



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS**



RESUMEN – TESIS DE GRADO

Autor: CLAUDIA PATRICIA URIBE RAMIREZ
HERNANDO JOSE CELY MOGOLLON

Facultad: INGENIERÍA

Plan de Estudios: INGENIERÍA CIVIL

Director: LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA

Título de la Tesis: PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL
MUNICIPIO DE HERRÁN EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

Este proyecto se orientará a la consecución de un Programa para el uso adecuado del agua en el Municipio de Herrán, que permita mejorar la prestación y calidad de los servicios públicos domiciliarios (acueducto, alcantarillado y aseo), adoptando las acciones, cambios y mejoras para conseguirlo por medio de el Plan de Acción Técnico y el Plan de Acción Institucional, preservando la sostenibilidad de tan valioso líquido.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS 268 PLANOS 8 ILUSTRACIONES CD-ROM 1

**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO
DE HERRÁN EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**CLAUDIA PATRICIA URIBE RAMIREZ
HERNANDO JOSE CELY MOGOLLON**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL
SAN JOSE DE CÚCUTA
2006**

**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO
DE HERRÁN EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**CLAUDIA PATRICIA URIBE RAMÍREZ
HERNANDO JOSÉ CELY MOGOLLÓN**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2006**



ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 10 DE MAYO DE 2006 HORA : 10:00 a. m.

LUGAR : SALA 1 - EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE HERRAN"

JURADOS : JORGE ENRIQUE BUITRAGO CASTILLO
JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA

DIRECTOR : INGENIERO LUZ MARINA BARBOSA SEPULVEDA.

| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: | CODIGO | CALIFICACION | |
|--------------------------------|--------|--------------|--------------|
| | | NUMERO | LETRA |
| CLAUDIA PATRICIA URIBE RAMIREZ | 112886 | 4,0 | CUATRO, CERO |
| HERNANDO JOSE CELY MOGOLLON | 113089 | 4,0 | CUATRO, CERO |

A P R O B A D A


FIRMA DE LOS JURADOS



JORGE ENRIQUE BUITRAGO CASTILLO



JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA

Vo.Bo. 

JAVIER ANDRÉS ZAMBRANO GALVIS
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Este gran paso lo dedico:

A Dios, por darme la fuerza y la perseverancia para salir adelante.

A Mis Padres, porque sin ellos no tendría la dicha de estar en este mundo, por sus enseñanzas y por hacer de mi una mujer de bien.

A Hermes Jiménez, mi novio, mi amigo, mi motor, a él le debo la ayuda y la perseverancia por hacer de mi una Ingeniera Civil, por estar presente en cada uno de mis logros y mis fracasos, por llorar conmigo, por reír conmigo, por darme todo lo que necesito, por demostrarme en cada uno de estos años que lo que se desea se puede alcanzar.

A Hernando, mi compañero de tesis, por su paciencia y porque hasta en los momentos mas estresantes me hacía reír.

A Todos aquellos que de una u otra forma han hecho parte de este logro.

Claudia Patricia

Este triunfo se lo dedico especialmente a Dios y a mi madre que aunque no esté conmigo en este momento tan importante de mi vida, yo sé que ella junto con el Señor me han iluminado y guiado durante toda mi vida para que las metas que me proponga sean cumplidas.

A mi abuela, quién ha sido mi madre durante 23 años de vida y quién con su sacrificio y amor no solo por mí, sino por mi hermana y toda mi familia ha sido la forjadora de este triunfo y quién me da la fuerza para seguir luchando en mi vida no solo por un ideal sino por ser cada ves un mejor ser humano.

A mi hermana, tíos, primos y demás familiares, quienes con su apoyo no solo económico sino moral han hecho de mí un mejor ser humano responsable, culto y honesto y es por todas estas personas tan importantes en mi vida que seguiré luchando por la búsqueda de mis metas, para que en un futuro no muy lejano pueda ser un apoyo para todos ellos y todas aquellas personas que creyeron en mí.

Hernando José

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, por recibirnos y brindarnos los recursos necesarios que permitieron nuestra formación profesional.

La Directora del Proyecto, Ingeniero LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA, por brindarnos su apoyo y guiarnos para que este proyecto se realizara de la mejor manera y cumpliera con todos los objetivos propuestos.

El ingeniero FIDEL CUBEROS, por su amistad y colaboración brindada en el desarrollo de este proyecto.

Los ingenieros FERNANDO ORTEGA y ARMANDO MALDONADO, por ofrecernos su apoyo y colaboración técnica en la elaboración del proyecto.

El ingeniero MARIA EUGENIA MORENO, por su aporte de conocimientos en el área química al realizar los ensayos de calidad del agua correspondiente en la elaboración de este proyecto.

JANELLE BUSTOS y CARLOS SEQUEDA, por su valiosa colaboración y apoyo tecnológico a lo largo de todo el proyecto.

CORPONOR, por facilitarnos la información necesaria para la estimación de la oferta del recurso hídrico.

CONTENIDO

| | pág. |
|--------------------------------|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 22 |
| 1. PROBLEMA | 25 |
| 1.1 TÍTULO | 25 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 25 |
| 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 25 |
| 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 26 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 26 |
| 1.6 OBJETIVOS | 26 |
| 1.6.1 Objetivo general | 26 |
| 1.6.2 Objetivos específicos | 27 |
| 1.7 MARCO TEÓRICO | 27 |
| 1.8 MARCO CONCEPTUAL | 27 |
| 2. GENERALIDADES | 32 |

| | |
|---|----|
| 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE HERRÁN NORTE DE SANTANDER | 32 |
| 2.2 RESEÑA HISTÓRICA | 33 |
| 2.3 VÍAS DE ACCESO Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN | 34 |
| 2.4 ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO | 35 |
| 2.4.1 Agricultura | 35 |
| 2.4.2 Sector pecuario | 36 |
| 2.4.3 Sector Minero | 36 |
| 2.4.4 Comercio | 38 |
| 2.4.5 Manufactura | 38 |
| 2.5 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS | 38 |
| 2.5.1 Geología | 38 |
| 2.5.2 Riesgos y amenazas naturales del suelo urbano | 38 |
| 2.6 HIDROLOGÍA | 39 |
| 2.7 PRECIPITACIÓN | 40 |
| 2.8 TEMPERATURA | 40 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 2.9 RELIEVE | 40 |
| 2.10 URBANISMO | 41 |
| 2.10.1 Infraestructura | 42 |
| 2.10.2 Índice de ocupación | 42 |
| 2.10.3 Calidad de vivienda | 43 |
| 2.11 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS | 44 |
| 2.11.1 Acueducto | 44 |
| 2.11.2 Alcantarillado | 44 |
| 2.11.3 Residuos sólidos | 44 |
| 3. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA | 45 |
| 3.1 ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN | 45 |
| 3.1.1 Aspectos demográficos | 45 |
| 3.1.2 Proyección de la población | 45 |
| 3.1.3 Nivel de complejidad | 48 |
| 3.2 DOTACIONES | 48 |
| 3.2.1 Dotación neta | 48 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2. Dotación bruta | 49 |
| 3.3 DEMANDA Y CAUDALES DE DISEÑO | 50 |
| 3.3.1 Caudal medio diario (Qmd) | 50 |
| 3.3.2 Caudal máximo diario (QMD) | 50 |
| 3.3.3 Caudal máximo horario (QMH) | 51 |
| 3.4 DOTACIONES ACTUALES | 53 |
| 4. ANÁLISIS DE LA OFERTA | 55 |
| 4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES | 56 |
| 4.1.1 Precipitación | 56 |
| 4.1.2 Evapotranspiración | 56 |
| 4.1.3 Área | 57 |
| 4.1.4 Caudal | 57 |
| 4.2 OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO | 57 |
| 4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES ABASTECEDORAS | 59 |
| 4.3.1 Quebrada El Molino | 59 |
| 4.4 CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS | 60 |

| | |
|--|-----|
| 4.4.1 Clima | 60 |
| 4.4.2 Calidad del agua | 60 |
| 4.5 CUANTIFICACIÓN DE LA OFERTA | 63 |
| 4.5.1 Determinación de caudales | 63 |
| 4.6 CUANTIFICACIÓN DE LA OFERTA FUTURA | 68 |
| 4.6.1 Descripción de la Quebrada Agua blanca | 68 |
| 4.6.2 Determinación de caudal | 69 |
| 5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DE LOS SISTEMAS | 70 |
| 5.1 SISTEMA DE ACUEDUCTO | 70 |
| 5.1.1 Subsistema Santos Ochoa | 70 |
| 5.1.2 Subsistema Los Olivos. | 72 |
| 5.2 EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS | 73 |
| 5.2.1 Subsistema Santos Ochoa | 74 |
| 5.2.2 Subsistema Los Olivos | 108 |
| 5.3 PLANTA DE TRATAMIENTO | 111 |
| 5.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO | 113 |

| | |
|--|-----|
| 5.4.1 Características del tanque | 113 |
| 5.4.2 Capacidad de regulación actual | 113 |
| 5.4.3 Capacidad de regulación proyectada | 115 |
| 5.4.4 Vida útil del tanque | 116 |
| 5.5 RED DE DISTRIBUCIÓN | 117 |
| 5.6 ALCANTARILLADO | 117 |
| 6. DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL | 119 |
| 7. PÉRDIDAS EN EL SISTEMA | 122 |
| 7.1 AGUA NO CONTABILIZADA | 122 |
| 7.2 PÉRDIDAS DE AGUA CRUDA | 122 |
| 8. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS | 124 |
| 8.1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO | 124 |
| 8.2 ALTERNATIVA 1: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE | 127 |
| 8.2.1 Subsistema Santos Ochoa | 128 |
| 8.2.2 Subsistema los Olivos | 137 |

| | |
|--|-----|
| 8.2.3 Costo de la Alternativa No. 1 | 148 |
| 8.3 ALTERNATIVA 2: NUEVA FUENTE ABASTECEDORA | 151 |
| 8.3.1 Dimensionamiento Captación Quebrada Agua Blanca | 151 |
| 8.3.2 Dimensionamiento Desarenador Quebrada Agua Blanca | 159 |
| 8.3.3 Línea de aducción desarenador – planta de tratamiento | 169 |
| 8.3.4 Adecuación planta de tratamiento | 169 |
| 8.3.5 Diseño del tanque de almacenamiento | 174 |
| 8.3.6 Red de distribución | 174 |
| 8.3.7 Costos alternativa No. 2 | 174 |
| 9. PROGRAMA USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE HERRÁN | 178 |
| 9.1 PLAN DE ACCIÓN TÉCNICO | 178 |
| 9.2 PLAN DE ACCION INSTITUCIONAL | 178 |
| 9.2.1 Planteamiento de alternativas para la administración de los servicios públicos | 179 |
| 9.2.2 Control de agua no contabilizada | 185 |
| 9.2.3 Detección y control de fugas visibles y no visibles | 187 |

| | |
|---|-----|
| 9.2.4 Programa de Educación Comunitaria | 190 |
| 10. CONCLUSIONES | 191 |
| 11. RECOMENDACIONES | 193 |
| BIBLIOGRAFÍA | 195 |
| ANEXOS | 196 |