



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTA  
BLIBLIOTECA EDUARDO COTE LEMUS



## RESUMEN TESIS DE GRADO

**AUTORES:**

**NOMBRES:** CARLOS ALBERTO      **APELLIDOS:** CORREA OBREGON

**FACULTAD:** FACULTAD DE INGENIERIAS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA ELECTROMECANICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRES:** ANTONIO JOSUE      **APELLIDOS:** TORRES PARADA

**CODIRECTOR:**

**NOMBRES:** FABIO ELICEO      **APELLIDOS:** VILLAMIZAR JAIMES

**TITULO DE LA TESIS:** PROPUESTAS DE NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE REDES DE DISTRIBUCION SECUNDARIA EN EL SECTOR RURAL, COMO ESTRATEGIA PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PÉRDIDAS DE ENERGIA DE LA EMPRESA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTADER S.A. ESP

### RESUMEN

Se realizo previo estudio del proceso de control y reducción de pérdidas de la energía, posterior a ello se trabajo en el análisis del montaje estrategia sector rural para reducir el índices de perdidas, para desarrollar tal montaje se tuvieron que realizar sus cálculos eléctricos y mecánicos respectivos, desarrollando así los esquemas de las estructuras a incluir y el montaje de medidores en la subestación. Para finalización del trabajo se dejo plasmado la normativa para la implementación de este nuevo proyecto.

**Palabra claves:** estructuras, normativa, esquemas, redes, control.

### CARACTERISTICAS

**PAGINAS:** 176      **PLANOS:**      **ILUSTRACIONES:**      **CD-ROM:** 1

PROPUESTAS DE NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE REDES DE  
DISTRIBUCION SECUNDARIA EN EL SECTOR RURAL COMO ESTRATEGIA  
PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PÉRDIDAS DE ENERGIA DE LA  
EMPRESA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CARLOS ALBERTO CORREA OBREGON

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELCTROMECANICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2011

PROPUESTAS DE NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE REDES DE  
DISTRIBUCION SECUNDARIA EN EL SECTOR RURAL COMO ESTRATEGIA  
PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PÉRDIDAS DE ENERGIA DE LA  
EMPRESA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CARLOS ALBERTO CORREA OBREGON  
COD. 0090821

Trabajo de grado, modalidad pasantía, presentado como requisito para optar al título de:  
Ingeniero Electromecánico

Director:  
CENS  
ANTONIO JOSUE TORRES PARADA  
INGENIERO ELECTRICISTA

Codirector  
UFPS  
FABIO ELICEO VILLAMIZAR JAIMES  
LICENCIADO ELECTROMECHANICO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELCTROMECHANICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2011



## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 10 DE NOVIEMBRE DE 2011 HORA: 8:00 a. m.

LUGAR: AULA 2 - EDIFICIO CIENCIAS DE LA SALUD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECANICA

TITULO DE LA TESIS: "PROPUESTAS DE NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE REDES DE DISTRIBUCION SECUNDARIA EN EL SECTOR RURAL, COMO ESTRATEGIA PARA EL CONTROL Y REDUCCION DE PERDIDAS DE ENERGIA DE LA EMPRESA CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER, S. A. ESP".

JURADOS: ING. ARISTOBULO SIERRA ROJAS  
ING. LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ

DIRECTOR: ING. ANTONIO JOSUE TORRES PARADA.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
CARLOS ALBERTO CORREA OBREGÓN	0090821	4,4	CUATRO, CUATRO

## APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
ING. ARISTOBULO SIERRA ROJAS

  
ING. LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ

Vo. Bo.   
IE. PhD FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCIA  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

*A mis padres CARLOS ARTURO CORREA y ANA DE DIOS OBREGON OVIEDO por brindarme todo su apoyo, confianza, amor y compromiso conmigo y mi profesionalismo.*

*A mis hermanos por darme una voz de aliento para poder cumplir siempre mis objetivos propuestos*

*A mi abuelita que siempre era un motivo de quererme ayudar de la forma que fuera así pudiendo con consejos y atenciones en mi transcurrí de carrera.*

*A todos aquellos amigos y personas que siempre confiaron en mí sin tener algún compromiso interesado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al padre celestial por darme esa capacidad de afianzarme en mi carrera como profesional y cumplir así una de las muchas metas propuestas en mi vida.

A la empresa comercializadora y distribuidora de energía CENS S.A. Por darme la oportunidad de vivir una experiencia de profesionalismo, desarrollando allí mi pasantía.

Al ingeniero ANTONIO JOSUE TORRES PARADA por brindarme su confianza en mi trabajo de grado.

Al ingeniero HAIR RINCON por su colaboración y tiempo dedicado al cumplimiento de las actividades propuestas en mi pasantía.

A los amigos que de una manera u otra aportaron su granito de arena en mis conocimientos adquiridos en dicho labor.

A mi familia que siempre tuvieron un consejo u aporte para crecer como persona y profesional.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODCUCCION	20
1. TITULO	22
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMAS	23
3. JUSTIFICACION	25
3.1 BENEFICIOS A NIVEL ECONOMICO	25
3.2 BENEFICIOS A NIVEL TECNOLOGICO	25
3.3 BENEFICIOS A NIVEL EMPRESARIAL	25
3.4 BENEFICIOS A NIVEL SOCIAL	26
4. OBJETIVOS DEL PROYETO	27
4.1. OBJETIVO GENERAL	27
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	27
5. MARCO REFERENCIAL	28
5.1 ANTECEDENTES	28
5.2 MARCO CONTEXTUAL	29

5.3 MARCO TEORICO	29
5.3.1 El por qué de las pérdidas no técnicas.	29
5.3.2 Cómo atacar el problema de las pérdidas no técnicas.	30
5.3.3 Sistema de distribución	32
5.3.3.1 Generalidades.	32
5.3.4 Distribución secundaria o de baja tensión	33
5.3.5 Demanda máxima por niveles de tensión	33
5.3.6 Dispositivos de medición.	34
5.3.6.1 De acuerdo con la construcción.	34
5.3.6.2 De acuerdo a la energía que miden	34
5.3.6.3 De acuerdo a la exactitud.	35
5.3.6.4 De acuerdo con la conexión a la red	35
5.3.7 Esquemas sistemas de medición de energía	36
5.3.8 Redes de distribución rurales en B.T.	37
5.3.9 Señalización de seguridad	38
5.4 MARCO LEGAL	38
6. DISEÑO METODOLOGICO	40
6.1 TIPO DE PROYECTO	40
6.2 DELIMITACIONES	40

6.2.1 Delimitación espacial.	40
6.2.2 Delimitaciones temporales	41
6.2.3 Delimitaciones conceptuales.	41
7. ACTIVIDADES Y METODOLOGIA	42
7.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE TODO LO RELACIONADO CON EL PROYECTO	42
7.1.1 Reseña histórica	42
7.1.2 Misión	47
7.1.3 Visión	47
7.1.4 Cultura organizacional	47
7.1.4.1 Valores corporativos.	47
7.1.5. Estrategia sector rural	48
7.1.5.1 Beneficios de la estrategia sector rural	49
7.1.6 Proceso de control y reducción de pérdidas de energía	50
7.1.6.1 Macro medición.	51
7.1.6.2 Diagnostico.	52
7.1.6.3 Legalización.	53
7.1.6.4 Normalización.	54
7.1.6.5 Redes de distribución.	56
7.1.7 Vulnerabilidad en la red de baja tensión	58

7.1.7.1 Energía sin legalizar	58
7.1.7.2 Contador mal conectado	59
7.1.7.3 Sello violado.	59
7.1.8 Elementos empleados en las redes de distribución de baja tensión	60
7.1.8.1 Aisladores	60
7.1.8.2 Herrajes	60
7.2 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS ADECUADOS PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRUCTURAS.	65
7.2.1 Calculo mecánico de estructuras	65
7.2.2 Procedimiento para el diseño de una red de baja tensión	66
7.2.3 Selección del conductor	67
7.2.3.1 Metodología de cálculo regulación de tensión	67
7.2.3.2 Metodología de cálculo pérdidas de la energía	68
7.2.4 Calculo mecánico de conductores aéreos	69
7.2.4.1 Vanos	69
7.2.4.2 Ecuación de la parábola	70
7.2.4.3 Influencia de la temperatura y el viento en los conductores	72
7.2.4.4 Coeficiente de sobrecargar	75
7.2.4.5 Ecuación de cambio de condiciones (E.C.C.).	75
7.2.4.6 Fenómenos vibratorios, tensión de cada día y tensión en horas frías	77

7.2.5 Hipótesis de diseño de líneas norma CENS S.A.	78
7.2.6 Características de los conductores utilizados en las líneas	79
7.2.7 Procedimiento para realizar las tablas de tendido del conductor sparrow calibre 2 awg	79
7.2.7.1 Calculo de la tabla de flechas y tensiones del conductor SPARROW 2 AWG	80
7.2.7.2 Tabla auxiliar de cálculo	86
7.2.7.3 Tabla de cálculo de tensiones y flechas	86
7.2.7.4 Tabla calculo mecánico del conductor	86
7.2.8 Calculo mecánico de los apoyos	87
7.2.8.1 Clasificación de los apoyos	87
7.2.8.2 Calculo de las cargas aplicadas	88
7.2.9 Análisis estructural de los apoyos sin templetes	91
7.2.9.1 Estructuras con apoyos sencillos.	91
7.2.9.2 Árbol de carga para estructuras sin templetes	91
7.2.9.3 Grafica de utilización	93
7.2.9.4. Características de los apoyos de hormigón para el cálculo	98
7.2.10 Calculo de templetes para estructuras terminales o retención	99
7.2.10.1 Características de la retenida	99
7.2.10.2 Factores de seguridad y sobrecarga	100
7.2.10.3 Estructuras terminales	100

7.2.10.4 Estructuras de retención o intermedia	102
7.2.11 Señalización de seguridad	102
7.2.12 Distancias de seguridad	103
7.3 ESQUEMATIZACIÓN DE ESTRUCTURAS Y CONEXIONADO DE MEDIDORES	103
7.3.1 Estructuras empleadas en las redes de baja tensión con la nueva estrategia sector rural	103
7.3.1.1 Estructuras para inclusión	104
7.3.2 Ubicación de los medidores en la subestación eléctrica del circuito	104
7.3.2.1 Conexionado medidores	106
7.3.3 Medidores y estructuras de la nueva estrategia	107
7.3.3.1 Autocad	107
7.4 LISTADO DE MATERIALES Y UNIDADES DE COSTOS	109
7.4.1. Precios unitarios de materiales para redes	109
7.5 PRESENTACIÓN DE LA NORMATIVIDAD QUE SE PROPONE PARA EL MONTAJE DE LA ESTRATEGIA SECTOR RURAL	116
7.5.1 Calculo de la regulación de tensión y pérdida de potencia	116
7.5.2 Calculo mecánico del conductor	117
7.5.3 Calculo mecánico de apoyos	119
7.5.4 Estructuras de redes de baja tensión estrategia sector rural y sus costos unitarios	134
7.5.5 Esquematación del conexionado de medidores	146

7.6 SOCIALIZACION DE TRABAJO REALIZADO	157
8. RESULTADOS	158
9. PRESUPUESTO	159
9.1 PRESUPUESTO GLOBAL	159
9.2 GASTOS DE PERSONAL	160
9.3 GASTOS DE MATERIAL Y ADMINISTRACION	161
9.4 GASTOS EN EQUIPOS	162
RECOMENDACIONES	163
CONCLUSIONES	164
CRONOGRAMA	165
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	166
ANEXOS	167