



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



## **RESUMEN – TESIS DE GRADO**

AUTORES DANIEL GIOVANNY GAMBOA RUIZ Y EDWIN EDUARDO MARTÍNEZ BECERRA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR LUIS AUGUSTO BARRAGAN SÁNCHEZ

TITULO DE LA TESIS ESTUDIO Y DISEÑO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA DOS DEPÓSITOS DE FUEL-OIL CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SESENTA Y DOS MIL GALONES PARA LA EMPRESA ENERGY R & M UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

### **RESUMEN**

El objetivo fundamental de este proyecto fue realizar el diseño eléctrico de un depósito de almacenamiento de fuel-oil catalogado como instalación especial por la norma NFPA y el RETIE, el depósito se encontraba en un área urbana por lo tanto debía ir protegido y a prueba de incendios, descargas atmosféricas, accidentes de trabajo y explosiones, dando aplicación de las normas técnicas que rigen las instalaciones eléctricas colombianas sus ventajas y alcances.

### **CARACTERÍSTICAS:**

PAGINAS: 129

PLANOS: \_\_\_

ILUSTRACIONES: 24

CD-ROM 1

**ESTUDIO Y DISEÑO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA DOS  
DEPÓSITOS DE FUEL-OIL CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE  
SESENTA Y DOS MIL GALONES PARA LA EMPRESA ENERGY R & M  
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEL  
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**DANIEL GIOVANNY GAMBOA RUIZ  
EDWIN EDUARDO MARTÍNEZ BECERRA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA ELECTROMECHANICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2008**

**ESTUDIO Y DISEÑO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA DOS  
DEPÓSITOS DE FUEL-OIL CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE  
SESENTA Y DOS MIL GALONES PARA LA EMPRESA ENERGY R & M  
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEL  
DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**DANIEL GIOVANNY GAMBOA RUIZ  
EDWIN EDUARDO MARTÍNEZ BECERRA**

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

**Director  
LUIS AUGUSTO BARRAGÁN SÁNCHEZ  
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA ELECTROMECHANICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2008**



## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 10 DE ABRIL DE 2008 HORA: 8:00 a. m.

LUGAR : SALA 4 - TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECANICA

TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO Y DISEÑO ELECTRICO DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA DOS DEPOSITOS DE FUEL - OIL CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SESENTA Y DOS MIL GALONES PARA LA EMPRESA ENERGY R & M UBICADA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER".

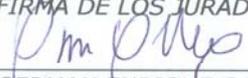
JURADOS : GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRIGUEZ  
JOSE JOAQUIN DUARTE GUATIBONZA

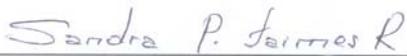
DIRECTOR : INGENIERO LUIS AUGUSTO BARRAGAN.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
EDWIN EDUARDO MARTINEZ BECERRA	0090179	4,3	CUATRO, TRES

# APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
GERMAN ENRIQUE GALLEGO RODRIGUEZ   
JOSE JOAQUIN DUARTE GUATIBONZA

Vo. Bo. 

SANDRA PATRICIA JAIMES RICO  
Coordinadora Comité Curricular

Betty M.

*Al Dios Todopoderoso por iluminar mi camino y guiar mis pasos a un mundo lleno de éxitos y bendiciones, por darme la paciencia, la sabiduría, la serenidad y la fortaleza para aceptar y asimilar las cosas que no puedo cambiar.*

*A mi madre Alba María Becerra García, por su apoyo incondicional, su entrega absoluta, por ser mi mayor motivo de inspiración.*

*A mi abuelo Francisco Antonio Becerra Hernández (q.e.p.d), por darme su apoyo, sus consejos y brindarme todo su amor y comprensión.*

**EDWIN EDUARDO MARTÍNEZ BECERRA**

*A mi Madre María Teresa Ruiz por ser un ejemplo para mi vida y un apoyo incondicional en todos los momentos importantes de mi vida, aguantarme y darme los consejos apropiados que me lleven por un camino de bien y me impulsan a alcanzar las metas propuestas.*

*A mi hermanos Oscar Gamboa Ruiz, Sonia Gamboa Ruiz, Antonio Gamboa Ruiz, Samuel Gamboa Ruiz, John Gamboa Ruiz, Edwin Javier Gamboa Ruiz, Carolina Gamboa Ruiz, Alex Gamboa Ruiz, Juan Carlos Gamboa Ruiz y Mónica Gamboa Ruiz, por ser parte de mi familia y compartir tantos momentos amenos y agradables y apoyarme en momentos difíciles de mi vida y animarme a seguir adelante siempre.*

*A Doña Alba María Becerra García y a su hijo Edwin Eduardo Martínez Becerra, por brindarme su apoyo en momentos apremiantes durante el tiempo de mi carrera.*

**DANIEL GIOVANNY GAMBOA RUIZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Luis Augusto Barragán Sánchez, Ingeniero Electricista, director del proyecto, por su valiosa colaboración Y asesoría en la elaboración del mismo.

Señor Mario Gutiérrez, propietario de la empresa ENERGY R & M por haberme brindado la oportunidad de haber realizado este trabajo en su empresa, brindándome la confianza de la realización de este proyecto.

Ingenieros Joaquín Guatibonza y Germán gallego, jurados del proyecto por su colaboración y atención prestada.

Sandra Patricia Jaimes, Ingeniera Electrónica, Directora del Plan de Estudios de Ingeniería Electromecánica, por su colaboración y apoyo.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES ENERGY R & M	39
1.1 MISION	39
1.2 VISION	39
1.3 GENERALIDADES DEL COMBUSTIBLE FUEL-OIL	40
2. NORMAS Y REGLAMENTOS ELÉCTRICOS CONSIDERADOS	42
2.1 AREAS CLASIFICADAS SECCION 500 (NTC 2050 CAPITULO 5)	42
2.1.1 Según su clase	43
2.2 AREAS CLASIFICADAS –DIVISIONES	44
2.2.1 División 1	44
2.2.2 División 2	44
2.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN AREAS CLASIFICADAS	44
3. DISEÑO ELÉCTRICO	46

3.1	DEFINICIÓN DE CARGAS INDIVIDUALES	46
3.2	SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR (SUBESTACIÓN ELÉCTRICA)	46
4.	CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES	49
4.1	CÁLCULO ALIMENTADOR GENERAL	52
4.2	CÁLCULO ALIMENTADOR BARRAJE 1	53
4.3	CÁLCULO ALIMENTADOR BARRAJE 2	54
4.4	CÁLCULO ALIMENTADOR BOMBA DE CARGUE Y DESCARGUE	54
4.5	CÁLCULO ALIMENTADOR BOMBA DE EMERGENCIA	55
4.6	CÁLCULO ALIMENTADOR SUMINISTRO DE AGUA	56
4.7	CÁLCULO ALIMENTADOR ILUMINACIÓN	57
4.8	CÁLCULO ALIMENTADOR CIRCUITO LABORATORIO	58
5.	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	59
5.1	TABLERO GENERAL	59
5.2	TABLERO BOMBA DE CARGUE Y DESCARGUE	59
5.3	TABLERO BOMBA DE EMERGENCIA	60

5.4	TABLERO BOMBA DE AGUA	60
5.5	TABLERO DE LABORATORIO	61
6.	SISTEMA DE EMERGENCIA Y CONMUTADOR DE TRANSFERENCIA	62
6.1	INSTALACIÓN DE EQUIPOS A PRUEBA DE EXPLOSIÓN	62
6.2	CANALIZACION A EQUIPOS ELECTRICOS	64
6.3	SISTEMA DE ILUMINACION	67
6.4	SISTEMA DE TIERRAS	68
6.5	SISTEMAS DE PARARRAYOS	69
6.6	FUENTES DE ALIMENTACIÓN PARA MOTORES DE BOMBAS CONTRA INCENDIOS	70
6.6.1	Acometida	70
6.6.2	Generadores internos	70
6.7	CIRCUITOS DE SISTEMAS DE EMERGENCIA PARA ALUMBRADO Y FUERZA	71
6.7.1	Carga en circuitos ramales de emergencia	71
6.7.2	Alumbrado de emergencia	71
6.7.3	Control para los circuitos de alumbrado de emergencia	71

6.8 CONMUTADOR DE TRANSFERENCIA Y PLANTA ELÉCTRICA	71
6.8.1 Conmutador de transferencia	71
6.8.2 Potencia la planta y del conmutador de transferencia	73
6.8.3 Planta eléctrica	74
6.8.4 Grupos electrógenos	74
7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	76
7.1 ALCANCE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	76
7.2 NORMAS Y REGLAMENTOS	77
7.3 OBJETIVO Y NATURALEZA DE LOS SISTEMAS DE TIERRA	77
7.4 CONSTITUCIÓN Y REQUISITOS DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA	78
7.4.1 Sistema de tierras para fuerza	79
7.4.2 Sistema de tierras en pararrayos	80
7.5 DISEÑO DE LA MALLA DE TIERRAS PARA LA ESTACION DE FUEL-OIL	80
7.5.1 La tierra y la resistividad	80
7.5.2 Sales solubles	81

7.5.3 Composición del terreno	81
7.5.4 Estratigrafía	82
7.5.5 Granulometría	82
7.5.6 Estado higrométrico	82
7.5.7 Temperatura	82
7.5.8 Compactación	82
7.6 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO	83
7.6.1 Método de wenner	85
7.6.2 Método de schlumberger	86
7.6.3 Perfil de resistividad	87
7.6.4 Medición de puesta a tierra	88
7.6.5 Valores de resistividades	91
7.6.6 Diseño de la malla de puesta a tierra	92
7.6.7 Tensiones de paso y de contacto permisibles	95
7.6.8 Selección del conductor de la malla	96

7.6.9 Tensiones reales de paso y de contacto	97
7.6.10 Valor de la resistencia de puestas a tierra	98
7.7 CÁLCULO DE LAS MALLAS	101
7.7.1 Cálculo de las malla de la subestación	101
8. DISEÑO DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (APANTALLAMIENTO)	106
8.1 EN QUÉ CONSISTE	106
8.2 QUÉ BUSCA	106
9. CONCLUSIONES	110
10. RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	113