



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

**AUTORES: YERSON YEFREY LOBO GUERRERO**  
**SABIER ALBERTO MEJIA RIZO**

**FACULTAD DE INGENIERIAS**

**PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL**

**DIRECTOR: LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA**

**TITULO DE LA TESIS “PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE HACARÍ, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER”**

### RESUMEN

Cada vez con mayor frecuencia se impone la tesis que toda persona, natural o jurídica, tiene la impostergable obligación de propender por la investigación y el desarrollo de los temas relacionados con el manejo, recuperación y sostenimiento de los recursos hídricos del entorno que habita.

Es así como se asume que los profesionales cuyas áreas de ejercicio laboral se relacionen con este cometido, deben aportar sus esfuerzos a la consolidación de propuestas que coadyuven con la recuperación y sostenimiento de las fuentes hídricas y el uso eficiente y el ahorro de este recurso vital para el sostenimiento del hombre.

### CARACTERISTICAS

PAGINAS 269 PLANOS      ILUSTRACIONES      CD-ROM 1

**“PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE HACARÍ, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER”**

**YERSON YEFREY LOBO GUERRERO  
SABIER ALBERTO MEJIA RIZO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2005**

**“PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE HACARÍ, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER”**

**YERSON YEFREY LOBO GUERRERO  
SABIER ALBERTO MEJIA RIZO**

**Trabajo 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 INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2005**



## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 12 DE AGOSTO DE 2005 HORA : 4:00 p. m.

LUGAR : LABORATORIOS TERREOS SALON 1 - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA  
EN EL MUNICIPIO DE HACARI NORTE DE SANTANDER".

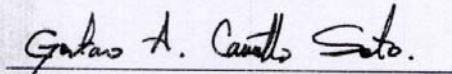
JURADOS : GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO.  
JAIME BARAJAS LEON  
JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS

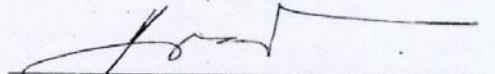
DIRECTOR : INGENIERA LUZ MARINA BARBOSA SEPULVEDA

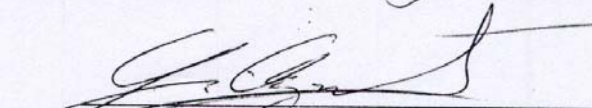
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION
YERSON YEFREY LOBO GUERRERO	113353	4,2 CUATRO, DOS
SABIER ALBERTO MEJIA RIZO	113359	4,2 CUATRO, DOS

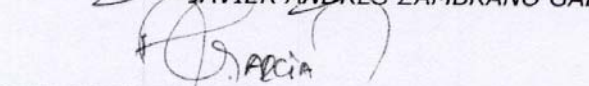
# APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS

  
GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

  
JAIME BARAJAS LEON

  
JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS

Vo.Bo.   
JOSE HERNANDO GARCIA JAIMES  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Dedico este logro a DIOS por ser mi creador y la luz que me guía por el sendero del bien, y por darme la oportunidad de tener los mejores padres del mundo.

A mis padres WILSON y RUTH, las personas a las que más quiero, que con su amor esfuerzo y dedicación me han apoyado en todos las metas que me he propuesto.

A mi hermano CAMILO, mi mejor amigo el que siempre ha estado conmigo en los momentos más difíciles y me brinda su apoyo incondicional.

A mis abuelos GRACIELA Y ANTONIO (q.e.p.d.) y mi tío GUSTAVO (q.e.p.d.) por ser las personas que me impulsan y me dan fuerza para lograr seguir creciendo como persona.

A mi compañero y amigo SABIER por estar en todos los momentos difíciles durante la carrera, por ser la persona que supo comprender mi carácter.

A todos mis familiares y amigos, quienes de una u otra forma me ayudaron a culminar con éxito mis estudios.

**YERSON**

He querido dedicar este proyecto al Todo Poderoso, porque sin su ayuda hubiese sido más difícil atravesar el duro camino que conlleva a obtener este título; ya que fue mi luz en las noches de estudio y mi guía en los momentos de duda.

También deseo dedicárselo a mi madre GLADIS porque ha sido mi más fiel amiga y consejera en las decisiones más importantes.

A mi padre JULIO ya que confió en mí, brindándome su respaldo y seguridad , además a mis hermanos LILI, SOCRATES, RENE, ROMULO Y JULIO porque colocaron todas sus esperanzas en mis capacidades para lograr las metas trazadas.

A mi tía AHIDA por aportar su grano de arena que gracias a su ayuda, dedicación y esfuerzo desinteresado me ayudo a construir este sueño.

A mis abuelos JORGE Y CARMELA por creer en mí, infundiéndome principios y valores.

A mi compañero de tesis por tolerar mi carácter, y por compartir conmigo sus conocimientos.

**SABIER**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA. Ingeniero Civil. Directora del proyecto, por su orientación y apoyo incondicional en el desarrollo de éste.

JAIME BARAJAS LEON. Ingeniero Civil. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER. Por ser nuestro segundo hogar y brindarnos todos los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera.

YADER ALFONSO GUERRERO. Ingeniero Civil, por su colaboración en la realización de los planos.

LAURA BARRERA. Lic. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada para la realización de la cartilla.

YULIETH ORTEGA. Asesora Alcaldía de Hacarí N. de S., por su colaboración desinteresada e incondicional.

ALCALDIA MUNICIPAL DE HACARÍ N. DE S., por brindarnos todo el apoyo que necesitamos para la realización del proyecto.

A todos los amigos y compañeros que de una u otra manera colaboraron en la realización de este proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	25
1. PROBLEMA	26
1.1 TITTULO	26
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	26
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
1.5 JUSTIFICACIÓN	26
1.6 OBJETIVOS	27
1.6.1 Objetivo general	27
1.6.2 Objetivos específicos.	27
2. GENERALIDADES	28
2.1 RESEÑA HISTÓRICA	28
2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	29



2.2.1 Localización	29
2.2.2 Extensión	31
2.2.3 Límites	31
2.3 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA	31
2.3.1 División político administrativa rural	33
2.3.2 División político administrativa urbano	33
2.4 VIAS DE ACCESO	33
2.4.1 Clasificación administrativa e institucional	33
2.4.2 Clasificación según el tipo de superficie de rodadura	35
2.4.3 Sistema vial urbano	35
2.4.4 Puentes	37
2.5 RELIEVE SUPERFICIAL (PENDIENTES)	37
2.6 GEOLOGIA MORFOLÓGICA	38
2.6.1 Geología rural	38
2.6.2 Geología estructural	40

2.6.3 Geología económica-potencial minero	40
2.7 GEOLOGIA URBANA	41
2.7.1 Estratificación	41
2.8 GEOMORFOLOGIA URBANA	43
2.9 CLIMATOLOGIA	43
2.9.1 Temperatura	43
2.9.2 Precipitación	44
2.9.3 Evapotranspiración potencial	45
2.9.4 Índice de aridez	45
2.10 HIDROLOGIA	46
2.10.1 Red hídrica	46
2.10.2 Oferta del recurso hídrico	49
2.10.3 Demanda hídrica	49
2.11 COVERTURA VEGETAL	50
2.12 FAUNA	51

2.13 ACTIVIDAD ECONOMICA DOMINANTE	51
2.13.1 Sector agrícola	51
2.13.2 Sector pecuario	52
2.13.3 Sector forestal	52
2.14 SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS	52
2.14.1 Salud	52
2.14.2 Educación	53
2.15 EQUIPAMIENTO	53
2.15.1 Acueducto	54
2.15.2 Alcantarillado	54
2.15.3 Disposición de residuos sólidos	55
2.15.4 Electrificación	55
2.15.5 Comunicaciones	56
2.15.6 Transporte	56
2.15.7 Cementerio	56

2.15.8 Plaza de mercado	56
2.15.9 Banco Agrario	57
3. ESTUDIO DE POBLACION Y DEMANDA	58
3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	58
3.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	59
3.2.1 Proyección de población	59
3.2.2 Comportamiento de la tasa de crecimiento poblacional	60
3.3 DEMANDA	62
3.3.1 Nivel de complejidad	62
3.4 DOTACIONES	62
3.4.1 Dotación neta de consumo	62
3.4.2 Dotación bruta de consumo	64
3.5 CAUDAL DE DISEÑO	64
3.5.1 Caudal medio diario	65
3.5.2 Caudal máximo diario	65

3.5.3 Caudal máximo horario	65
3.5.4 Cálculo de la demanda actual	68
3.6 ANÁLISIS DE LA OFERTA	69
3.6.1 Cuenca hidrográfica Quebrada Martínez	69
3.6.2 Fuente Quebrada Martínez	70
3.6.3 Captación	72
3.7 CUANTIFICACION DE LA OFERTA	72
3.8 EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA SEGÚN DECRETO 475/1998	85
3.9 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE HACARÍ	89
3.9.1 Sistema de acueducto	89
3.9.2 Sistema de alcantarillado	128
3.9.3 Empresa de servicios públicos domiciliarias (E.S.P)	129
3.9.4 Pérdidas en la Aduccion-Desarenador-Tanque de almacenamiento	130
4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	131

4.1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	134
4.2 PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE HACARÍ N. DE S.	135
4.3 PLAN DE ACCIÓN TÉCNICA	135
4.3.1 Diseño de un sistema de bombeo y un tanque de compensación que suministren agua tratada a los barrios Pinzón Castilla y 20 de Julio	138
4.3.2 Diseño de un tanque de almacenamiento paralelo al antiguo con el fin de suministrar el caudal máximo horario requerido para el barrio central	162
4.3.3 Presupuesto general	165
4.4 PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL	168
4.4.1 Planteamiento de alternativas para la administración de los servicios públicos	170
4.4.2 Organización institucional de la empresa municipal de servicios públicos domiciliarios de Hacarí	171
4.4.3 Sistema comercial	172
4.4.4 Sistema financiero	176
4.4.5 Cálculo de los gastos de administración	178
4.4.6 Estimativo de los costos anuales de operación y mantenimiento del sistema	179

4.4.7 Estimativo de las inversiones requeridas en corto, mediano y largo plazo	180
4.4.8 Subsidio	181
4.4.9 Cálculo de la tarifa	182
4.5 CONTROL DE AGUA NO CONTABILIZADA	186
5. CONCLUSIONES	194
6. RECOMENDACIONES	199
BIBLIOGRAFÍA	201
ANEXOS	202