



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN – TESIS DE GRADO

**AUTORES: LIBARDO JAIR JÁCOME CLARO**  
**EDER ESTRADA MUÑOZ**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**

**DIRECTOR: LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA**

**TITULO DE LA TESIS: PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL  
AGUA EN EL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN**

### RESUMEN

En el siguiente trabajo se realizó un estudio de la demanda de agua en la cabecera del municipio. Se estableció un balance entre la demanda y oferta disponible de la fuente abastecedora. Se evaluaron las pérdidas en el sistema de acueducto del municipio. Y se apoyó técnicamente a la cooperativa prestadora de servicios públicos del municipio de La Playa de Belén (COOSERPLAY), para dar cumplimiento a la Ley 373/97.

### CARACTERISTICAS

PAGINAS\_241\_ PLANOS\_\_ ILUSTRACIONES \_\_\_ CD-ROM\_\_1\_\_

**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE LA PLAYA DE BELÉN**

**LIBARDO JAIR JÁCOME CLARO  
EDER ESTRADA MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2008**

**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE LA PLAYA DE BELÉN**

**LIBARDO JAIR JÁCOME CLARO  
EDER ESTRADA MUÑOZ**

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

**Directora  
LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA  
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2008**



## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 3 DE MARZO DE 2008 HORA: 2:00 p. m.

LUGAR : SALA 4 - TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

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

JURADOS : ING. JORGE ENRIQUE BUITRAGO CASTILLO  
ING. JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA

DIRECTOR : INGENIERA LUZ MARINA BARBOSA SEPULVEDA .

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
LIBARDO JAIR JACOME CLARO	0113797	4,0	CUATRO, CERO
EDER ESTRADA MUÑOZ	0113753	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.

A mis padres Libardo Jácome y Nubia Claro, por darme la existencia y por ser esos seres incomparables llenos de mucho amor, ternura y comprensión, ya que ellos son los verdaderos dueños de este logro.

A mis hermanos Erika Jácome y Diego Jácome, por creer en mí y por estar en los momentos oportunos cuando los he necesitado.

***Libardo Jair Jácome Claro***

A mis padres Beatriz Elena Muñoz Cera y Otoniel Estrada Tovar, seres especiales que con su esfuerzo se convirtieron en la plataforma de apoyo, en la que construí este sueño que hoy se hace realidad.

A mis hermanos y a todos mis familiares presentes y ausentes, que son la inspiración de cada paso que doy en el largo camino del existir.

A mis amigos y a cada una de las personas que fueron partícipes de este logro.

***Eder Estrada Muñoz***

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del trabajo expresa sus agradecimientos a:

A la empresa COOSERPLAY del municipio de la Playa de Belén, quienes nos brindaron la información necesaria.

A la Ingeniera Luz Marina Barbosa Sepúlveda por su compromiso y aporte en nuestro proyecto de grado.

A Aldo Barrera y Diego Pineda quienes siguieron este proceso, aportando sus ideas e inquietudes.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. GENERALIDADES	28
1.1 INFORMACIÓN DEPARTAMENTAL	28
1.2 INFORMACIÓN MUNICIPAL	29
2. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA	53
2.1 ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS	53
2.2 PROYECCIONES DE POBLACIÓN	54
2.2.1 Período de diseño	54
2.2.2 Tasa crecimiento promedio en la cabecera municipal	55
2.2.3 Tasa adoptada para el proyecto	55
2.2.4 Proyección de población final	55
2.3 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	56
2.3.1 Nivel de complejidad del sistema	56



2.4 DOTACIONES	57
2.4.1 Dotación neta	57
2.4.2 Dotación bruta	58
2.5 CAUDALES DE DISEÑO	58
2.5.1 Caudal medio diario (Qmd)	59
2.5.2 Caudal máximo diario (QMD)	59
2.5.3 Caudal Máximo Horario (QMH)	59
2.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR K2 (QMH/QMD)	61
2.6.1 Caudal máximo diario medido a la entrada del tanque	61
2.6.2 Caudal máximo horario medido a la salida del tanque	62
2.6.3 Cálculos de las pruebas volumétricas	62
2.7 DETERMINACIÓN DE CONSUMOS ACTUALES	65
2.7.1 Cantidad de agua tratada	65
3. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA HÍDRICA	69
3.1 GENERALIDADES	69

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA SUBCUENCA CARGAMANTA	70
3.2.1 Microcuenca La Tenería	71
3.3 OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO	73
3.4 DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO	75
3.5 BALANCE DEMANDA – OFERTA	76
3.6 CUANTIFICACIÓN DE LA OFERTA (QDA. LA HONDA)	80
4. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	82
4.1 FUENTE	84
4.2 CAPTACIÓN	86
4.3 ADUCCIÓN CAPTACIÓN – DESARENADOR	89
4.4 DESARENADOR	91
4.5 ADUCCIÓN DESARENADOR-PLANTA DE TRATAMIENTO (PT)	95
4.6 PLANTA DE TRATAMIENTO (PT)	103
4.6.1 Válvulas de corte	104
4.6.2 Cámara de llegada	105

4.6.3 Tanque dosificador de sulfato	106
4.6.4 Sistema de cascada para mezcla rápida	106
4.6.5 Cámara intermedia entre la cascada y floculador	106
4.6.6 Floculador	107
4.6.7 Sedimentador de flujo horizontal	107
4.6.8 Filtro medio	108
4.6.9 Filtro lento	108
4.6.10 Tanquilla de desinfección	109
4.7 EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	110
4.7.1 Mezcla rápida	110
4.7.2 Floculador	111
4.7.3 Sedimentación	114
4.7.4 Filtración	116
4.7.5 Cloración	117
4.8 TANQUES DE ALMACENAMIENTO	118

4.9 RED DE DISTRIBUCIÓN	119
4.10 ACOMETIDA	119
4.11 CALIDAD DEL AGUA	119
5. DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DEL ENTE ADMINISTRADOR	122
5.1 SISTEMA DE PLANEACIÓN	124
5.2 SISTEMA COMERCIAL	124
5.3 SISTEMA FINANCIERO	126
5.4 SISTEMA ADMINISTRATIVO	126
5.5 SISTEMA OPERATIVO	127
6. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS	129
6.1 AGUA NO CONTABILIZADA	129
6.2 PÉRDIDAS EN ADUCCIÓN BOCATOMA – DESARENADOR	131
6.3 PÉRDIDAS EN EL DESARENADOR	131
6.4 PÉRDIDAS ADUCCIÓN - DESARENADOR – PT	131
6.5 EVALUACIÓN DE LAS PÉRDIDAS FÍSICAS DE AGUA TRATADA	132

6.5.1 Planta de tratamiento	132
6.5.2 Tanque de almacenamiento	132
7. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	133
7.1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	133
7.1.1 Fuente	133
7.1.2 Captación	134
7.1.3 Aducción captación – desarenador	134
7.1.4 Desarenador	135
7.1.5 Aducción desarenador – PT	135
7.1.6 Planta de tratamiento (PT)	136
7.1.7 Tanque de almacenamiento	136
7.1.8 Conducción $T_q$ – red de distribución	137
7.1.9 Red de distribución	138
7.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	138
7.2.1 Alternativas para el manejo de la demanda	140

7.2.2 Alternativas para el manejo de la oferta	141
7.2.3 Prediseños alternativa # 1	143
8. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN NORTE DE SANTANDER	164
8.1 PLAN DE ACCIÓN TÉCNICO	165
8.2 PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL	165
8.2.1 Modernización empresarial	165
8.3 CÁLCULO DE LA TARIFA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS PARA EL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN	171
9. CONCLUSIONES	186
10. RECOMENDACIONES	188
BIBLIOGRAFIA	190
ANEXOS	191