Novaf)
HAMACAS I	0.014 (Gres)	0.009 (Novaf)
HAMACAS II	0.014 (Gres)	0.009 (Novaf)
OMAGA	0.014 (Gres)	0.014 (Gres)

- Las diferencias arrojadas en porcentaje de los diferentes parámetros, entre los barrios diseñados y construidos fueron:

DIFERENCIAS EXPRESADAS EN PORCENTAJE								
BARRIO	Diám.(m)	Pend	Q/Qo	Q	Vo	V	Ft	F
ALT.KENNED SANITAR	0	20.4	-31	0	13.6	10.5	17.3	13.7
ALT.KENNED PLUVIAL	0	14.9	-44	-7.5	12.3	8.19	12.5	13.1
CLAVERIANO	5.79	-33	6.43	-0.2	-44	-32	-4.9	-53
HAMACAS I	9.78	1.97	6.75	0	-41	-35	16.2	-50
HAMACAS II	10.86	-3	10	0	-42	-36	13.3	-50
OMAGA	-13.13	23.8	7.22	-7.8	6.8	9.41	17.8	10.3

Los valores negativos significan que los parámetros del alcantarillado construido son mayores que los parámetros de diseño inicialmente

contemplados, los valores positivos que el construido esta por debajo del diseñado, el valor cero que permanecieron constantes.

Se puede concluir que los cambios en los parámetros iniciales de diseño producen cambios en las condiciones hidráulicas del alcantarillado. Aumento en pendientes genera aumento en velocidades y viceversa. En los barrios donde se cambio el material de la tubería se opto por un material más económico, menos rugoso, proporcionando mayores velocidades. El Barrio Claveriano es el que presenta mayores diferencias en cuanto a pendientes, con un 33% de aumento.

- Al cambiar los parámetros iniciales de diseño hay grandes variaciones en los demás parámetros hidráulicos pero esto no influyó para que el alcantarillado construido no funcionara.

- Las diferencias que resultan entre las memorias de diseño de un proyecto y el plano record radica principalmente en que los diseños están basados en información extraída de planos con curvas de nivel sin tener en cuenta los debidos levantamientos topográficos con los terraceos de la zona urbanística. Incumpléndose así con los verdaderos procedimientos para efectuar obras de construcción de alcantarillado.

BIBLIOGRAFIA

GÓMEZ GÓMEZ, Jorge Hernando. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Bucaramanga: Ediciones UIS, 1999.

GÓMEZ GÓMEZ, Jorge Hernando. Arcview Gis : Curso Básico. Bucaramanga: Ediciones UIS.

CDMB. Normas Técnicas para diseño presentación de Proyectos de Alcantarillado, 1997.

CDMB. Documentación perteneciente a Proyectos Externos, Plan Maestro De Alcantarillado, Planotecas Finca La Esperanza y Planotecas CDMB.

http://gis.sopde.es/cursosgis/DHTML/que_2.html

<http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/Elgis000.htm>

<http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/sig.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>

<http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp?Info=012>

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

ANEXO A

BASE DE DATOS EXCEL

ANEXO B

MANUAL DEL USUARIO SISTEMA DE CAPTURA DE DATOS CATASTRO DE REDES DE ALCANTARILLADO

ANEXO C

MANUAL WALKAN

ANEXO D

TABLAS CALCULOS DE CAUDALES