

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-
2017 UPME-IPSE-UFPS, PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR
RED ELÉCTRICA PARA 750 VIVIENDAS EN LOS MUNICIPIOS DE
ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y
SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER**

PROPIETARIO:

1

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER-UFPS
"PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE- PERS, NORTE DE SANTANDER"

**DISEÑO REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
MUNICIPIO DE SALAZAR DE LAS PALMAS**

SEGEN INGENIERÍA

Abril 2018, San José de Cúcuta

TABLA DE CONTENIDO

1

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MUNICIPIO LOURDES	9
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	13
4. GEORREFERENCIACIÓN DE USUARIOS E INFRAESTRUCTURAS	15
5. DISEÑO ELECTRICO	16
5.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ACTUAL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICO	16
5.2. CRITERIO DE DISEÑO.....	16
5.3. ALCANCE	17
5.4. ASPECTOS AMBIENTALES.....	17
6. MEMORIA DE CÁLCULO ELÉCTRICO Y MECÁNICO	18
6.1. TIPO DE CARGA, SECTOR Y FACTOR DE POTENCIA.....	18
6.2. DISPOSICIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS.....	18
6.3. PUNTOS DE ARRANQUE.....	19
6.4. SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA RED DE MEDIA TENSION A 13.200 V.....	20
6.5. SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA RED DE BAJA TENSION A 120-240 V	20
6.6. CÁLCULOS DE DISEÑO.....	21
a) Análisis y cuadros de cargas eléctricas en las viviendas.	21
b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.....	23
c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	26
d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.....	30
e) Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlo	33
f) Análisis del nivel de tensión requerido.....	41
g) Cálculo de campos electromagnéticos.	41
h) Cálculo de transformador.....	42

2

i) Consideraciones de diseño	44
j) Calculo del sistema de puesta a tierra.....	46
k) Cálculo económico de conductores.....	56
l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.	56
m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.	71
n) Cálculos de canalizaciones.....	74
o) Cálculos de pérdidas de potencia.	74
p) Cálculos de regulación.	75
q) Elaboración de diagramas unifilares.....	81
r) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	82
s) Distancias de seguridad.	82
t) Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura.....	87
u) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050.....	91
7. ANOTACIONES AMBIENTALES.....	92
ANEXOS.....	94
ANEXO 1. RELACIÓN DE USUARIOS NUEVOS POR TRANSFORMADOR.....	95
ANEXO 2. GEORREFERENCIACIÓN PUNTOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	98
ANEXO 3. CÁLCULOS DE REGULACIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN	108
ANEXO 4. DIAGRAMAS TOPOLOGICOS	114
ANEXO 5. CÁLCULOS DE CATENARIA.....	115
ANEXO 6. CÁLCULOS DE ESFUERZOS DE APOYOS.	118
ANEXO 7. PLANOS ELECTRICOS.....	125
ANEXO 8. RESISTIVIDAD OBTENIDA DEL MUNICIPIO DE LOURDES.	126
ANEXO 9. PROTECCIONES PARA PUNTO DE ARRANQUE, DERIVACIONES Y TRANSFORMADORES PROYECTADOS.....	134
ANEXO 10. NORMAS EPM ESTRUCTURAS DE BT, MT Y ACCESORIOS.....	137
1) ESTRUCTURAS DE BAJA TENSIÓN	137
2) ESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN	146
3) ACCESORIOS.....	180
ANEXO 11. LISTADO DE USUARIOS.	216
ANEXO 12. AUTORIZACIÓN PUNTOS DE CONEXIÓN.....	218
ANEXO 13. CANTIDADES DE ESTRUCTURAS DEL MUNICIPIO DE LOURDES.....	220



LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 Localización del municipio en el departamento	9
Figura. 2 Área de influencia de la estructura eléctrica de las veredas en el municipio....	12
Figura. 3 Cálculo del índice de riesgo por presencia de descargas atmosféricas. Estándar internacional, Norma 62305 del IEC.....	33
Figura. 4 Matriz de análisis de riesgos (RETIE).....	37
Figura. 5 Matriz de análisis de riesgos (RETIE).....	38
Figura. 6 Matriz de análisis de riesgos (RETIE).....	38
Figura. 7 Matriz de análisis de riesgos (RETIE).....	39
Figura. 8 Matriz de análisis de riesgos (RETIE).....	39
Figura. 9 Matriz de análisis de riesgos (RETIE).....	40
Figura. 10 Valoración de las actividades de riesgo.....	40
Figura. 11 Distribución de electrodos - Método de Wenner.....	49
Figura. 12 Curva de resistividades terreno	51
Figura. 13 Equipo Utilizado para medición de resistividad.....	52
Figura. 14 Conexión SPT.....	54
Figura. 15 Vista previa de Línea de Transmisión	61
Figura. 16 Parámetros para Cálculo de Catenaria	62
Figura. 17 Punto Máximo r.....	63
Figura. 18 Punto mínimo	64
Figura. 19 Esquema para el cálculo de % de regulación y pérdidas de energía en BT.....	75
Figura. 20 Diagrama Unifilar de Conexión a Usuarios 13200 V.....	82
Figura. 21 Distancias de Seguridad en zonas con Construcciones.....	84

LISTA DE TABLAS

Tabla. 1 Límites Municipales	11
Tabla. 2 Características ambientales del municipio de Pamplonita.	17
Tabla. 3 Puntos de Arranque, municipio Lourdes	19
Tabla. 4 Estructuras para red de media tensión 13.2 KV	20
Tabla. 5 Estructuras para red de baja tensión 120/240 v	20
Tabla. 6 Límites de la distorsión armónica en corriente en la acometida según la IEEE519	21
Tabla. 7 Cuadro de Cargas Instalaciones Internas	22
Tabla. 8 Tensión al impulso que deben soportar los equipos NTC 4152-1	26
Tabla. 9 Parámetros del transformador	26
Tabla. 10 Valores de potencia conforme a la capacidad del transformador	27
Tabla. 11 Parámetros del ramal en BT. Longitud del ramal BT al último poste.	27
Tabla. 12 Parámetros de la acometida hasta tablero vivienda. Longitud de la acometida al tablero 20m.	28
Tabla. 13 Corriente de corto circuito en bornes del interruptor automático para cable Dúplex	29
Tabla. 14 Corriente de corto circuito en bornes del interruptor automático para cable Tríplex	29
Tabla. 15 Factores de Riesgo Eléctrico	34
Tabla. 16 Niveles de tensión a manejarse en el proyecto en desarrollo	41
Tabla. 17 Demanda Diversificada	44
Tabla. 18 Valores Permisibles de las Tensiones de Paso y Contacto	47
Tabla. 19 Datos de campo	51
Tabla. 20 Características ACSR 2	59
Tabla. 21 Separación mínima de los conductores	70
Tabla. 22 Capacidad Fusible	72
Tabla. 23 Análisis de cortocircuito y falla a tierra	73
Tabla. 24 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla. 25 Distancias mínimas de seguridad para diferentes situaciones.	85
Tabla. 26 Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones	87
Tabla. 27 Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo	88
Tabla. 28 Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura	89
Tabla. 29 Distancias Mínimas para Trabajos en o cerca de partes Energizadas en Corriente Alterna	90



1. INTRODUCCIÓN

La UFPS contrató el 1° de febrero de 2018 mediante la Orden de Servicios OPS N°18-140 a Segen Ingeniería S.A.S, con el objeto de la elaborar diseño de ingeniería para soluciones energéticas por red eléctrica para 750 viviendas en los municipios de Arboledas, Cucutilla, Lourdes, Pamplona, Pamplonita y Salazar de las Palmas, departamento de norte de Santander, en el marco de convenio interadministrativo de asociación CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

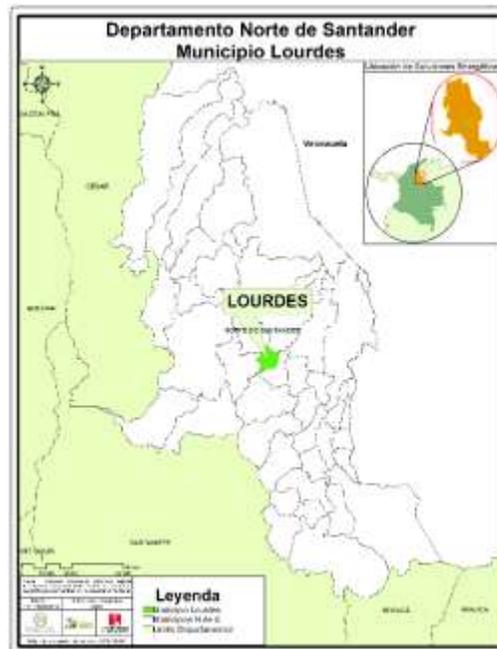
En desarrollo de las actividades objeto de la OPS, en la presente memoria de cálculo registra toda la información pertinente al diseño de las redes eléctricas de media y baja tensión para las Veredas del municipio de Salazar de las Palmas conforme al cumplimiento de la normatividad exigida por el operador de red, Centrales Eléctricas de Norte de Santander S.A. ESP y del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE.

En razón a la topografía montañosa y a las pocas vías de acceso, se plantea construir en postes de fibra de vidrio, con transformadores monofásicos en poste, y con cable acsr-dúplex y triplex para suministrar energía eléctrica a cincuenta y ocho (58) usuarios del sector rural del municipio de Salazar, departamento Norte de Santander, veredas: Batatal (11), La Amarilla (2) , Las Mercedes (5) , Los Andes (11), Sanguino (13), Santa Barbara (10), Santa fe (1) y Uribante (5).

2. MUNICIPIO SALAZAR DE LAS PALMAS

Es un municipio de Colombia, situado en el nordeste del país, en el departamento de Norte de Santander. Limita al Norte con los Municipios de Bucarasica y Sardinata, al Sur con el Municipio de Salazar, al Oriente con el Municipio de Gramalote y al Occidente con los Municipios de Villa Caro. La figura 1, registra la localización del municipio.

Figura. 1 Localización del municipio en el departamento



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Donde tiene las siguientes coordenadas geográficas: 07°57' latitud norte, 72°50' longitud oeste.



Límites del Municipio

Según el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 municipio de Lourdes, a continuación, en la tabla 1 se enuncia los límites municipales.

Tabla. 1 Límites Municipales

LIMITE	MUNICIPIO
Norte	Bucarasica y Sardinata
Sur	Salazar
Occidente	Villa Caro
Oriente	Gramalote

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Otros datos del municipio

11

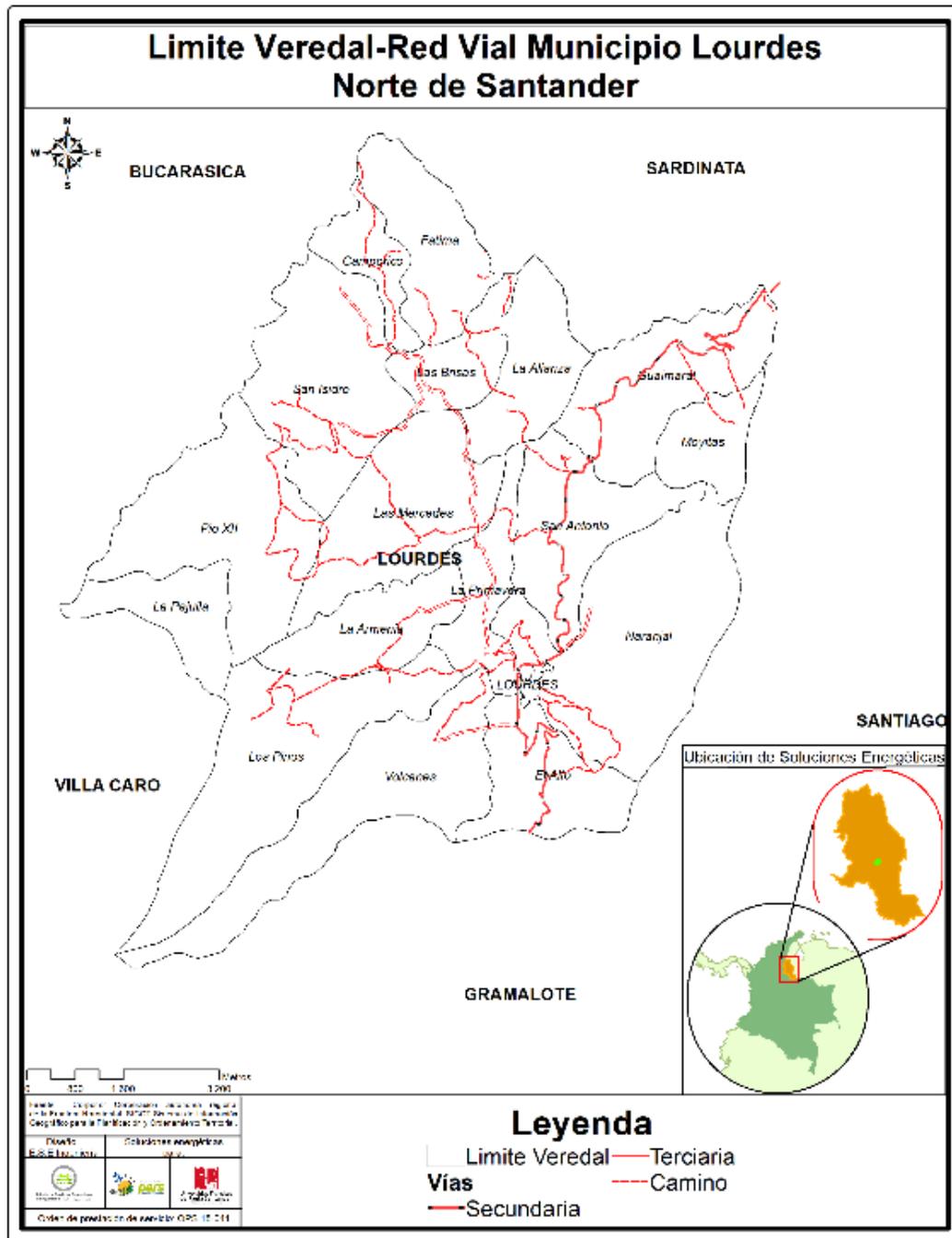
El municipio está situado a la altura de 1.366 metros sobre el nivel del mar, presenta un clima oceánico (Clasificación climática de Köppen: Cfb). Es el municipio más pequeño en territorio de Norte de Santander después de Ragonvalia con 151 km² que representa el 0.70% del Departamento.

Área de influencia de la solución energética

El área de influencia de la solución energética donde se ubicarán los usuarios son las veredas: Brisas, Campo Rico, La Alianza, Mercedes, Naranjal, San Antonio, Los Volcanes, La Armenia, La Primavera, El Alto, San Isidro, Fátima y Los Pinos, municipio de Lourdes, departamento Norte de Santander.

La Figura. 2 registra el área de influencia de la infraestructura eléctrica proyectada en las veredas en el municipio.

Figura. 2 Área de influencia de la estructura eléctrica de las veredas en el municipio.



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología que se lleva a cabo para la realización del diseño eléctrico de las soluciones energéticas es la siguiente:

- Asistir a las instalaciones del operador de red CENS S.A. E.S.P. para realizar la calibración de GPS conforme a instrucciones, instrumento a utilizar para la toma de datos de georreferenciación. Esto se realiza con el fin de obtener medidas lo más precisas posibles y evitar datos equívocos al momento de diseñar.
- Desplazamiento de los linieros a los municipios asignados para la georreferenciación de los usuarios (Cucutilla, Pamplona, Pamplonita, Arboledas, Lourdes y Salazar). Los datos que se tomen en campo sirven de guía para realizar los planos eléctricos puesto que se toman tanto para puntos de conexión existentes, como para puntos en donde se pueda instalar estructura nueva, de igual manera, se referencian las coordenadas de los usuarios beneficiarios del proyecto.
- Realizar coordinación diaria del trabajo de campo. La actividad se desarrolla con la finalidad de llevar un monitoreo y control sobre las actividades que llevan a cabo los linieros en campo, ya que es necesario conocer el progreso del trabajo diario y evaluar los avances logrados.
- Recopilar información en campo por los encargados de esta labor. Los linieros entregan los GPS para extraer la información tomada, (la cual viene en coordenadas planas) y se hace el debido tratamiento de los datos para visualizarlas en el software de diseño. Por otra parte, entregan un plano a mano alzada de cada vereda según la topología observada en campo y las debidas anotaciones que consideran necesarias.
- Realizar un trazado preliminar de las redes a construir, para ser evaluadas por el contratista encargado de la parte ambiental, con el objeto de analizar el impacto negativo que pueda causar la implementación de las soluciones energéticas a desarrollar en el área de influencia.

- Al recibir la información analizada por el equipo ambiental del trazado preliminar, se realiza socialización con los topógrafos de los nuevos trazos vistos desde el software de diseño con medidas y posicionamiento real.
- Por último, se procede a diseñar las redes de media y baja tensión incluyendo las memorias de cálculo y los planos, aplicando la normatividad vigente.

4. GEORREFERENCIACIÓN DE USUARIOS E INFRAESTRUCTURAS

Con el trabajo de campo, se obtienen los puntos de georreferenciación para la proyección de ubicación de los posibles apoyos, infraestructura, redes y usuarios. En el anexo 1 se puede observar la relación de usuarios por vereda y las coordenadas de los puntos de baja y media tensión de las veredas: Batatal, La Amarilla, Las Mercedes, Los Andes, Sanguino, Santa Barbara, Santa fe y Uribante.

5. DISEÑO ELECTRICO

5.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ACTUAL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICO

Actualmente, CENS S.A E.S.P., como operador de red tiene construidas en su área de influencia redes rurales de distribución eléctrica en MT a un nivel de tensión 13.2 KV sin neutro y 7.62 KV con neutro, con las siguientes disposiciones:

- Tensión primaria: 13.200 V (disposición trifásica o monofásica aérea en MT)
- Tensión primaria 7.620 V (disposición monofásica neutro corrido aérea en MT)
- Tensión secundaria 120 V (disposición monofásico bifilar DX o bifásica trifilar TX)

16

Por lo anterior, las redes rurales de uso general nuevas en MT y BT se diseñan de acuerdo con la configuración existente en el punto de conexión más cercano y autorizado por CENS S.A. E.S.P.

Por lo tanto, el sistema de distribución eléctrico a construir para atender a los 57 usuarios en el área de influencia enunciada en el numeral 1 del presente documento, tienen las características técnicas y eléctricas enunciadas anteriormente.

5.2. CRITERIO DE DISEÑO

En el presente diseño se aplicarán todos los requisitos generales necesarios para dar cumplimiento a las exigencias de:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- Normas para el diseño y construcción de redes de distribución, CENS S.A E.S.P

- Código Eléctrico Nacional NTC- 2050.
- Ley de Servicios Públicos 142/94.
- Ley eléctrica 143/94.
- En su defecto, aquellos que garanticen iguales o mejores especificaciones, sin que entre en conflicto con los descritos.
- Normas EPM.
- Considerar trazos con la menor afectación ambientales posible.
- Puntos de arranque autorizados por CENS S.A. E.S.P., mediante comunicado CE 7100 del 3 de enero de 2018 No. 20181030000125.

5.3. ALCANCE

El diseño tiene como alcance la selección óptima de: transformador, redes de distribución primaria, secundaria, acometida e instalaciones internas para atender la demanda de los usuarios finales, en las zonas rurales de Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. – E.S.P; de manera que se garantice una excelente calidad técnica y operativa con criterios de seguridad y eficiencia económica.

5.4. ASPECTOS AMBIENTALES

Para el diseño, se tiene presente los aspectos ambientales propios en la vereda y enunciados en la tabla 2, los cuales se tienen en cuenta en los cálculos matemáticos para el diseño de las soluciones energéticas.

Tabla. 2 Características ambientales del municipio de Salazar

PARÁMETRO	OBSERVACIÓN
Clima	Templado
Subclima	Lluvioso
Temperatura	18 °C a 24°C

Precipitación	2901mm
Pisos térmicos	1366 a 1397 msnm

Fuente: Climate-data.org

Además, para el diseño de las redes, se consideró la información suministrada en los documentos de criticidad y restricciones ambientales.

6. MEMORIA DE CÁLCULO ELÉCTRICO Y MECÁNICO

Para el diseño de las redes eléctricas de media, baja tensión, acometidas e instalaciones internas, se consideran las normas técnicas: CNS-NT-01, CNS-NT-02, CNS-NT-03, CNS-NT-04, CNS-NT-05, CNS-NT-06, CNS-NT-08, RA4-000, RA6-000, RA7-000, RA8-025 de E.P.M. y los niveles de tensión 13.200/7.620/240/120 V, según el punto de conexión en media y baja tensión definido por CENS S.A. E.S.P., para alimentar la carga de los usuarios vinculados a la solución energética por red.

18

6.1. TIPO DE CARGA, SECTOR Y FACTOR DE POTENCIA

La carga que se va a alimentar es de tipo residencial correspondiente a un estrato rural con un factor de potencia $F.P = 0.90$ en atraso.

6.2. DISPOSICIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS

Las redes de media tensión serán aéreas trifásicas y/o monofásicas, en disposición horizontal, con conductor ACSR calibre No.2, las troncales en caso de presentarse, serán diseñadas con conductor ACSR N° 2/0, en postes de fibra de vidrio de 12 mt y una carga de resistencia de 510, 750 y/o 1050 kg-f.

Las redes de baja tensión serán aéreas, fases y neutro, en conductor dúplex y triplex No.4 AWG, en postes de fibra de vidrio de 8 mt con una carga de ruptura de 510, 750 y/o 1050 kg-f.

De acuerdo con el tipo de carga (residencial rural), el estrato y a la forma como están distribuidos geográficamente los usuarios a lo largo de la línea, se conectarán los transformadores proyectados de 5 KVA y 10 KVA, para lo cual se aplicarán los criterios de diseño de electrificación rural (normas técnicas) según RA8-025 de acuerdo con lo establecido por la resolución CREG 070 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

6.3. PUNTOS DE ARRANQUE

Los puntos de arranque será red de media tensión a 13,2 o 7,62 KV y se hace en estructura derivación horizontal trifásica y/o monofásica, según sea el caso.

A continuación, la tabla 3 registra las coordenadas geográficas como resultado del trabajo de campo, donde define los puntos de arranque base para el diseño de las soluciones energéticas por medio de red eléctrica interconectadas al SIN.

Tabla. 3 Puntos de Arranque, municipio Salazar

NODO	ALTITUD	ESTE	NORTE	TIPO
AM-M001	1524	1137804	1349020	MT EXISTENTE
AM-M005	1395	1134526	1348857	MT EXIS TRANSFORMADOR
ME-M018	1368	1130925	1356111	MT EXISTENTE
LA-M080	1392	1130800	1358732	MT EXISTENTE
LA-M091	2200	1127275	1359450	MT EXISTENTE
LA-M160	1712	1128943	1359763	MT EXISTENTE
LA-M161	1628	1130409	1359821	MT EXISTENTE
LA-M145	1455	1130774	1358629	MT EXISTENTE
LA-M076	1486	1132233	1358285	MT EXIS TRANSFORMADOR
SF-M088	2353	1128227	1361559	MT EXISTENTE

Fuente: SEGEN INGENIERÍA S.A.S.

6.4. SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA RED DE MEDIA TENSION A 13.200 V

De acuerdo a la norma de CENS S.A.S E.S.P., como además a las condiciones topográficas del terreno, la experiencia del personal de campo y del respectivo cálculo se seleccionan las estructuras que soportan la red a diseñar. Siendo para la solución energética por red en el municipio, las enunciadas en la tabla 4.

Tabla. 4 Estructuras para red de media tensión 13.2 KV

NORMA	DESCRIPCION
CNS-03-510-02	ESTRUCTURA DE PASO MONOFÁSICA DISPOSICIÓN HORIZONTAL 13.2 KV
CNS-03-511-02	ESTRUCTURA DE PASO TRIFÁSICA DISPOSICIÓN HORIZONTAL 13.2 KV
CNS-03-514-02	ESTRUCTURA TERMINAL MONOFÁSICA DISPOSICIÓN HORIZONTAL 13.2 KV
CNS-03-515-02	ESTRUCTURA RETENCIÓN MONOFÁSICA DISPOSICIÓN HORIZONTAL 13.2 KV
CNS-NT-710	MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFASICO
RA7-029	AMORTIGUADOR
CNS-03-731	DERIVACIÓN MONOFÁSICA CON CORTACIRCUITO
RA6-001	INSTALACIÓN DE VIENTO CONVENCIONAL
RA7-036	POSTES REFORZADOS EN FIBRA DE VIDRIO PARA REDES DE ENERGÍA
CNS-RE-200	ESTRUTURA RETENCIÓN EN H DISPOCICIÓN HORIZONTAL
CNS-03-201-02	ESTRUCTURA DE PASO EN H DISPOSICIÓN TRIANGULAR TRIFÁSICA

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

6.5. SELECCIÓN DE ESTRUCTURAS PARA RED DE BAJA TENSION A 120-240 V

De acuerdo con la norma EPM E.S.P. RA4-000, como además a las condiciones topográficas del terreno, la experiencia del personal de campo y del respectivo cálculo, se selecciona las estructuras que soportan la red a diseñar. Siendo para la solución energética por red en el municipio, las enunciadas en la tabla 5.

Tabla. 5 Estructuras para red de baja tensión 120/240 v

NORMA	DESCRIPCION
-------	-------------

RA4-001	ESTRUCTURA RED TRENZADA BT EN SUSPENSIÓN
RA4-002	ESTRUCTURA RED TRENZADA BT EN ANGULO
RA4-003	ESTRUCTURA RED TRENZADA BT TERMINAL
RA4-004	ESTRUCTURA RED TRENZADA BT EN RETENCIÓN

Fuente: EPM E.S.P.

6.6. CÁLCULOS DE DISEÑO

Para realizar el diseño eléctrico de las soluciones energéticas, es necesario el desarrollo de los cálculos matemáticos según las diferentes características de los materiales, el tipo de conductor, la carga por usuario y demás aspectos mecánicos que se requieran, siendo:

- a) Análisis y cuadros de cargas eléctricas en las viviendas.

Las cargas que se van a usar en este proyecto son:

- Cargas de iluminación de baja potencia.
- Tomas de uso general para alimentar equipos de variado uso y de baja potencia.

En este caso las cargas que podrían aportar armónicos en una cantidad importante a la red serían las de iluminación, las luminarias fluorescentes y balastos electrónicos y luminarias con Leds que conforman la iluminación o las debemos considerar como aportante de armónicos.

Al hacer un análisis de armónicos siguiendo la norma de la IEEE519, se logra una aproximación adecuada, donde en la Tabla. 6 registra los límites de distorsión de armónicos según la IEEE519.

Tabla. 6 Límites de la distorsión armónica en corriente en la acometida según la IEEE519

I_{cc}/I_L	TDD	$h < 11$	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 35$	$h \geq 35$
$V_n \leq 69 \text{ kV}$						

<20	5.0%	4.0%	2.0%	1.5%	0.6%	0.3%
20-50	8.0%	7.0%	3.5%	2.5%	1.0%	0.5%
50-100	12.0%	10.0%	4.5%	4.0%	1.5%	0.7%
100-1000	15.0%	12.0%	5.5%	5.0%	2.0%	1.0%
>1000	20.0%	15.0%	7.0%	6.0%	2.5%	1.4%

Fuente: IEEE.

Si bien teóricamente no se alcanza a cumplir con la norma, el aporte de armónico lo produce una corriente de carga de iluminación fluorescente y por leds y por las cargas de tipo electrónico que para nuestro caso son muy pocas.

En cada una de las soluciones pertenecientes se instalará un tablero de distribución general de tres (3) circuitos, un circuito monofásico de iluminación, uno para tomas, uno de reserva, con una carga instalada de diseño por usuario es de 700 W, como se observa en la tabla 7.

Tabla. 7 Cuadro de Cargas Instalaciones Internas

CUADRO DE CARGAS PARA INSTALACIONES INTERNAS										
Cto	NOMBRE	UNIDADES	CARGA	F.P	POTENCIA	I	CONDUCTOR		DUCTO	PROTECCIÓN
			(W)		(VA)	(Amp)	CALIBRE	MATERIAL	(Amp)	
1	ILUMINACIÓN	5	100	0,9	111,111	0,926	12 AWG	Cu		1x15
2	TOMA	6	600	0,9	666,666	5,555	12 AWG	Cu		1x15
3	RESERVA									
TOTAL		11	700		777,777	6,481	8 AWG	Cu		1x40

22

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Para tratar el problema de armónicos se toman valores de peso armónico en cada una de las cargas y se valoran en los cuadros de carga (incluido en los planos), lo que conlleva a tener en cuenta las mayores corrientes que se puedan presentar en las redes y por lo tanto se calculan calibres de conductores de acuerdo a estos valores. Es de anotar que este método de cálculo

no soluciona el problema de armónicos, aunque sí previene su impacto con el dimensionamiento adecuado de los conductores.

En cada una de las soluciones pertenecientes se instalará un como cuadro de carga un tablero de distribución general de tres (3) circuitos, un circuito monofásico de iluminación, uno para tomacorrientes y uno de reserva.

b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Las instalaciones eléctricas frecuentemente están sujetas a sobretensiones que pueden modificar los parámetros o variables del sistema eléctrico, debe existir una coordinación razonable entre las sobretensiones existentes, los aislamientos auto-regenerativos, los aislamientos de los equipos eléctricos y el nivel de respuesta de los descargadores.

23

Es importante también conocer las pruebas finales de evaluación de los aislamientos de las maquinas, componentes y equipos de media tensión y uso final.

El Objeto de este proyecto es analizar la coordinación de aislamiento, con el fin especificar los niveles de aislamiento que deben soportar los equipos de protección a instalar en Media tensión y baja tensión, verificando su adecuada coordinación entre los dispositivos del proyecto.

➤ Normatividad aplicable.

Para la evaluación de los niveles de aislamiento y la coordinación de aislamiento de la subestación de media tensión de este proyecto, se siguen los lineamientos de las normas relacionadas:

- [1] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.
- [2] Norma colombiana NTC 4552-1.

- [3] IEC 60071-1 Términos, definiciones, principios y reglas.
- [4] IEC 60071-2 Guía de aplicación.
- [5] Libro, Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión, Segunda edición, HVM Ingenieros 2003.
- [6] Ficha técnica de descargadores en Media tensión Marca Celsa, Gamma.

➤ Evaluación y coordinación de aislamiento

Para el sistema en media tensión, caso específico de las protecciones contra sobretensiones DPS, comúnmente llamados pararrayos, ubicados en el primario del centro de transformación, el BIL se calcula como sigue:

➤ Calculo de la tensión continua de operación COV.

$$COV = Um / (\sqrt{3}) = (1,1 * 13,2) / (\sqrt{3}) = 14,52 / (\sqrt{3}) = 8,38 \text{ kV}$$

De donde:

Um = Tensión máxima de operación del sistema = $1,1 * U$.

U = Tensión nominal entre fases.

Ur = Tensión asignada al pararrayos en kV.

Ke = Coeficiente de falta a tierra de la red. 1,4 para redes con neutro rígido a tierra.

Con lo anterior se selecciona en la tabla de especificaciones técnicas marca OHIO BRASS un DPS con un valor superior al COV calculado, el cual es de 8,4 kV o 10,2 kV, que son los superiores más cercanos al calculado.

- Cálculo y verificación de la sobretensión temporal TOV.

$$TOV = Ke * COV = 8,38 * 1,4 = 11,73 \text{ kV}$$

Del DPS anteriormente seleccionado se verifica que el TOV sea mayor al calculado cuyo valor es 11,73 kV, para un tiempo de duración de 1,0 segundo.

- Características del DPS a instalar

De la tabla de características de DPS en MT marca OHIO BRASS, ref. 12 KV 10,2 KA se obtienen los valores de:

NPR Nivel de protección para impulso atmosférico.

NPM Nivel de protección por impulso de maniobra.

Con un **COV = 10,2 kV** y **TOV = 12 kV** el **NPR = 40.3 kV** para una tensión de impulso de tiempo de frente 8/20µs a 40kAmp.

El nivel básico de aislamiento según IEC60071-1, la tensión de soportabilidad normalizada al impulso tipo rayo debe ser mayor o igual a 40kV.

El BIL se calcula con un factor de seguridad Ke que relaciona el NPR y el BIL. Para sistemas con tensión nominal inferior a 52 kV, se establece que $Ke=1,4$. Luego.

$$BIL = 1,4 * 40,3 \text{ kV} = 56,42 \text{ kV}$$

Se selecciona similar a los cortacircuitos BIL de 110 kV. Para el transformador de potencia tipo poste se selecciona BIL de 90 kV.

En baja tensión, el BIL se especifica para los equipos correspondientes al usuario y están normalizados en la norma NTC4552-1 literal E.5 Información general relacionada con DPS, en la tabla E.3 “tensión al impulso que deben soportar los equipos” (Tabla. 8 del presente documento). En la que se especifica, por ejemplo, para tableros, interruptores y cables CAT IV: BIL4 kV para contadores CAT III: BIL 2.5 kV para sistemas de hasta 240Vde operación. (DPS Tipo 1 y tipo 2).

Tabla. 8 Tensión al impulso que deben soportar los equipos NTC 4152-1

Nivel de tensión de operación de los equipos [V]	BIL requerido [Kv]			
	Conductores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Electrodomésticos, herramientas, portátiles.	Equipo electrónico.
	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
120 – 140 ; 120/208	4	2,5	1,5	0,8
254/440 ; 277/480	6	4	2,5	1,5

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

Para el análisis de cortocircuito y falla a tierra se realizan los siguientes cálculos:

➤ Parámetros del Transformador

Tabla. 9 Parámetros del transformador

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES	NORMA
Potencia	5	Kva	

Tensión	240	V	
I_n	20,83	A	
Impedancia	3	%	NTC 819; Tabla 1
P_{cu}	212,83	W	NTC 819; Tabla 1
P_o	33,83	W	NTC 819; Tabla 1
$I_{ccBornes} = I_n/U_z$	694,44	A	
$R_t = \frac{P_{cu} [W]}{3I_n^2}$	0,16		
$X_t = (Z_t^2 - R_t^2)^{0,5}$	0,30		
$Z_t = (Z [\%] * V^2)/100P$	0,35		

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Se tiene en cuenta para calcular P_o y P_{cu} la tabla siguiente:

Tabla. 10 Valores de potencia conforme a la capacidad del transformador

RANGO [kVA]	P_o	P_{cu}
15-150	$10,14 * kVA^{0,7486}$	$12,199*kVA + 151,83$
225 -800	$13,27 * kVA^{0,7093}$	$10,465*kVA + 537$
1000 – 3750	$1,227 * kVA + 554,59$	$9,2632*kVA + 1875,1$

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

➤ Parámetros de la red secundaria

A continuación, en la tabla 11, registra los parámetros de la red en baja tensión

Tabla. 11 Parámetros del ramal en BT. Longitud del ramal BT al último poste.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES	NORMA
$L_{Máx} = DX4$	0,20		

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES	NORMA
$L_{Máx} = TPX4$	0,60	Km	
$R_{L-DX} = (Resistencia DX) 75^{\circ} C$	1,59	Ohm/Km	CNS-NT-11-8; Tabla.16
$X_{L-DX} = (Inductancia DX) 75^{\circ} C$	0,37	Ohm/Km	CNS-NT-11-8; Tabla.16
$R_{L-DX} = R \left[\frac{Ohm}{Km} \right] * L [Km]$	0,95	Ohms	
$X_{L-DX} = \left(X \left[\frac{Ohms}{Km} \right] \right) * (L [Km])$	0,22	Ohms	
$Z_{L-DX} = \left(\frac{R_{L-DX}^2}{X_{L-DX}^2} \right)^{0,5}$	0,98	Ohms	
$R_{L-TPX} = (Resistencia TPX) 75^{\circ} C$	1,33	Ohm/Km	CNS-NT-11-8; Tabla.16
$X_{L-TPX} = (Inductancia TPX) 75^{\circ} C$	0,37	Ohm/Km	CNS-NT-11-8; Tabla.16
$R_{L-TPX} = R \left[\frac{Ohm}{Km} \right] * L [Km]$	0,80	Ohms	
$X_{L-TPX} = \left(X \left[\frac{Ohms}{Km} \right] \right) * (L [Km])$	0,22	Ohms	
$Z_{L-TPX} = \left(\frac{R_{L-TPX}^2}{X_{L-TPX}^2} \right)^{0,5}$	0,83	Ohms	

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

➤ Cálculo de la corriente de cortocircuito en la acometida

Para un conductor concéntrico de cobre 2x8 AWG XLPE, la resistencia a 45°C es 4,684 Ω/km y una inductancia de 0,066 Ω/km, y asumiendo una medida promedio de 20 metros tiene los parámetros enunciados en la tabla 12:

Tabla. 12 Parámetros de la acometida hasta tablero vivienda. Longitud de la acometida al tablero 20m.

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES	NORMA
N° 2x8 AWG XLPE			

L	0,0200	Km	
R = R a 45 °C	4,648	Ohm/Km	Dato, Tabla CENTELSA
XL = XL Concéntrico a 45°C	0,066	Ohm/Km	Dato, Tabla CENTELSA
$R_{ACM} = R \left[\frac{Ohm}{Km} \right] * L [Km]$	0,0930	Ohms	
$X_{ACM} = X \left[\frac{Ohm}{Km} \right] * L [Km]$	0,0013	Ohms	
$Z_{ACM} = z_t^2 - R_t^2$	0,131465	Ohms	

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Y finalmente se calcula la corriente de cortocircuito teniendo en cuenta las diferentes impedancias, (de acuerdo a la norma ANSI C57 12.00 – 2000), de donde se obtiene:

$$Z_{CC-DX} = [(R_{ACM} + R_{L-DX} + R_t)^2 + (X_{ACM} + X_{L-DX} + X_t)^2]^{0,5}$$

$$Z_{CC-DX} = 1,32144853 \Omega$$

$$Z_{CC-TPX} = [(R_{ACM} + R_{L-TPX} + R_t)^2 + (X_{ACM} + X_{L-TPX} + X_t)^2]^{0,5}$$

$$Z_{CC-TPX} = 1,18021796 \Omega$$

29

El cálculo de la corriente de corto circuito en bornes del interruptor automático para los cables dúplex y tríplex, se realiza teniendo en cuenta lo siguiente:

Tabla. 13 Corriente de corto circuito en bornes del interruptor automático para cable Dúplex

ECUACIÓN	VALOR	UNIDADES
$I_{CC-DX} = \frac{V}{Z_{CC}}$	0,1816	kA
	181,62	A en BT
	3,30	A en MT
Diferencia de corrientes entre los bornes y el punto a 220 m	691	A

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Tabla. 14 Corriente de corto circuito en bornes del interruptor automático para cable Tríplex

ECUACIÓN	VALOR	UNIDADES
----------	-------	----------

$I_{CC-TPX} = \frac{V}{Z_{CC}}$	0,2034	kA
	203,35	A en BT
	3,70	A en MT
Diferencia de corrientes entre los bornes y el punto a 620 m	691	A

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Por lo tanto, se selecciona una acometida en cable concéntrico 2x8 AWG como está establecido en la norma CNS-NT-05 en la sección Acometida en BT de la tabla 1. (Acometida monofásica bifilares a 120v) en el numeral 5.6.1.2.1 y una protección principal en el equipo de medida de 1x20 A, y dos protecciones parciales de 1x15 A para las instalaciones internas de la vivienda con capacidad de cortocircuito de 10KA.

d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

30

➤ Análisis de riesgo contra descargas atmosféricas

La evaluación del nivel de riesgo se realiza para determinar si se requiere implementar un sistema de protección contra rayos y las acciones que permitan disminuir el riesgo a un nivel tolerable.

El nivel de riesgo se obtiene de la ponderación de los indicadores de exposición al rayo y de la gravedad que puede implicar un impacto directo o indirecto de rayo sobre una estructura.

La norma ICONTEC 4552-2 de 2008 "Protección Contra Descargas Atmosféricas" plantea una metodología determinativa que evalúa en forma cualitativa el riesgo de exposición de las edificaciones y estructuras teniendo en cuenta dos parámetros asociados con el fenómeno del rayo (la densidad de descargas a tierra y la corriente pico) y los parámetros propios de la estructura a proteger (uso, tipo, altura y área). Aplicando esta metodología se obtuvo el factor de riesgo para las instalaciones del Proyecto del municipio de Lourdes, según anexo de análisis

de la IEC, la cual nos indica según el riesgo calculado, que no necesita sistema de apantallamiento para protección contra rayos. Por consiguiente, se anexa el Cálculo del índice de riesgo por presencia de descargas atmosférica, Figura. 3.

Durante una tormenta eléctrica son evidentes los peligros a los que se exponen, no solo las edificaciones y los sistemas eléctricos y electrónicos, sino las personas. Es por ello que se deben conocer algunas recomendaciones para tener en cuenta durante una tormenta, evitando riesgos para las personas.

El riesgo de ser alcanzado por un rayo es mayor entre las personas que trabajan, juegan, caminan o permanecen al aire libre durante una tormenta eléctrica.

En la zona noroccidental colombiana (zona del proyecto) la actividad de rayos es más intensa durante los meses de abril, mayo, octubre y noviembre.

Cuando se tiene indicio de tormenta eléctrica es recomendable, como medida de protección, tener en cuenta las siguientes instrucciones:

- Aterrice y proteja adecuadamente los equipos sensibles de uso eléctrico, electrónico, telefónico o de comunicaciones contra sobretensiones de acuerdo con los criterios y recomendaciones presentadas en esta norma, de lo contrario desconéctelos retirando el enchufe del tomacorriente evitando así el uso de ellos.
- Busque refugio en el interior de vehículos, edificaciones y estructuras que ofrezcan protección contra rayos.
- A menos que sea absolutamente necesario, no salga ni permanezca a la intemperie durante una tormenta eléctrica.
- Permanezca en el interior del vehículo, edificación o estructura hasta que haya desaparecido la tormenta.

Protéjase de los rayos en:

- Contenedores totalmente metálicos.
- Refugios subterráneos.
- Automóviles y otros vehículos cerrados con carrocería metálica.
- Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.

Estos sitios ofrecen poca o ninguna protección contra rayos:

- Edificaciones no protegidas alejadas de otras viviendas.
- Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
- Vehículos descubiertos o no metálicos.

Aléjese de estos sitios en caso de tormenta eléctrica:

- Terrenos deportivos y campo abierto.
- Piscinas, playas y lagos.
- Cercanía a líneas de transmisión eléctrica, cables aéreos, vías de ferrocarril, tendedores de ropa, cercas ganaderas, mallas eslabonadas y varillas metálicas.
- Árboles solitarios.
- Torres metálicas: de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.

Si debe permanecer en una zona de tormenta:

- Busque zonas bajas.
- Evite edificaciones sin protección adecuada y refugios elevados.
- Prefiera zonas pobladas de árboles, evitando árboles solitarios.
- Busque edificaciones y refugios en zonas bajas.

Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta:

- No se acueste sobre el suelo.
- Junte los pies.
- No escampe bajo un árbol solitario.
- No coloque las manos sobre el suelo, colóquelas sobre las rodillas.
- Adopte la posición de cuclillas.

La figura 3, registra el índice de riesgo por presencia de descargas atmosféricas.

Figura. 3 Cálculo del índice de riesgo por presencia de descargas atmosféricas. Estándar internacional, Norma 62305 del IEC.

<p>Dimensiones de la estructura: Longitud de la estructura (m): 30 Anchura de la estructura (m): 20 Altura del plano del tejado (m): 10 Área de colección (m²): 45.239 m²</p>		<p>Influencias ambientales: Situación respecto a los alrededores: Altura similar Factor ambiental Urbano Nº de días de tormenta: 20 days/year Densidad anual equivalente de rayos 2.0 flashes/km²</p>		
<p>Características de la estructura: Riesgo de incendio y daños físicos: Normal Eficacia del apantallamiento: Media Tipo de cableado interno: No apantallado</p>		<p>Medidas de protección: Clase de SPCR: Sin SPCR Protección contra incendios: Sistemas manuales Protección contra sobretensiones: Sólo en entrada de servicios</p>		
<p>Líneas de conducción eléctrica:</p>				
<p>Línea eléctrica: Línea que llega a la estructura: Cable enterrado Tipo de cable externo: No apantallado Existencia de transformador MT/BT: Transformador</p>		<p>Otros servicios aéreos: Número de servicios conducidos: 0 Tipo de cable externo: No apantallado</p>		
<p>Otros servicios enterrados: Número de servicios conducidos: 1 Tipo de cable externo: No apantallado</p>				
<p>Tipos de las pérdidas:</p>				
<p>Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas: Riesgos especiales para la vida: Riesgo de pánico bajo Por incendios: Otras estructuras Por sobretensiones: No aplica</p>		<p>Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural: Por incendios: Sin valor histórico</p>		
<p>Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales: Por incendios: No hay servicios esenciales Por sobretensiones: No hay servicios esenciales</p>		<p>Tipo 4 - Pérdidas económicas: Riesgos económicos especiales: Sin riesgos especiales Por incendios: Propiedad comercial Por sobretensiones: Otras estructuras Por tensión de paso/contacto: Ganado en el interior Riesgo tolerable de pérd. económ.: 1 en 1000 años</p>		
<p>Riesgos calculados:</p>				
	Tolerable Risk Ri	Direct Strike Risk Rd	Indirect Strike Risk Ri	Calculated Risk R
Pérdidas de vidas humanas:	1,00E-05	4,57E-06	2,63E-06	7,20E-06
Pérdidas de serv. públicos:	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pérdidas de patrimonio:	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Pérdidas económicas:	1,00E-03	5,43E-05	8,19E-05	1,36E-04

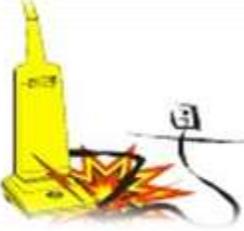
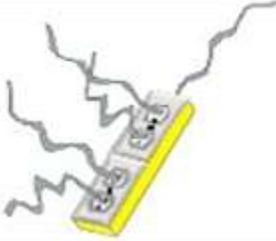
Fuente: Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

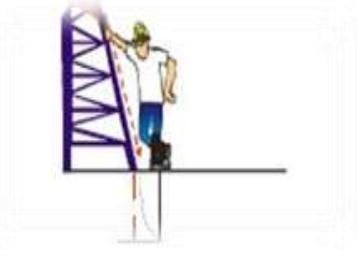
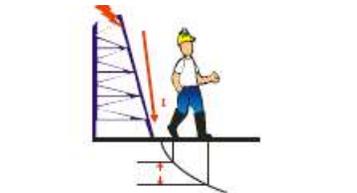
e) Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlo

Algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección, se enuncian a continuación:

Tabla. 15 Factores de Riesgo Eléctrico

	<p>ARCOS ELÉCTRICOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p>
	<p>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD.</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p>CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.</p>
	<p>CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>

	<p>CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
	<p>ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>
	<p>EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético</p>
	<p>RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además, suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
	<p>SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.</p>

	<p>TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p>TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Para evaluar el grado de riesgo de tipo eléctrico, aplicar la matriz de análisis de riesgo establecida en RETIE de agosto 30 de 2013.

Figura. 4 Matriz de análisis de riesgos (RETIE)

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución		por		Contacto directo		(al) o (en)		Tableros de BT		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE		
	(Ej.: Quemaduras)				(Ej.: Arco eléctrico)				(Ej.: Celda de 13.8kV)		
POTENCIAL		<input checked="" type="checkbox"/>	REAL		<input type="checkbox"/>		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO		

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Figura. 5 Matriz de análisis de riesgos (RETIE)

RIESGO A EVALUAR:	Daño de equipos		por	Cortocircuito		(al) o (en)	Tableros de BT			
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
	(Ej.: Quemaduras)			(Ej.: Arco eléctrico)			(Ej.: Celda de 13.8kV)			
POTENCIAL		REAL			FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

38

Figura. 6 Matriz de análisis de riesgos (RETIE)

RIESGO A EVALUAR:	Electrización		por	Electricidad estática		(al) o (en)	Superficies metálicas			
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
	(Ej.: Quemaduras)			(Ej.: Arco eléctrico)			(Ej.: Celda de 13.8kV)			
POTENCIAL		REAL			FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Figura. 7 Matriz de análisis de riesgos (RETIE)

RIESGO A EVALUAR:	Pérdida/graves daños en bienes			por	Rayos			(al) o (en)	servicios de energía	
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE	
	(E): Quemaduras)				(E): Arco eléctrico)				(E): Celda de 13.8kV)	
POTENCIAL <input checked="" type="checkbox"/> REAL <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Figura. 8 Matriz de análisis de riesgos (RETIE)

RIESGO A EVALUAR:	Incendio			por	Sobrecarga			(al) o (en)	circuitos ramales	
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE	
	(E): Quemaduras)				(E): Arco eléctrico)				(E): Celda de 13.8kV)	
POTENCIAL <input checked="" type="checkbox"/> REAL <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Figura. 9 Matriz de análisis de riesgos (RETIE)

RIESGO A EVALUAR:	Electrificación		por		Tensión de paso		(al) o (en)		subestación	
	EVENTO O EFECTO (E) : Quemaduras		FACTOR DE RIESGO		FACTOR DE RIESGO (E) : Arco eléctrico		FUENTE		FUENTE (E) : Celda de 13.8kV	
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA						
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación.	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción temporal.	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción.	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

40

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Los conceptos evaluativos se han plasmado en la Figura. 10, que define también la forma como se valoran las actividades de riesgos.

Figura. 10 Valoración de las actividades de riesgo

RIESGO	VALORACION	NIVEL	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Tensiones de paso de contacto y transferidas	Gravedad moderada y Freq Ocasional	Medio	Sistema de puesta a tierra
Choque eléctrico por contacto con partes energizadas	Gravedad severa ocasional - posible	Alto	Señalización, equipo de protección personal, protecciones eléctricas diferenciales, conservar distancias de seguridad. Cumplir las 5 reglas de oro.
Choque eléctrico por descargas atmosféricas	Gravedad severa ocasional - posible	Alto	Precaución al trabajar con mal tiempo
Incendio por cortocircuito o sobrecarga	Gravedad severa freq remota - improbable	Medio	Coordinación de protecciones, mantenimiento periódico
Lesiones osteomusculares, magulladuras, heridas ocasionadas por manejo de herramientas	Gravedad moderada y Freq Ocasional	Medio	Uso de elementos de protección personal, supervisión, pausas activas
Incidentes con vehiculos en via pública anexa	Gravedad moderada y Freq Ocasional	Medio	Demarcación del área de trabajo, supervisión

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

f) Análisis del nivel de tensión requerido.

Teniendo en cuenta lo estipulado en el RETIE, los niveles de tensión que aplica en este proyecto son:

Tabla. 16 Niveles de tensión a manejarse en el proyecto en desarrollo

Baja Tensión (BT):	X	Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.
Media tensión (MT):	X	Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.
JUSTIFICACIÓN:		El proyecto necesita redes e instalaciones internas a tensión a 120 V; y para los equipos nivel II se necesita la instalación de redes y transformadores 13,2 y 7,62 kV

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

41

Actualmente, CENS S.A E.S.P. tiene construidas en su área de influencia las redes rurales de distribución eléctrica en nivel de tensión 13.2 KV sin neutro (sistemas trifásicos y bifásicos) y 7.62 KV con neutro corrido.

- Tensión primaria: 13.200 V (disposición trifásica o monofásica aérea en MT)
- Tensión primaria 7620 V (disposición monofásica neutro corrido aérea en MT)
- Tensión secundaria 120 V (disposición monofásico bifilar DX o bifásica trifilar TPX).

Y teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad y la configuración de la red del punto de conexión más cercano que es autorizado por el operador de red, CENS S.A. E.S.P., se seleccionan las redes rurales nuevas de uso general en MT y BT para cada municipio.

g) Cálculo de campos electromagnéticos.

El cálculo de campos electromagnéticos no aplica para el presente proyecto, debido a que se tiene como parámetro de diseño un nivel de tensión de 13,2 kV y 7,62 kV y el RETIE establece en el artículo 14.4 que solo para los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57.5 Kv incluirán un análisis del campo electromagnético.

h) Cálculo de transformador.

Para realizar el cálculo del transformador proyectado y de la acometida necesaria, se requiere calcular de la demanda máxima unitaria por usuario, la cual está definida en la norma CENS S.A. E.S.P, Capítulo 2.9, Cálculo de la Demanda Máxima a 8 y 15 años respectivamente, demanda verificada con el siguiente calculo, el cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D.M.U. = \frac{800 + ((C - 800) * 0,3)}{F.P.* 1000}$$

En donde:

- C = Carga instalada en Vatios
- C = 700 vatios
- F.P = Factor de Potencia
- F.P = 0.9

Entonces:

$$D.M.U. = \frac{800 + ((700 - 800) * 0,3)}{0,9 * 1000}$$

$$D.M.U. = 0.85 \text{ KVA}$$

- Demanda máxima Proyectada (D.M.P)

Para el cálculo de la demanda máxima proyectada se realizan los siguientes cálculos:

$$D.M.P (n \text{ años}) = [(D.M.U) * (1 + r)] ^n$$

En donde:

r : Tasa de crecimiento vegetativo (1%)

n : Número de años proyectados

D.M.U : Demanda Máxima Unitaria

Entonces:

✓ Demanda Máxima Proyectada a 8 años

$$D.M.P (8 \text{ años}) = [(0.85) * (1 + 0.01)] ^8$$

$$D.M.P (8 \text{ años}) = 0,926 \text{ KVA}$$

✓ Demanda Máxima Proyectada a 15 años

$$D.M.P (15 \text{ años}) = [(0.85) * (1 + 0.01)] ^15$$

$$D.M.P (15 \text{ años}) = 2,02 \text{ KVA.}$$

Aplicando la tabla 17 Demanda diversificada para el sector rural del numeral 2.10.3 según norma CNS-NT-02, se tiene que las potencias normalizadas para los transformadores monofásicos son 3, 5 y 10 KVA, escogiendo para el caso presente 3kVA.

Nota: para el caso que las potencias de los transformadores sean de 3 KVA se seleccionará transformadores de 5 KVA.

i) Consideraciones de diseño

De conformidad a la norma técnica CNS-NT-04 de CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A E.S.P., se define utilizar transformadores tipo monofásico convencional, para instalar con protecciones de cortacircuitos y de DPS en el lado primario, aterrizado mediante sistema de puesta a tierra, donde el constructor debe en el replanteo realizar nuevamente el cálculo.

Para elegir la capacidad del transformador se tiene en consideración lo indicado en la tabla 17, la cual registra los KVA/USUARIO y demanda diversificada por cantidad de usuarios por tramo y su cargabilidad.

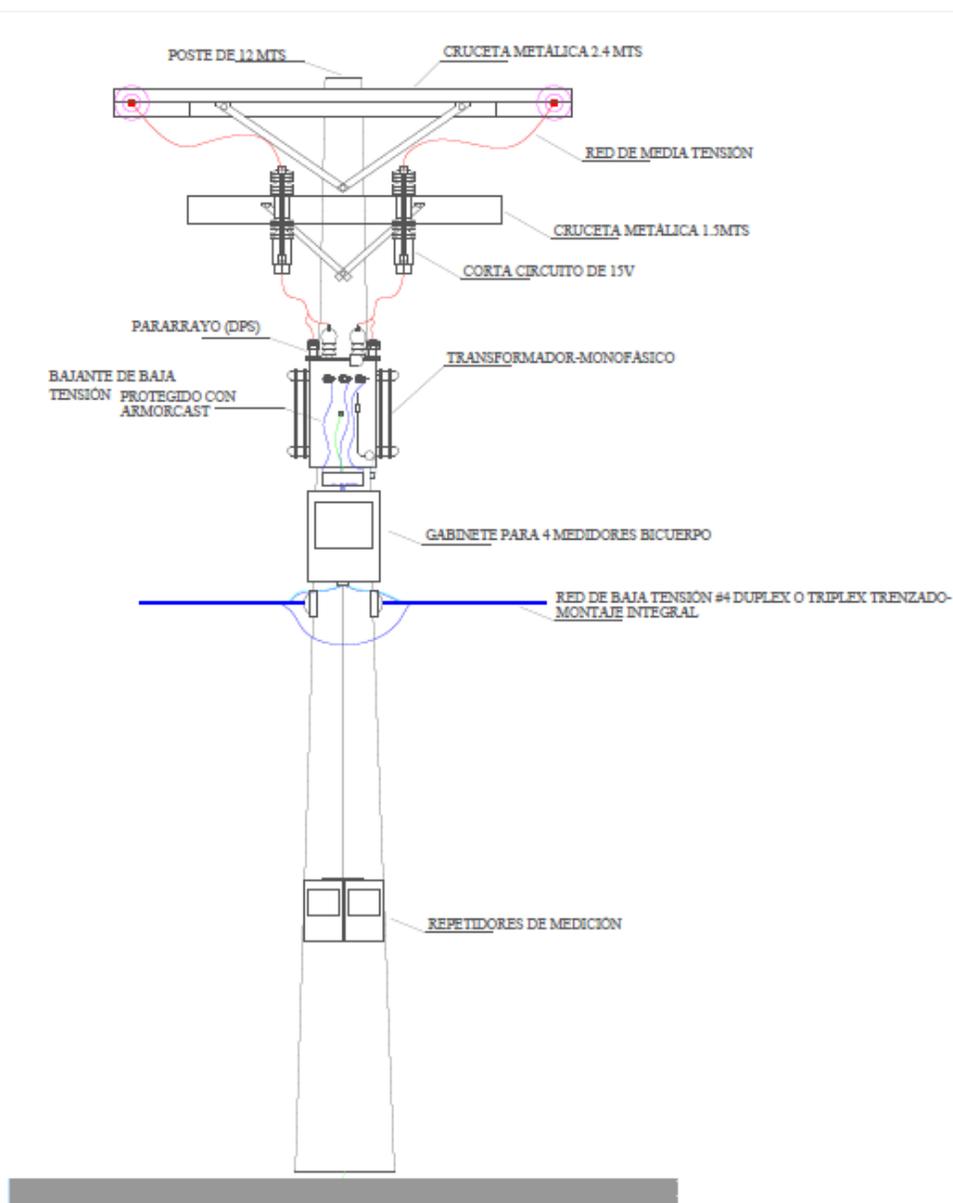
Tabla. 17 Demanda Diversificada

ELECTRIFICACION RURAL				
USUARIOS	KVA / USUARIO	KVA TOTAL	KVA TRAF0	% CARGA
6	0,8	4.8	5	96%
7	0,8	5.6	10	56%
8	0,8	6.4	10	64%
9	0,8	7.2	10	72%
10	0,8	8	10	80%
11	0,8	8.8	10	88%
12	0,8	9.6	10	96%
13	0,8	10.4	15	69%
14	0,8	11.2	15	74%
15	0,8	12	15	80%
16	0,8	12.8	15	85%
17	0,8	13.6	15	90%
18	0,8	14.4	15	96%

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Nota: Según la tabla anterior se selecciona la capacidad del transformador.

Otra de las consideraciones que se tienen en cuenta al momento de diseñar, es la exigida por el operador de red, la cual consiste en implementar un sistema de medida concentrada en donde medidores bicuerpo se instalan en el poste del transformador con sus respectivos repetidores para realizar la medida a la salida de este y así disminuir los riesgos de hurto de energía. Se usa un gabinete donde se instalan grupos de cuatro medidores y por medio de un cable UTP se envía la información de medida a los repetidores los cuales estarán en la parte inferior del poste. La configuración es la siguiente:



j) Cálculo del sistema de puesta a tierra.

Los sistemas de puesta a tierra (SPT) se diseñan para los puntos de conexión en media tensión y subestaciones.

Para los SPT se construyen según la norma RA6-010 para la red de media tensión y para la red en baja tensión RA4-017, se proyecta el sistema de puesta a tierra con kit de puesta a tierra fabricados en material de acero inoxidable ANSI-304.

La conexión se realiza utilizando un conector de compresión tipo derivación, el cual debe cumplir lo dispuesto en la norma RA7-030; la varilla de puesta a tierra debe cumplir con lo dispuesto en la norma RA7-017 y el conector para empalmar el bajante con el electrodo de puesta a tierra debe cumplir con la norma RA7-018.

46

De acuerdo con lo determinado en el artículo 15 del RETIE, la resistencia de puesta a tierra establecida como referencia para los sistemas de distribución es de 10 ohmios.

En el área de estudio, en algunos sitios resulta muy difícil obtener el valor de 10 ohmios, debido a la alta resistividad del terreno, sin embargo, se hace un diseño para garantizar el valor considerado de las tensiones de paso y de contacto, que no deben superar los valores permisibles por el RETIE, que de acuerdo con el tiempo despeje de la falla de 150 ms esta no debe sobrepasar los 300 voltios. La tabla 18, registra los valores permisibles de tensión de paso y contacto.

Tabla. 18 Valores Permisibles de las Tensiones de Paso y Contacto

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un Segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Este compendio pretende dar un estimativo en cuanto a la cantidad de material que se puede necesitar para la instalación de una puesta a tierra, y obtener de esta manera un presupuesto estimado para tipos de sistemas, los cuales se establecen en consideración al valor de la corriente de falla y a valores escalonados de la resistividad del terreno.

Es fundamental aclarar que este estudio no pretende generalizar, ni tabular los sistemas de puesta a tierra dentro de unos rangos de corriente de falla, ni resistividades del terreno, y los resultados presentados se deben considerar como casos netamente particulares.

Se presenta el estudio con mallas convencionales, siguiendo la metodología establecida por la norma ANSI/IEEE Std 80-2000.

- Mallas IEEE 80-2000.

Dependiendo de las características del terreno se diseña el SPT con contrapeso y electrodos, esta configuración disminuye el costo de la puesta a tierra y asegura los valores permisibles de las tensiones de paso y contacto a los que puede estar expuesto el usuario, como lo indique el retie.

48

Se diseña con un conductor bajante plano y varillas de 2.4 m de longitud x 5/8 Pulg. Ø. El conductor fabricado en cobre, con dos contrapesos c/u con longitud de 10 m (cable de cobre desnudo multifilar #2/0). Los materiales que considerar para disminuir la resistividad del terreno son: Hidrogel, coque, bentonita e hidrosolta.

- Corriente de falla

Los valores de las corrientes mínima y máxima de falla (monofásica y trifásica) en los puntos de conexión, fueron suministrados por el operador de red, datos necesarios para el diseño de la malla de SPT, el cual se registra en el anexo "8"

- Resistividades del terreno

El parámetro de resistividad del terreno que se tendrá en cuenta para el diseño de los SPT de los puntos de conexión en media tensión y subestaciones proyectadas será el que resulte de la medida por el método de Wenner en los puntos de conexión por media tensión de cada vereda contemplada en el proyecto. La resistividad por veredas del municipio se presenta en el **“Anexo 8: Guía para la medición de Resistividad”**.

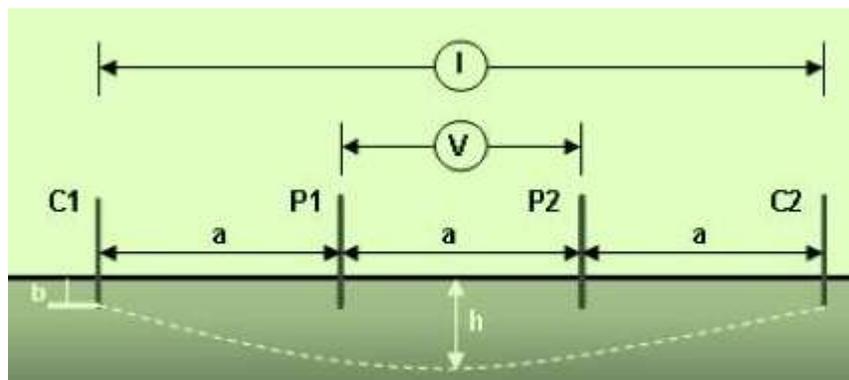
Medición de Resistividad Eléctrica del Terreno:

La medición de la resistividad es un parámetro de gran importancia para el diseño de redes eléctricas ya que, por medio de las mismas, se realiza el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra (SPT), propios de este tipo de instalaciones. Para este proyecto se implementó el método Wenner como medio para realizar el cálculo de la resistividad de los terrenos a trabajar en Salazar, ya que el mismo ha demostrado ser más preciso en comparación con otras metodologías de cálculo existentes, las cuales son descritas en la “IEEE Guide for measuring earth resistivity, ground impedance, and earth surface potential of a ground system”.

49

El método de Wenner consiste en el uso e implementación de 4 electrodos, los cuales se insertan en el suelo a ser examinado, ubicándolos en línea recta y a una misma distancia (a) y profundidad de penetración (b), **[Figura 11]**. Las mediciones de resistividad en este caso dependerán únicamente de la distancia entre electrodos y de la propia resistencia eléctrica del terreno, y por el contrario, no dependen de forma, tamaño o material de los electrodos.

Figura. 11 Distribución de electrodos - Método de Wenner



La medición de la resistividad con el método Wenner, consiste en lo siguiente: Se hace circular entre los dos electrodos externos una corriente "I", en tanto la diferencia de potencial que se presenta en la pareja de electrodos interna, es medida por medio del empleo del telurómetro **[Figura 12]**, este instrumento mide la resistencia R (=V/I) del volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo ρ_a , a la profundidad "a" es aproximada por medio de la siguiente ecuación:

$$\rho := \frac{4 \cdot \pi \cdot A \cdot R}{\left[1 + \left[\frac{2 \cdot A}{(A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right] - \frac{2 \cdot A}{(4A^2 + 4B^2)^{0.5}} \right]}$$

Donde:

$$\rho = \text{Resistividad promedio a la profundidad } (A) \left[\frac{\text{Ohm}}{\text{m}} \right]$$

$$A = \text{Distancia entre electrodos [m]}$$

$$B = \text{Profundidad de enterrado de los electrodos [m]}$$

$$R = \text{Lectura del aparato [Ohms]}$$

Sin embargo, esta ecuación se simplifica debido a que, en la práctica, la distancia o espaciamiento entre electrodos "a", es mucho mayor al enterramiento de los electrodos "b", quedando expresada de la siguiente manera:

$$q = 2nRa$$

Para determinar el cambio de la resistividad del suelo con la profundidad, el espaciamiento entre electrodos (profundidad aproximada a la cual se lee la resistividad del terreno) es variable, comprendiendo desde unos pocos metros hasta llegar a un espaciamiento igual o mayor a la máxima dimensión esperada del sistema de puesta a tierra.

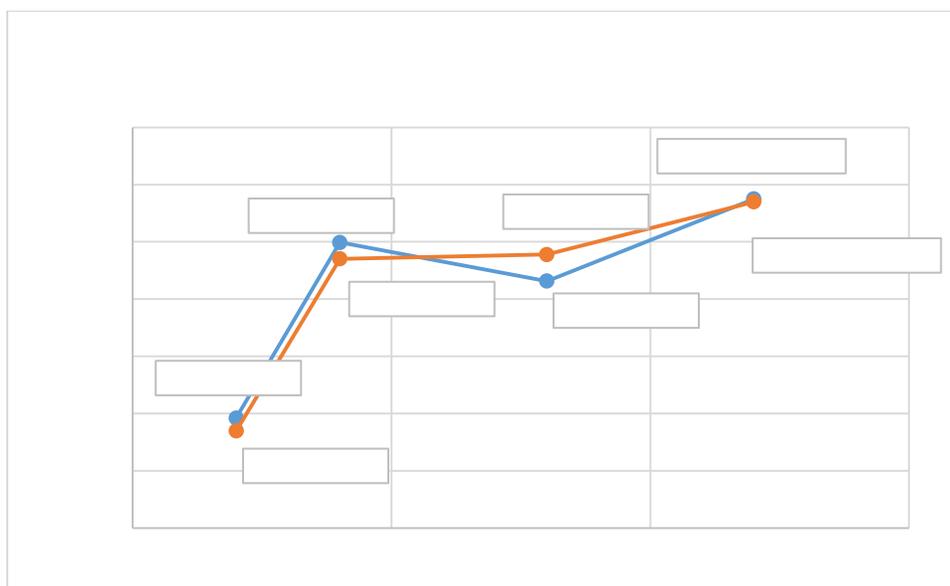
La caracterización de la resistividad del suelo dentro de un área específica, se debe realizar por medio de varios grupos de medidas tomadas en diferentes direcciones, denominados perfiles. Las diferentes lecturas que son tomadas con varios espaciamientos alineados dan un grupo de resistividades o perfil, las cuales, al ser graficadas contra el espaciamiento, indican si se tienen diferentes capas de suelo y dan una idea de su respectiva profundidad y resistividad. **(Tabla. 19).**

Tabla. 19 Datos de campo

Separación entre Electrodo (m)	Trayectoria 1 Norte - Sur ($\Omega.m$)	Trayectoria 2 Este - Oeste ($\Omega.m$)
2	384	339
4	998	941
8	863	956
12	1150	1140
Promedio Trayectoria	848,75	844
Promedio Zona	846,38 $\Omega.m$	

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Figura. 12 Curva de resistividades terreno



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

En el modelado, se asume el valor promedio de toda la data aportada por cada uno de los 4 electrodos implementados en campo, como la resistividad del terreno. En este punto, los suelos son considerados homogéneos cuando los valores definitivos y representativos de la resistividad aparente del terreno obtenidos para cada espaciamento "a", no se apartan de más de un 30% del valor máximo de los mismos.

El equipo utilizado para realizar la medición cuenta con su respectivo certificado de calibración, y es el que registra en la figura 13.

Figura. 13 Equipo Utilizado para medición de resistividad del terreno



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

- Tiempo de despeje de la falla.

El valor del tiempo de despeje de la falla fue suministrado por el operador de red datos necesarios para el diseño de la malla de SPT. Para este cálculo se tomará el valor de 150 ms.

La selección de la configuración de los sistemas de puesta a tierra para los puntos de conexión y subestaciones, tendrán en cuenta tanto la seguridad de los seres humanos, animales, vegetales como la integridad de los equipos a instalar (Transformadores).

- Características del material

Se diseña un modelo teniendo en cuenta la resistividad promedio calculada por vereda en el municipio y la mayor corriente de falla presentada.

Se selecciona el conductor el SPT, conductor bajante plano y varillas de 2.4 m de longitud x 5/8 Pulg. Ø. El conductor fabricado en cobre, con dos contrapesos c/u con longitud de 10 m (cable de cobre desnudo multifilar #2/0). Los materiales que considerar para disminuir la resistividad del terreno son: Hidrogel, coque, bentonita e hidrosolta.

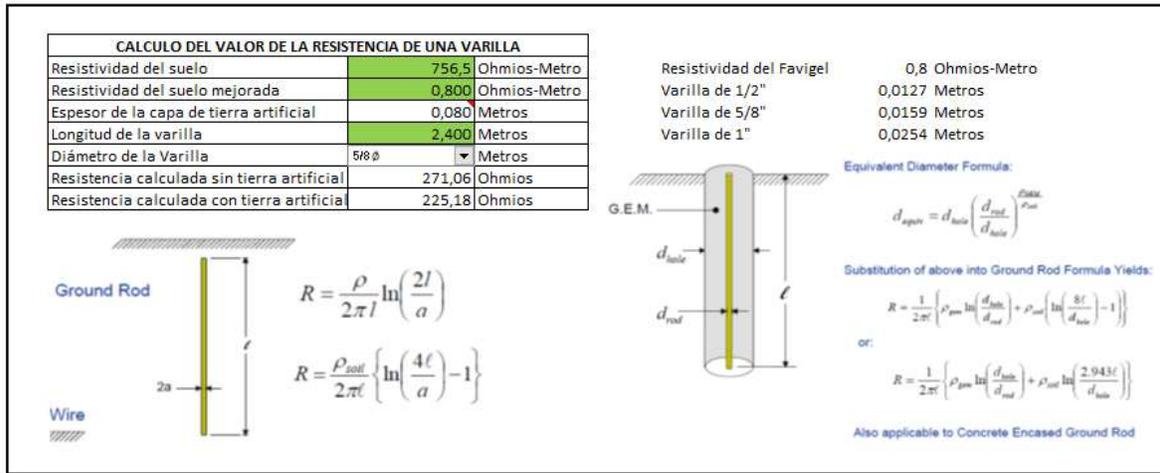
53

Nota 1: Incluir dos DPS para el caso de arranque monofásico a 13.200 V.

Nota 2: Se recomienda la realización de una prueba piloto.

En la Figura 14 se presenta la conexión del sistema de puesta a tierra a implementarse, según las características del terreno.

Figura. 14 Conexión SPT.



EJEMPLO DEL VALOR DE LA RESISTENCIA DE DOS VARILLAS INTERCONECTADAS		
Resistividad del suelo	756.5	Ohmios-Metro
Longitud del contrapeso de interconexion	20	Metros
Longitud de las varillas	2,400	Metros
Calibre del Conductor	2/0	AWG Metros
Resistencia mutua calculada	33.87	Ohmios
Resistencia equivalente calculada sin tierra artificial	16.12	Ohmios
Resistencia calculada con tierra artificial	-1.82	

The total resistance of two electrodes in parallel is computed using:

$$R = \frac{R_a R_b - R_m^2}{R_a + R_b - 2R_m}$$

Where R_a and R_b are the self resistances of electrodes a and b, and R_m is the mutual resistance between electrodes a and b.

Ground Rod Array

$$R_n = \frac{1}{n} [R + (n-1)R_m]$$

Where:
 R is the resistance of a single rod
 and
 $R_m = \frac{\rho_{soil}}{2\pi l} \ln\left(\frac{1.477l}{S}\right)$

Assumption: $S = l$

Straight Line Arrangement:

$$R_m = \frac{\rho_{soil}}{\pi l_H} \ln\left(\frac{2l_H}{l_V}\right)$$


Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Además, se instalará una caja 30x30cm para la inspección del SPT



Fuente:

http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Electricas/Puesta_a_tierra/Toma_de_tierra_independiente_0_0_0_1_0_0_1.html

Nota 2: En el anexo 8, se encuentra incluido los cálculos para la selección del tipo de puesta a tierra a implementarse en la vereda.

k) Cálculo económico de conductores.

De acuerdo con la norma RA8-025 del operador de red EPM, se realiza la selección del conductor, la anterior norma relaciona los porcentajes de regulación para los conductores Tríplex y Dúplex N°4, teniendo en consideración el número de usuarios y el momento eléctrico de acuerdo con la demanda diversificada y la longitud del tramo.

Los valores de regulación se encuentran tabulados a una distancia de cada 10 m, y mediante interpolación se obtiene valores de regulación para distancias intermedias, tanto para Tríplex N°4 como para Dúplex N°4.

Lo anterior se realiza con el fin de obtener una mayor precisión en la selección del conductor, mediante la disponibilidad de un mayor número de valores de regulación a diferentes distancias.

l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

El comportamiento mecánico de los conductores es de importancia fundamental en las líneas aéreas de transmisión y distribución, debido a los esfuerzos que se someten por el tensado en las estructuras de apoyo, por su propio peso, por la acción del viento y por las variaciones de temperatura.

Subir la temperatura del conductor ya sea por las condiciones ambientales o por el paso de la corriente eléctrica conlleva un alargamiento del mismo (flecha), lo cual produce grandes valores de desplazamiento, fuerzas verticales y longitudinales que pueden acarrear

acercamientos al terreno o sobreesfuerzos en los mismos apoyos, llegando a violar las mínimas distancias de seguridad establecidas por las normas.

Por otra parte, es muy importante conocer las máximas tensiones que van a soportar los apoyos de amarre de los conductores y las mismas estructuras.

Para conseguir las flechas y tensiones adecuadas es necesario garantizar en el tenido del conductor que éste quede instalado en unas condiciones previamente determinadas.

Los cálculos mecánicos conllevan, por lo tanto, en estudios de flechas y tensiones.

Los estudios de flechas y tensiones comprenden el cálculo de las tensiones máximas que soportarán los elementos y la forma que tomará el conductor en condiciones de máxima elongación.

Para el diseño de la red de media tensión, se utilizan conductores tipo ACSR Sparrow, calibre 2 AWG, para las trocales, en caso de presentarse, se utilizará conductor ACSR calibre N° 2/0. Este tipo de conductor es heterogéneo, conformado por 6 (seis) hilos de aluminio y 1 (uno) de acero; mientras que para el diseño de la red en baja tensión se propone cable trenzado tríplex calibre 2XN° 4 AWG Al XLPE + 1XN°4 AWG ACSR, y dúplex calibre 1XN° 4 AWG Al XLPE + 1XN°4 AWG ACSR.

Para los esfuerzos permisibles se tienen en cuenta y se aplican los siguientes criterios tomados de las normas del IPSE:

- La tensión a la temperatura promedio de diseño no deberá ser superior al 25% del esfuerzo de rotura del conductor.
- La tensión a la temperatura extrema de diseño no deberá ser superior al 50% del esfuerzo de rotura.

Con respecto a la temperatura, para el diseño se tienen en consideración temperaturas mínimas de 10 °C, máximas de 70 °C y promedio de 30 °C y una velocidad del viento máxima de 100 Km/h.

Teniendo en cuenta las variaciones ambientales se procede a formular las hipótesis de cálculo para poder dibujar la plantilla.

La curva a temperatura máxima, es utilizada para localizar en el perfil la posición más baja de los conductores y verificar las distancias mínimas a tierra y a otros circuitos de la construcción.

La curva a temperatura mínima se usa para verificar las condiciones de esfuerzo de levantamientos en los apoyos y la oscilación de los aisladores de suspensión.

58

Por último, está la curva de distancia a tierra, la cual se obtiene desplazando hacia abajo la curva a temperatura máxima, una distancia igual a la altura específica del conductor, más bajo a tierra.

La plantilla da la localización de los apoyos en el plano de perfil, para localizar los apoyos en la plantilla se coloca en posición vertical utilizando como guía el eje trazado en ella y colocando la curva del conductor inferior en el sitio de amarre del apoyo inicial.

La curva de distancia a tierra deberá tocar en forma tangente el perfil del terreno y en los puntos en que la curva de pie de apoyos intercepte el perfil del terreno determinaran la localización de las estructuras.

El procedimiento anterior es exacto para perfiles planos, en casi de ángulos pronunciados de los alineamientos, terrenos abruptos y cruce, puede que sea necesario determinar por aproximaciones sucesivas la altura y localización de los apoyos.

Los apoyos y los conductores de líneas aéreas están sujetos a la combinación de diferentes esfuerzos.

Además, los apoyos deben soportar esfuerzos debidos a la presión del viento, el ángulo de los conductores, el peso propio, el peso de los conductores y los herrajes, la presión del viento que actúa en dirección normal a los conductores.

Los esfuerzos se calculan para el vano viento que se supone igual a la suma de las mitades de los vanos continuos al apoyo. También están los esfuerzos por cambio de dirección de la línea, los esfuerzos por levantamiento cuando los apoyos se localizan en puntos topográficos bajos, los conductores por su parte deben soportar su propio peso y los esfuerzos producidos por el viento.

59

Para determinar los esfuerzos que soportan los conductores y apoyos es necesario conocer las características del conductor, los cuales se enuncian a continuación:

Tabla. 20 Características ACSR 2

Material	ACSR	
Tipo	SPARROW	
Calibre	2	AWG
Número de hilos	6	Aluminio
	1	Acero
Diámetro de hilos	2,67	Aluminio
	2,67	Acero
Diámetro total	8,01	mm ²
Peso neto	0,136	Kg/mm ²
Tensión de rotura	1290	Kg

Módulo de elasticidad final	8000	Kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal (final)	0,0000191	1/°C

Fuente: nexans.co

Se considera la tensión en condiciones promedio de temperatura, en extremas condiciones de temperatura y viento.

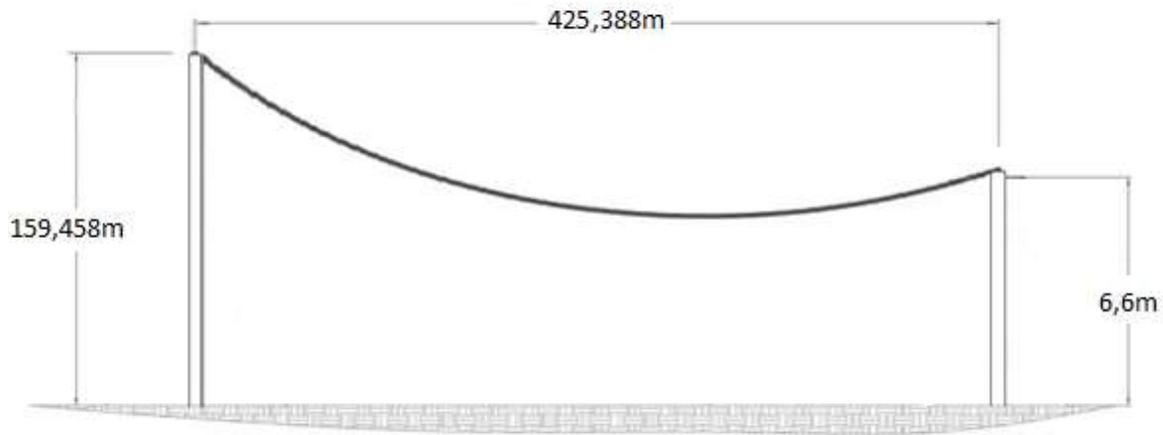
El diseño de las veredas contempla un factor de seguridad mínimo de 2.5 y un factor de seguridad diario de 3 y al calcular el vano regulador, el cual es un equivalente ficticio, permite obtener la tensión mecánica media en los diferentes vanos de un tramo de línea, se podrá dibujar la plantilla.

CALCULO DE TENSIONES Y LONGITUD DEL CABLE

60

Para el cálculo de tensiones y longitud del cable se tomó como objeto de estudio el tramo SI-M130 – SI-B131 (figura 2), por este tramo pasa una línea de baja tensión con un conductor Triplex #4.

Figura. 15 Vista previa de Línea de Transmisión



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Y_{max} = altura máxima respecto al eje coordenadas.

r = Parámetro de la catenaria, distancia del punto más bajo al eje de coordenadas.

$Y_{0\ min}$ = Distancia en el eje x del punto más bajo al punto más bajo de la catenaria.

$Y_{0\ max}$ = Distancia del punto más alto al punto más bajo de la catenaria.

X_{max} = Distancia en el eje x del punto más alto al punto más bajo de la catenaria.

X_{min} = distancia en el eje x del punto más bajo al punto más bajo de la catenaria.

T_{max} = Tensión máxima que ejerce el cable.

T_{min} = Tensión mínima que ejerce el cable.

W = Peso del cable.

S = Longitud del cable.

$S_{max, r}$ = Longitud del cable del punto más alto al punto más bajo de la catenaria

$S_{min, r}$ = Longitud del cable del punto más bajo al punto más bajo de la catenaria.

V = Vano (distancia entre los postes).

Parámetros:

$$Y_{0 \min} = 0.5 \text{ m}$$

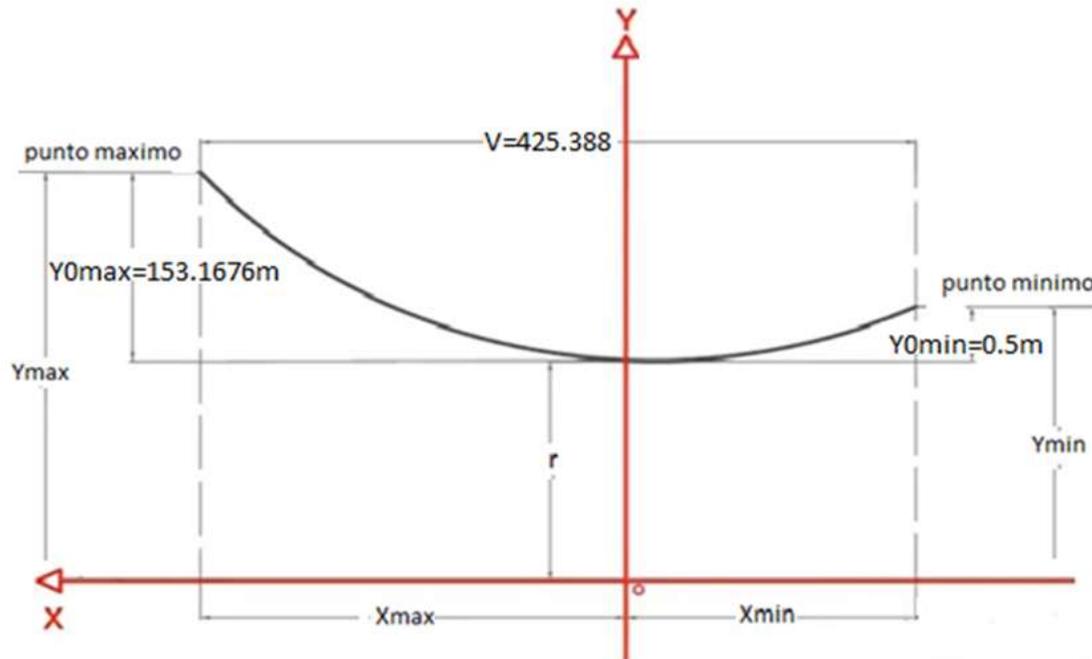
$$Y_{0 \max} = 153.1676 \text{ m}$$

$$V = 425.388 \text{ m}$$

$$W = 0.262 \text{ Kg/m}$$

Por tratarse de una catenaria, primero se elige un sistema de coordenadas cuyo origen se halla a una distancia vertical "r" del punto más bajo del cable.

Figura. 16 Parámetros para Cálculo de Catenaria



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

La ecuación de la catenaria es:

$$Y = r * \cosh(X/r)$$

Para el segmento punto máximo, r

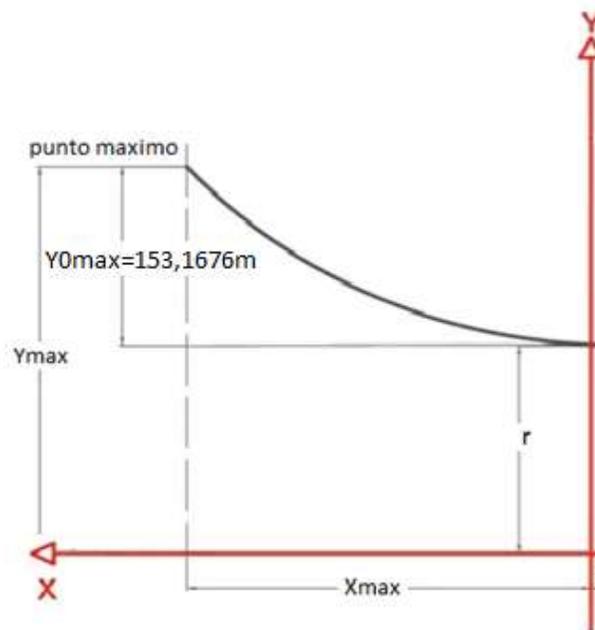
$$Y_{max} = (r + Y_{0 \max})$$

$$Y_{max} = r * \cosh(X_{max}/r)$$

$$[(r + Y)_{0 \max}] = r * \cosh(X_{max}/r)$$

$$X_{max} = r * \operatorname{arcocosh}(1 + Y_{0 \max}/r)$$

Figura. 17 Punto Máximo r



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

Para el segmento punto mínimo, r

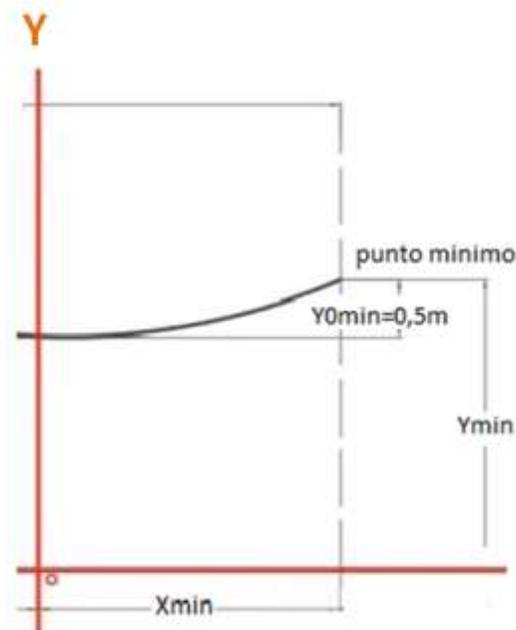
$$Y_{min} = (r + Y_{0 \min})$$

$$Y_{min} = r * \cosh(X_{min}/r)$$

$$[(r + Y)_{0 \min}] = r * \cosh(X_{min}/r)$$

$$X_{min} = r * \operatorname{arcocosh}(1 + Y_{0 \min}/r)$$

Figura. 18 Punto mínimo



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

64

Sumatoria de las distancias

$$X_{max} + X_{min} = 425,388 \text{ m}$$

Reemplazamos X_{max} y X_{min}

$$r * \operatorname{arcocosh}(1 + Y_{0max}/r) + r * \operatorname{arcocosh}(1 + Y_{0min}/r) = 425,388 \text{ m}$$

Reemplazamos valores

$$r * \operatorname{arcocosh}(1 + 153,1676/r) + r * \operatorname{arcocosh}(1 + 0,5/r) = 425,388 \text{ m}$$

Despejamos r de la ecuación con ayuda de un software o de una calculadora

$$r = 551.104$$

Teniendo r hallamos Xmax y Xmin

$$X_{max} = 551.104 * \operatorname{arcocosh}(1 + 153,1676/551.104)$$

$$X_{max} = 401.914 \text{ m}$$

$$X_{min} = 551.104 * \operatorname{arcocosh}(1 + 0,5/551.104)$$

$$X_{min} = 23.473 \text{ m}$$

Calculo de tensiones máximas y mínimas

Para Tmax

$$T_{max} = W * (r + Y_0 \text{ max})$$

$$T_{max} = 0.262 \text{ Kg/m} * (551.104 + 153,1676) \text{ m}$$

$$T_{max} = 184.519 \text{ Kg}$$

65

Para Tmin

$$T_{min} = W * (r + Y_0 \text{ min})$$

$$T_{min} = 0.262 \text{ Kg/m} * (551.104 + 0,5) \text{ m}$$

$$T_{min} = 144.52 \text{ Kg}$$

Calculamos la longitud del cable

$$S = r * \sinh(X/r)$$

$$S = S_{max, r} + S_{min, r}$$

$$S = r * \sinh \left[\left(\frac{X_{max}}{r} \right) \right] + r * \sinh \left(\frac{X_{min}}{r} \right)$$

$$S = r * \left[\sinh \left[\left(\frac{X_{max}}{r} \right) \right] + \sinh \left[\left(\frac{X_{min}}{r} \right) \right] \right]$$

$$S = 268.7869 * [\sinh \left[\left(\frac{401.914 \text{ m}}{551.104} \right) + \right] \sinh \left[\left(\frac{23.473}{551.104} \right) \right]]$$

$$S = 461.981 \text{ m}$$

CALCULO DE ESFUERZOS

Los esfuerzos a los que quedan sometidos los conductores en líneas aéreas se derivan de su peso propio, de la carga debida al viento y de las variaciones de temperatura.

En cuanto a los esfuerzos permisibles, la presión del viento en dirección transversal a la línea y se calcula con las siguientes formulas:

$$P_v = 0.042 * v^2 \text{ kg/m}^2$$

Para este caso se analiza como ejemplo el nodo CM-B150.

Como la velocidad del viento en el municipio de Salazar es de aproximadamente 3.5 m/s, entonces:

$$P_v = 0.042 * [3.5]^2 \text{ kg/m}^2$$

$$P_v = 0.5145 \text{ kg/m}^2$$

v= Velocidad del viento en kilómetros por hora.

Luego se calcula la fuerza del viento Fv, para determinar la fuerza del viento en los apoyos tenemos:

$$F_v = P_v * A \text{ (kg)}$$

$$F_v = 0.5145 * 0.00747054 \text{ (Kg)}$$

$$Fv = 78.9371 \text{ (Kg)}$$

Donde:

- A= área del poste, para postes troncocónicos el área es:

$$A = H * \frac{d1 + d2}{200} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = 6.6 * (0.29 + 0.15)/200$$

$$A = 0,01452 \text{ (m}^2\text{)}$$

Donde:

- d1 = diámetro a nivel de empotramiento.
- d2 = diámetro al extremo superior.
- H = altura del poste sobre el piso.
- H1 = altura de aplicación de la fuerza del viento sobre el poste.

$$H1 = \frac{H}{3} * \frac{d1 + 2d2}{d1 + d2} \Rightarrow \text{(m)}$$

$$H1 = 6.6/3 * (0.29 + 2 * 0.15)/(0.29 + 0.15)$$

$$H1 = 2.95 \text{ m}$$

Para los esfuerzos debidos al viento en los conductores:

$$Fv = 0.042 * V^2 * N * D * l \Rightarrow (kg)$$

$$Fv = 0.042 * 3.5^2 * 1 * 0.017 * 95$$

$$Fv = 78,9371625 \text{ Kg}$$

Donde:

- N = número de conductores.
- D = diámetro del conductor en metros.
- l = longitud del vano en metros.

Cálculo del momento por presión del viento en el apoyo:

$$Mv1 = Fv * H \Rightarrow (kg * m)$$

$$Mv1 = 78,937 * 6.6$$

$$Mv1 = 520,985273 \text{ Kg} * m$$

Calculo del momento debido al viento en los conductores:

$$Mv2 = Fv * Hc \Rightarrow (kg * m)$$

$$Mv2 = 78.937 * 2.95$$

$$Mv2 = 232.86 \text{ Kg} * m$$

Finalmente, con la curva de utilización del poste se puede determinar el ángulo de alineamiento y la longitud de los vanos que puede soportar, sin necesidad de templetes. La curva de utilización está determinada por la expresión:

$$Mr = Mv1 + Mv2$$

$$Mr = 520.985 + 232.86$$

$$Mr = 753,8499 \text{ Kg} * m$$

SEPARACIÓN MÍNIMA EN UN VANO DE LOS CONDUCTORES POR PENDULEO

$$d = K * \sqrt{((q + \beta) + kV)/150} \Rightarrow (m)$$

69

Donde:

- d: Separación de conductores en metros.
- K: valor constante para el ACSR = 0.75 y para AAAC = 1.0.
- q: Flecha máxima del vano en metros.
- β : longitud de cadena de aisladores en metros.
- kV: voltaje en kilovoltios.

$$q = \frac{W_{\text{peso_del_conductor}} * a^2}{8 * t}$$

Donde:

- a: distancia del vano en metros.

- t : 0.25 de la tensión de rotura.
- $k = 0.6$
- $\lambda = 0.4$ (m).
- $V = 7.62$ (kV).
- Temperatura ambiente = 60° C.

La siguiente tabla muestra la separación entre los conductores en función del vano y flecha de la catenaria.

Tabla. 21 Separación mínima de los conductores

Vano	Flecha	Separación
a (m)	F (m)	D (m)
50	0,14	0,490
100	0,54	0,633
150	1,22	0,815
200	2,17	1,013
250	3,39	1,219
300	4,88	1,430
350	6,65	1,643
400	8,68	1,859
450	10,99	2,075
500	13,57	2,293
550	16,41	2,511
600	19,53	2,730
700	26,59	3,168
800	34,73	3,607
900	43,95	4,047

Vano	Flecha	Separación
a (m)	F (m)	D (m)
1000	54,26	4,487

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S

m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.

✓ Cálculo Cortacircuitos

Se proyecta en media tensión utilizar cortacircuitos tipo abierto para instalación a la intemperie. El valor del hilo fusible a instalar por el lado primario del transformador se calcula a continuación.

71

$$I_{protprimario} = \frac{S_t}{V_{Inprimario}}$$

Donde:

$S_t =$ Potencia nominal del TRF

$V_{Inprimario} =$ Voltaje de entrada en el devanado primario del TRF

De esta manera:

$$I_{protprimario} = \frac{5}{13,2} = 0,378 A$$

$$I_{protprimario} = \frac{10}{13,2} = 0,75 A$$

En las ecuaciones anteriores, se tiene que la capacidad o potencia nominal de los transformadores a instalar es de 5 KVA, esto, teniendo en cuenta lo presentado en la "**Tabla. 17. Demanda diversificada.**"

Para determinar la capacidad nominal del tipo de hilo a utilizar se plantea la utilización de la carga de manera continua, según lo estipulado en la norma CNS-NT-02, página 24 (parámetros de diseño):

- ✓ Se selecciona caja cortacircuitos de 1 Amperios tipo H para el de 5 KVA.

Características de los 2 cortacircuitos: 15 KV tensión nominal, 100 Amperios corriente Nominal, BIL 110 KV, 5 KA corriente de cortocircuito simétrica, 12,5 KV corriente de cortocircuito asimétrica, con hilo fusible de 1 amperios.

72

- ✓ Para cálculo de cortacircuitos en los puntos de arranque y/o derivaciones, se suma la carga total de los transformadores vistos por el punto de arranque o derivación y se toma como carga continua.

De esta manera:

$$I_{\text{Arranque-Derivacion}} = \frac{S_{t1} + S_{t2} + S_{t3} + \dots + S_{tn}}{V_{IN\text{primario}}};$$

Entonces:

La capacidad del fusible se registra en la siguiente tabla

Tabla. 22 Capacidad Fusible

7.600 V	13.200 V
----------------	-----------------

KVA	Carga Máx. [A]	Fusible	KVA	Carga Máx. [A]	Fusible
3	0,39	0,4	3	0,23	0,2
5	0,66	0,7	5	0,38	0,4
7,5	0,98	1,0	7,5	0,57	0,6
10	1,31	1,3	10	0,76	0,7
15	1,97	2,1	15	1,14	1,0
25	3,28	3,5	25	1,89	2,1
37,5	4,92	5,2	37,5	2,84	3,1
50	6,57	6,3	50	3,79	3,5
75	9,84	10,4	75	5,68	5,2
100	13,12	14	100	7,57	7,8
167	21,9	21	167	12,65	10,4
250	32,81	32	250	18,94	14

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S

Lo relacionado con protecciones, se presenta en el **Anexo, 9 "PROTECCIONES PARA PUNTO DE ARRANQUE, DERIVACIONES Y TRANSFORMADORES PPROYECTADOS"**

73

Adicionalmente, la **Tabla. 23** expone lo correspondiente al análisis de los cortocircuitos y las fallas a tierra, para las dos capacidades de transformadores a implementarse en Lourdes.

Tabla. 23 Análisis de cortocircuito y falla a tierra

PARÁMETRO	VALOR		UNIDADES
	MIN	MÁX	
Potencia del transformador	5	10	KVA
Impedancia del transformador a 85°C "Uz"	3	3	%
Potencia de cortocircuito debido a impedancia del transformador	167	333	kVA
Tensión primaria (Vp)	13.200	13.200	V
Tensión secundaria (Vs)	120	120	V
Corriente eficaz de cortocircuito en BT	0,80	1,60	KA
Corriente de cortocircuito asimétrica en BT	1,39	2,00	A
Corriente de cortocircuito simétrica en BT	1,74	2,51	A

Corriente de cortocircuito asimétrica en BT (Dato CENS)			A
Corriente de cortocircuito simétrica en BT (Dato CENS)			A

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S

n) Cálculos de canalizaciones.

Este cálculo no aplica, debido a que la red de media tensión será tipo aérea y las instalaciones internas se realizarán sobre muro con cable tipo NMC. Todas las redes y acometidas se instalarán al aire libre.

o) Cálculos de pérdidas de potencia.

La estimación de las pérdidas de potencia, se realiza con base de la norma CNS-NT-02 PARAMETROS DE DISEÑO (pág. 20), seleccionando el valor de resistencia (dúplex, triplex y ACSR) de acuerdo con la norma ET-TD-ME01-03 (CABLES ACSR, Resistencia Eléctrica cable ACSR de la tabla. 5, pág. 7):

74

$$\%PL = (r * M) * 100 / (VL^2 * \cos\phi)$$

Dónde:

- %PL** : Porcentaje de pérdidas en el tramo
- r** : resistencia del conductor (Ohm/km)
- M** : Momento eléctrico (KVA/m)
- VL** : Voltaje de línea
- : Factor de potencia

Las pérdidas de potencia totales en la red corresponden a la sumatoria de las pérdidas de cada tramo de las redes en análisis, es decir:

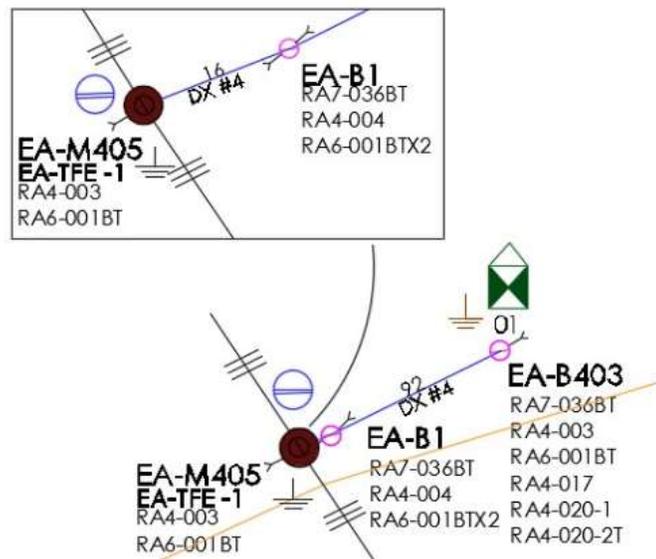
Pérdidas totales= Sumatoria Pérdidas tramo

p) Cálculos de regulación.

El procedimiento de cálculo empleado para conocer la regulación y pérdidas de energía en las redes de baja tensión se abordará a continuación.

Se toma como referencia el tramo expuesto en la **Figura.19**

Figura. 19 Esquema para el cálculo de % de regulación y pérdidas de energía en BT



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S

a) Cálculos de Regulación

La determinación de este parámetro, se realiza con respecto a la siguiente ecuación:

$$\%Reg = \frac{F_c \cdot K_G \cdot M}{V_L^2}$$

Donde:

F_c = Factor de corrección. Dependiente del tipo de conexión y del tipo de sistema del circuito.

K_G = Constante de regulación generalizada del conductor [-]

M = Momento eléctrico. $\left[\frac{kVA}{m}\right]$

V_L^2 = Voltaje de línea de BT [V]

TRAMO del EA-M405 al EA-B1 (Duplex - DX)

$$F_c = 8 [-]$$

$$M = 0,8 \text{ kVA} * 16 \text{ m} = 12,8 \text{ kVA/m}$$

$$K_G = 131,9 [-]$$

$$V_L^2 = 240 \text{ V}$$

Entonces:

$$\%Reg_1 = \frac{(8)(131,9)(12,8 \text{ kVA/m})}{(240 \text{ V})^2}$$

Por lo que el porcentaje de regulación parcial sería:

$$\%Reg_1 = 0,23449\%$$

TRAMO del EA-B1 al EAB-403 (Duplex - DX)

$$F_c = 8 [-]$$

$$M = 0,8 \text{ kVA} * 92 \text{ m} = 73,6 \text{ kVA/m}$$

$$K_G = 131,9 [-]$$

$$V_L^2 = 240 \text{ V}$$

Por lo tanto, el % de regulación parcial para este tramo sería de:

$$\%Reg_2 = \frac{(8)(131,9)(73,6 \text{ kVA/m})}{(240 \text{ V})^2}$$

$$\%Reg_2 = 1,34831\%$$

Para conocer el porcentaje de regulación total del tramo bajo expuesto, se tiene que:

$$\%Reg_{Total} = \%Reg_1 + \%Reg_2$$

$$\%Reg_{Total} = 0,23449\% + 1,34831\%$$

$$\%Reg_{Total} = 1,5828\%$$

b) Cálculo de pérdidas de energía

77

Las pérdidas de energía que presentan los tramos bajo estudio se determinan por medio de la siguiente ecuación:

$$\%PL = \frac{(r * M) * 100}{V_L^2 * \text{Cos}(\varphi)}$$

Donde:

r = Resistencia por unidad de longitud [Ω/Km]

M = Momento eléctrico [$kVA * m$]

V_L = Tensión de la línea [V]

φ = Ángulo del factor de potencia de la carga [%]

TRAMO del EA-M405 al EA-B1 (Dúplex - DX)

$$r = 1,3227 [\Omega/Km]$$

$$M = (0,8 \text{ kVA}) * (16 \text{ m}) = 12,8 \text{ kVA/m}$$

$$V_L = 240 \text{ V}$$

$$\varphi = 90\%$$

Como se calcula para dos tramos en este ejemplo, en resultado de aplicar la ecuación mencionada, será correspondiente a la pérdida de energía parcial del tramo en mención.

$$\%PL_1 = \frac{(1,3227 * 12,8) * 100}{240^2 * 0,9}$$

$$\%PL_1 = 0,03266\%$$

TRAMO del EA-B1 al EAB-403 (Duplex - DX)

$$r = 1,3227 \left[\frac{\Omega}{Km} \right]$$

$$M = (0,8 \text{ kVA}) * (92 \text{ m}) = 73,6 \text{ kVA/m}$$

$$V_L = 240 \text{ V}$$

$$\varphi = 90\%$$

De esta manera:

$$\%PL_2 = \frac{(1,3227 * 73,6) * 100}{240^2 * 0,9}$$

$$\%PL_2 = 0,18779 \%$$

La pérdida total de energía es entonces:

$$\%PL_{Total} = \%PL_1 + \%PL_2$$

$$\%PL_{Total} = 0,03266\% + 0,18779 \%$$

$$\%PL_{Total} = 0,22045\%$$

Una vez establecida la metodología de cálculo para determinar el porcentaje de regulación y de pérdidas de energía de los tramos diseñados, se tienen en cuenta otras consideraciones:

El cálculo de regulación por cada ramal en BT, se realiza teniendo en cuenta los límites dispuestos en la norma del operador de red, donde establece como valor máximo el 3% de caída de tensión en redes secundarias; de no presentarse esto, se buscara otra alternativa, bien sea la prolongación de la red de MT, con la esencia de proyectar un nuevo transformador, que puede ser de uso exclusivo o en caso de presentarse una prolongación de una red existente de BT monofásica bifilar (FN), se evalúa la posibilidad de proyectar un tercer hilo en la red existente (FFN), con el fin de obtener el valor de caída de tensión deseado.

Por otro lado, en caída de tensión superior a lo permitido, no se estima el aumento en el calibre de los conductores para la red secundaria proyectada para mejorar el porcentaje de regulación, el operador de red EPM tiene normalizado en la red de baja tensión el uso de conductores Tríplex y Dúplex, ambos calibres N°4.

79

En cuanto a la regulación BT, se establece el factor de corrección de acuerdo con el tipo de conexión y al tipo de sistema del circuito (ver norma CNS-NT-02, tabla. 10, pág. 15), y el valor de la constante de regulación para triplex y dúplex será respectivamente: 131.81, 131.90; como lo indica la norma: Parámetros de diseño (CNS-NT-02, tabla. 16 y tabla. 17, pág. 18)

Tipo de Subestación	Tipo de red		
	Monofásica (FN)	bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica.	8,00	2,00	2,00
Trifásica	6,00	1,732	2,25

Factores de Corrección

Calibre (AWG)	Constante K_G para distintos factores de potencia		
	0,80	0,90	0,95
6	186.22	209.75	221.34
4	117.05	131.81	139.08
2	73.79	83.07	87.64
1/0	46.44	52.25	55.11
2/0	36.93	41.53	43.79
3/0	29.19	32.87	34.68
4/0	23.23	26.15	27.58

Constante de regulación K_g cable triplex AAAC, AAC, ACSR B.T.

Calibre (AWG)	Constante K_G para distintos factores de potencia		
	0,80	0,90	0,95
6	186.35	209.85	221.41
4	117.18	131.90	139.14
2	73.90	83.15	87.69
1/0	46.55	52.33	55.16
2/0	37.03	41.61	43.85
3/0	29.23	32.89	34.69
4/0	23.27	26.17	27.60

Constante de regulación K_g cable dúplex AAAC, AAC, ACSR B.T.

$$\%R = (F_c * K_G * M) / [VL]^2$$

Dónde:

R% : Porcentaje de regulación en BT.

Fc : Factor de Corrección.

M : Momento Eléctrico (KVA/m).

KG : Constante de regulación generalizada del conductor.

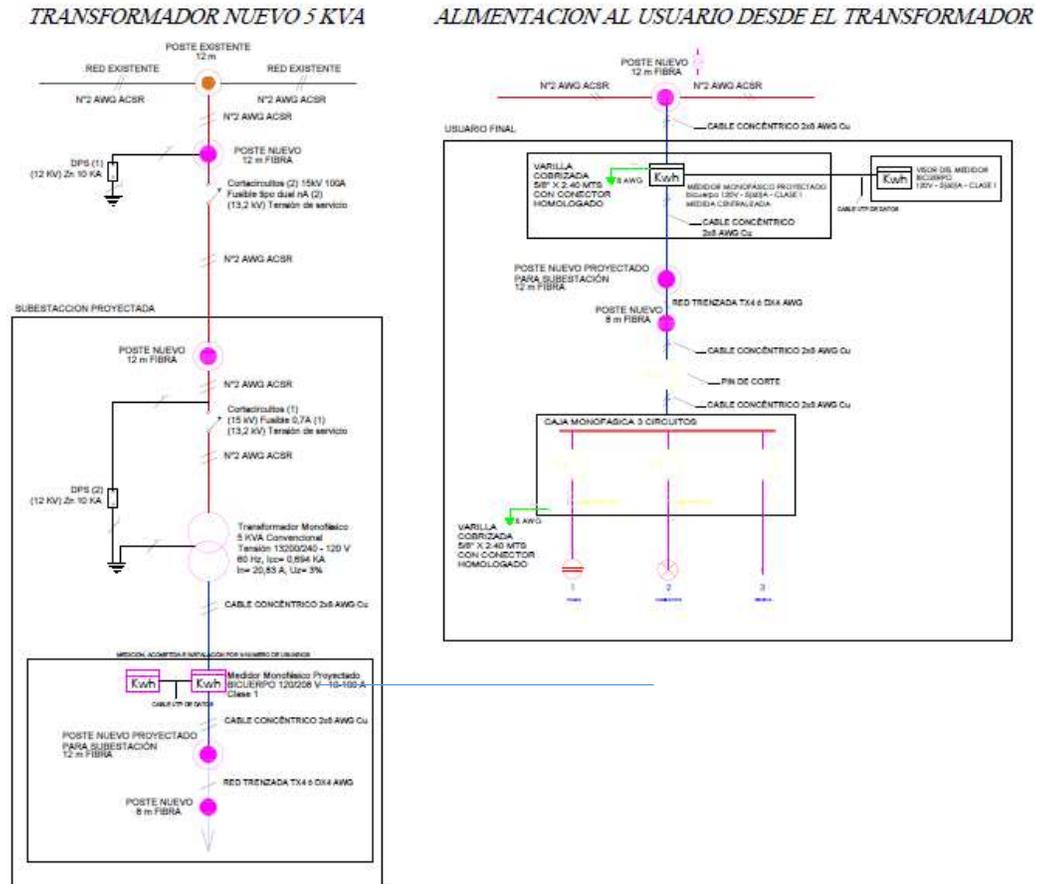
VL : Tensión de línea (V)

El porcentaje de regulación por cada ramal en BT se realiza teniendo en cuenta los límites dispuestos en la norma del operador de red, donde se establece como valor máximo el 3% de caída de tensión en redes secundarias.

q) Elaboración de diagramas unifilares.

Figura. 20 Diagrama Unifilar de Conexión a Usuarios 13200 V

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL



Fuente: Segen Ingeniería S.A.S

r) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

Los planos y esquemas eléctricos se diseñan basados en la norma CNS-NT-12 "Presentación de proyectos". Para la solución energética se definen en el anexo 7.

s) Distancias de seguridad.

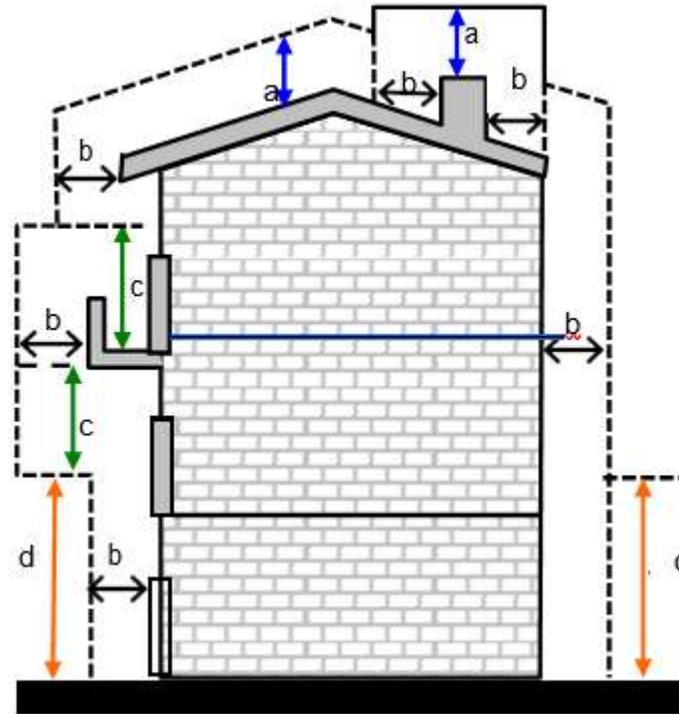
Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones, en este caso las viviendas del sector rural, se establecen en la Tabla 24, y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas.

Figura. 21 Distancias de Seguridad en zonas con Construcciones



Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE

Nota: En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el OR solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones.

En líneas de transmisión o redes de distribución, la altura de los conductores respecto del piso o de la vía, se señalan en la Tabla 25 y 26, no podrá ser menor a las establecidas.

Tabla. 24 Distancias mínimas de seguridad para diferentes situaciones.

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo "d" en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 13.2).	500	11,5
	230/220	8,5
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
Distancia mínima al suelo "d1" desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 13.2).	500	11,5
	230/220	8,0
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
Distancia mínima al suelo "d" en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en la zonas de servidumbre (Figura 13.2).	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia "e" estos valores (Figura 13.3) ⁹	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5
Distancia mínima vertical en el cruce "f" a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses (Figura 13.4)	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m (Figura 13.4)	500	12,9
	230/220	11,3
	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua "g" en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 13.4)	500	7,9
	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12
	13,8/13,2/11,4/7,6	12
	<1	12
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo.	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	7,0
	66/57,5	7,0
	44/34,5/33	7,0
	13,8/13,2/11,4/7,6	7,0
	<1	7,0

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE

Tabla. 25 Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

		DISTANCIAS EN METROS								
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
	230/220	3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6	
	115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2		
	66	2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5			
	57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4				
	44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3					
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6						
	<1	1,2	0,6							
	Comunicaciones	0,6								
	Comunicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500	
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior										

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

87

t) Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura

Los conductores sobre apoyos fijos deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las Tablas 27 y 28.

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la de fase-tierra del circuito de más alta tensión o la diferencia fasorial entre los conductores considerados.

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores debe incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño. El desplazamiento de los conductores debe incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

Tabla. 26 Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos	15 (1) 7,5 (2)
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V (4/0 AWG o mayor calibre). 0 a 750 V (calibre menor de 4/0 AWG). Entre 750 V y 8,7 kV.	15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Más de 50 kV	30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Debe atender normas internacionales
Conductores de suministro de diferente circuito (3) 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV	30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 71,5 más 1 cm por kV sobre 50 Kv

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE

Nota 1: No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

Nota 2: Permitido donde se ha usado regularmente espaciamiento entre pines, menor a 15 cm. No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

Nota 3: Para las tensiones que excedan los 57,5 kV, la distancia de seguridad debe ser incrementada en un 3% por cada 300 m en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para tensiones mayores de 50 kV se basarán en la máxima tensión de operación.

Tabla. 27 Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

		CONDUCTORES A MAYOR ALTURA		
		CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)		
		HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV	
CONDUCTORES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación, localizados en el apoyo de empresa de energía, o de empresas comunicaciones.	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.	
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 44 kV y 66 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE

Nota 1: Estas distancias son para circuitos de una misma empresa operadora. Para circuitos de diferentes empresas la distancia se debe aumentar en 0,6 m.

Nota 2: Para las tensiones que excedan los 66 kV, la distancia de seguridad vertical entre conductores debe ser incrementada por el factor de corrección por altura.

Nota 3: Los conductores del mismo circuito de una red compacta con cables cubiertos o semiaislados, no deben tener una separación menor a 18 cm para tensiones menores de 15 kV, ni menor a 27 cm para tensiones entre 15 kV y 34,5 kV.

Parágrafo. Se podrá usar tecnología de líneas compactas para una línea o varias líneas en la misma estructura, siempre que se cumplan las distancias de seguridad definidas en normas internacionales, de reconocimiento internacional como IEEE o recomendaciones del CIGRE para este tipo de configuraciones.

90

➤ *Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas*

Las distancias permitidas para trabajos en sitios energizados se encuentran en la tabla 29.

Tabla. 28 Distancias Mínimas para Trabajos en o cerca de partes Energizadas en Corriente Alterna

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m)	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	Incluye movimientos involuntarios.	
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE

u) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050.

91

No aplica debido a que este proyecto se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma NTC 2050.

7. ANOTACIONES AMBIENTALES

Cuando se implementen las soluciones energéticas por red eléctrica, el constructor que se seleccione debe ceñirse al trazado definido desde la perspectiva ambiental y diseñado por el equipo de ingeniería eléctrica, por ende, cualquier cambio que considere el constructor desde la actividad de replanteo será susceptible de revisión y aprobación ante la autoridad ambiental competente.

Además, considerar los documentos de criticidad ambiental y restricciones existentes desarrollados por el PERS Norte de Santander.



ANEXOS

ANEXO 1. RELACIÓN DE USUARIOS NUEVOS POR TRANSFORMADOR

RELACION DE USUARIOS x VEREDA BATATAL				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	CIRO ROQUE	ANGARITA DURAN	BL-M202	BL-TF-1
2	LUIS ARTURO	ROJAS PAEZ	BL-B204	
3	JOSE GREGORIO	LUNA SILVA	BL-B189	BL-TFEX-2
4	SEGUNDO	CARRILLO ANGARITA	BL-B181	BL-TF-3
5	EUCLIDES	ANGARITA CASADIEGOS	BL-B185	
6	EVAGELINA	PINZON CONTRERAS	BL-M185	
7	GUILLERMINA	ANGARITA CASADIEGOS	BL-M185	
8	LUCIANO	ALARCON CHACON	BL-B180	BL-TF-4
9	JOSE RESURECION	GELVEZ	BL-B174	
10	NINFA ROSA	ALARCON CHACON	BL-M177	
11	JOSE BELEM	DURAN LUNA	BL-B171	BL-TF-5

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

95

RELACION DE USUARIOS x VEREDA LA AMARILLA				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	ALIRIO	BAYONA SANCHEZ	AM-M003	AM-TF-1
2	LEIDY YAMILE	ROLON MORENO	AM-B008	AM-TFEX-2

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

RELACION DE USUARIOS x VEREDA LAS MERCEDES				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	ALONSO	ROJAS CUY	ME-B025	ME-TF-1
2	WILMER ANTONIO	ROJAS CUY	ME-B1	
3	ALIRIO ANTONIO	ROJAS BAYONA	ME-B028	
4	MARIO	LIZCANO TAMAYO	ME-B030	
5	OSCAR JAVIER	GRANADOS ROJAS	ME-B026	ME-TF-2

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

RELACION DE USUARIOS x VEREDA LOS ANDES				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	JAVIER RICADO	JAIMES ARIAS	LA-M166	LA-TF-1
2	SANTIAGO	SOTO RAMIREZ	LA-M080	LA-TF-2
3	JOSE NOEL	ALBARRACÍN PEREZ	LA-B082	
4	EXEQUIEL	ROA FUENTES	LA-B084	
5	GONZALO	TORRES PEDRASA	LA-M142	LA-TF-3
6	JAIME	TORREZ PARDA	LA-M143	
7	CARMEN MARIA	ROJAS GARCIA	LA-M155	LA-TFEX-4
8	JORGE ORLANDO	MOLINA PACHECO	LA-B079	LA-TFEX-5
9	ATANAEL	RAMIREZ PINEDA	LA-B158	LA-TF-6
10	NESTOR ALEJANDRO	CARDENAS RAMIREZ	LA-M157	
11	JOSE ALIRIO	TORREZ GELVEZ	LA-B089	LA-TF-7

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

96

RELACION DE USUARIOS x VEREDA SANGUINO				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	EFRAIN	SALAZAR VILLAMIZAR	SG-B044	SG-TF-1
2	ADRIAN	RODRIGUES PEDRASA	SG-B074	
3	ARNULFO	VILLAMIZAR SALAZAR	SG-B046	SG-TF-2
4	YAIR ALEXANDER	RIOS ROJAS	SG-M049	SG-TF-3
5	JOSE ALIRIO	ROJAS PEREZ	SG-B072	SG-TF-4
6	ROSENDO	ROJAS PAEZ	SG-B069	
7	LUIS RAMON	CARDENAS ROJAS	SG-B069	
8	ESCUELA		SG-M066	
9	DANIEL	FLOREZ PINEDA	SG-B055	
10	JOSE DE LOS ANGELES	MEDINA PEÑA	SG-M051	SG-TF-5
11	JORGE OVIDIO	FLOREZ SALAZAR	SG-B053	
12	LUZ MARLENI	LLANES SANCHEZ	SG-B065	SG-TF-6
13	LUIS RAMON	CARDENAS ROJAS	SG-B056	

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

RELACION DE USUARIOS x VEREDA SANTA BARBARA				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	LUZ RAMONA	OSORIO SEGURA	SB-B122	SB-TF-1
2	JUAN ENRIQUE	LEAL RAMIREZ	SB-B117	
3	LUIS FELIPE	GARCIA	SB-B123	
4	ANA AIDE	ROJAS DE RODRIGUEZ	SB-B125	SB-TF-2
5	GLADYS MARIA	OSORIO ROJAS	SB-B128	
6	CARLOS HUMBERTO	ARIAS RIVERA	SB-M110	
7	HERRY AGUSTO	FLOREZ CASTRO	SB-B132	
8	MARIA EMA	PALACIOS MONCADA	SB-B138	SB-TFEX-3
9	BERNARDO ELITH	VELANDIA PALACIOS	SB-B139	SB-TF-4
10	ANIBAL	TORRES OLLANTES	SB-B153	SB-TFEX-5

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

RELACION DE USUARIOS x VEREDA SANTA FE				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	ARISTIVE	GARCIA FLOREZ	SF-M085	SF-TF-1

97

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

RELACION DE USUARIOS x VEREDA URIBANTE				
USUARIO	NOMBRES		NODO	TRANSFORMADOR
1	MILERMA	SUESCUN CUY	UB-M032	UB-TF-1
2	YULIT MARIELA	MEDINA ROJAS	UB-B035	UB-TF-2
3	OSCAR	MEDINA PEÑA	UB-B036	
4	ISMAEL	VILLAMIZAR	UB-B033	
5	ESCUELA		UB-B039	

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

ANEXO 2. GEORREFERENCIACIÓN PUNTOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

VEREDA BATATAL

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
BL-B171	1136477	1358368	1302
BL-B174	1135506	1358575	1379
BL-B180	1135425	1358693	1328
BL-B181	1135188	1359386	1550
BL-B187	1135280	1359039	1425
BL-B188	1135360	1359031	1370
BL-B189	1134793	1359495	1374
BL-B190	1134760	1359381	1369
BL-B203	1135199	1360038	1608
BL-B204	1135245	1359994	1561
BL-B1	1134816	1359232	1381
BL-B2	1134796	1359285	1387
BL-B4	1136539	1358339	1263
BL-B5	1136612	1358305	1237
BL-B6	1135491	1358722	1361
BL-B7	1135182	1359161	1475
BL-B8	1135186	1359301	1506
BL-B9	1135226	1359054	1440

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
BL-M198	1135171	1360476	1797
BL-M199	1135175	1360474	1797
BL-M200	1135140	1360319	1753
BL-M202	1135174	1360102	1644
BL-M192	1134830	1359194	1388
BL-M182	1135130	1359150	1521
BL-M183	1135136	1359160	1523
BL-M185	1135179	1359067	1499
BL-M175	1135690	1358699	1489
BL-M176	1135684	1358699	1487
BL-M177	1135546	1358746	1395
BL-M173	1136667	1358278	1238
BL-M1	1135645	1358708	1480

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

VEREDA LA AMARILLA

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
AM-B007	1134627	1348903	1327
AM-B008	1134728	1348956	1340
AM-B1	1134728	1348956	1340

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
AM-M001	1137804	1349020	1524
AM-M002	1137686	1349010	1553
AM-M003	1137353	1349202	1449
AM-M004	1137800	1349031	1515
AM-M005	1134526	1348857	1395
AM-M1	1134526	1348857	1395

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

VEREDA LAS MERCEDES

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
ME-B024	1130662	1355355	1392
ME-B025	1130631	1355344	1399
ME-B028	1130794	1355301	1313
ME-B1	1130738	1355331	1348

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
ME-M018	1130925	1356111	1451
ME-M019	1130929	1356107	1453
ME-M022	1130740	1355659	1424
ME-M023	1130702	1355366	1378
ME-M026	1130004	1355196	1697
ME-M030	1130663	1355032	1361
ME-M2	1130165	1355157	1576
ME-M3	1130038	1355188	1678

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

VEREDA LOS ANDES

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
LA-B143	1130803	1358275	1616
LA-B158	1129263	1359266	1702
LA-B077	1132215	1358266	1488
LA-B078	1132211	1358260	1490
LA-B079	1132183	1358256	1495
LA-B082	1130829	1358713	1397
LA-B083	1130906	1358703	1409
LA-B084	1130954	1358697	1383
LA-B089	1127342	1359622	2257
LA-B2	1130766	1358333	1575
LA-B3	1129169	1359162	1755
LA-B4	1129216	1359214	1718

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
LA-M160	1128943	1359763	1888
LA-M161	1130409	1359821	1711
LA-M162	1130417	1359815	1710
LA-M163	1130620	1359865	1781
LA-M164	1130805	1359962	1764
LA-M165	1130864	1359934	1721
LA-M166	1131000	1359871	1624
LA-M142	1130684	1358461	1538
LA-M144	1130780	1358624	1454
LA-M145	1130774	1358629	1455
LA-M157	1129126	1359115	1805
LA-M155	1131513	1358570	1427
LA-M159	1128947	1359761	1885
LA-M080	1130800	1358732	1392
LA-M091	1127275	1359450	2200
LA-M076	1132233	1358285	1487
LA-M1	1130719	1358510	1512
LA-M2	1130731	1359923	1785

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

VEREDA SANGUINO

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SG-B044	1129551	1352885	1611
SG-B046	1129122	1353158	1779
SG-B053	1126544	1352626	2049
SG-B055	1126477	1353175	2073
SG-B056	1126678	1354251	2114
SG-B065	1126162	1354126	2160

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SG-B067	1126518	1353269	2050
SG-B068	1126668	1353489	2002
SG-B069	1126719	1353524	1998
SG-B070	1126735	1353484	1980
SG-B071	1126786	1353467	1948
SG-B072	1126835	1353455	1926
SG-B074	1129726	1352762	1519
SG-B1	1129590	1352858	1555
SG-B2	1129632	1352829	1528
SG-B3	1129679	1352795	1510
SG-B4	1126663	1352641	1960
SG-B5	1126604	1352633	2097
SG-B6	1126602	1353422	2013
SG-B7	1126564	1353353	2039

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SG-M040	1130168	1353401	1471
SG-M041	1129951	1353135	1524
SG-M043	1129528	1352911	1619

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SG-M045	1129236	1352996	1725
SG-M047	1128993	1353112	1736
SG-M049	1128563	1352935	1657
SG-M066	1126640	1353490	2012
SG-M064	1126149	1354079	2158
SG-M051	1126921	1352676	1958
SG-M1	1127498	1353454	2061
SG-M2	1128343	1353042	1657
SG-M3	1127947	1353235	1770
SG-M4	1127802	1353306	1865
SG-M5	1126311	1353885	2005
SG-M6	1126230	1353982	2090
SG-M7	1129391	1352951	1668
SG-M8	1129817	1353063	1515
SG-M9	1127375	1353460	2020
SG-M10	1126787	1353485	1970
SG-M11	1126680	1353374	1956
SG-M12	1126736	1353213	1915
SG-M13	1126889	1352769	1939

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.



VEREDA SANTA BARBARA

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SB-B117	1130640	1362884	2527
SB-B118	1130433	1362855	2497
SB-B121	1130399	1363433	2635
SB-B122	1130342	1363620	2719
SB-B123	1129934	1363007	2361
SB-B125	1129584	1363019	2427
SB-B126	1129626	1362768	2381
SB-B128	1129715	1362746	2332
SB-B129	1129549	1362574	2388
SB-B130	1129486	1362537	2386
SB-B132	1129351	1362527	2348
SB-B138	1129589	1361516	1899
SB-B139	1129727	1361299	1868
SB-B148	1131169	1360712	1664
SB-B149	1131158	1360732	1667
SB-B150	1131156	1360759	1662
SB-B151	1131182	1360783	1659
SB-B152	1131194	1360816	1666
SB-B153	1131205	1360854	1662
SB-B1	1129662	1362678	2331
SB-B2	1129428	1362532	2370
SB-B3	1129541	1361711	1970
SB-B4	1129561	1361629	1922
SB-B5	1130600	1362878	2525
SB-B6	1130268	1363230	2490
SB-B7	1130321	1363311	2540
SB-B8	1130370	1363528	2660

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SB-M120	1130223	1363159	2469
SB-M124	1129895	1362944	2366
SB-M110	1129614	1362615	2360
SB-M111	1129605	1362504	2344
SB-M134	1129646	1362167	2206
SB-M135	1129590	1362060	2127
SB-M115	1129538,38	1361745,9	1996
SB-M116	1129546	1361745	2000
SB-M141	1129664	1361079	1835
SB-M147	1131185	1360703	1661

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

VEREDA SANTA FE

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSIÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
SF-M085	1127936,55	1361197,64	2229
SF-M086	1128106,48	1361452,64	2267
SF-M087	1128225,22	1361554,08	2272
SF-M088	1128227,41	1361558,73	2275

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

VEREDA URIBANTE

COORDENADAS			
<i>BAJA TENSÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
UB-B033	1130159	1354190	1496
UB-B035	1130488	1353994	1498
UB-B036	1130468	1353941	1513
UB-B039	1130335	1353831	1568
UB-B1	1130436	1353902	1527
UB-B2	1130358	1353885	1525

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

COORDENADAS			
<i>MEDIA TENSÓN</i>			
PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
UB-M031	1130717	1354669	1353
UB-M032	1130826	1354300	1322
UB-M034	1130579	1354043	1486
UB-M037	1130480	1353905	1528
UB-M038	1130386	1353841	1566
UB-M1	1130680	1354502	1340
UB-M2	1130319	1353705	1525

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

ANEXO 3. CÁLCULOS DE REGULACIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN

Los cálculos de regulación de Baja Tensión se anexan al presente documento

MEDIA TENSIÓN

CÁLCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- BATATAL																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
BL-M198	BL-M199	21	FF	13200	1	5	105	2	82,1	0,85	1	1,732	8,568E-05	8,568E-05	5,6914E-05	5,691E-05
BL-M199	BL-M200	145	FF	13200	1	5	725	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0005916	0,00067728	0,00039298	0,0004499
BL-M200	BL-M202	219	FF	13200	1	5	1095	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00089352	0,0015708	0,00059353	0,0010434
BL-M182	BL-M183	16	FF	13200	1	5	80	2	82,1	0,85	1	1,732	6,528E-05	6,528E-05	4,3363E-05	4,336E-05
BL-M183	BL-M185	104	FF	13200	1	5	520	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00042432	0,0004896	0,00028186	0,0003252
BL-M175	BL-M176	23	FF	13200	1	5	115	2	82,1	0,85	1	1,732	9,384E-05	9,384E-05	6,2334E-05	6,233E-05
BL-M176	BL-M1	24	FF	13200	1	5	120	2	82,1	0,85	1	1,732	9,792E-05	0,00019176	6,5044E-05	0,0001274
BL-M1	BL-M177	106	FF	13200	1	5	530	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00043248	0,00062424	0,00028728	0,0004147

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

CÁLCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- LA AMARILLA																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
AM-M001	AM-M004	24	FF	13200	1	5	120	2	82,1	0,85	1	1,732	9,792E-05	9,792E-05	6,5044E-05	6,504E-05
AM-M004	AM-M002	112	FF	13200	1	5	560	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00045696	0,00055488	0,00030354	0,0003686
AM-M002	AM-M1	114	FF	13200	1	5	570	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00046512	0,00102	0,00030896	0,0006775
AM-M1	AM-M003	271	FF	13200	1	5	1355	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00110568	0,00212568	0,00073446	0,001412

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- LAS MERCEDES																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
ME-M018	ME-M019	25	FF	13200	1	5	125	2	82,1	0,85	1	1,732	0,000102	0,000102	6,7755E-05	6,775E-05
ME-M019	ME-M022	462	FF	13200	1	5	2310	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00188496	0,00198696	0,0012521	0,0013199
ME-M022	ME-M023	219	FF	13200	1	5	1095	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00089352	0,00288048	0,00059353	0,0019134
ME-M023	ME-M030	336	FF	13200	1	5	1680	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00137088	0,00425136	0,00091062	0,002824
ME-M030	ME-M2	514	FF	13200	1	5	2570	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00209712	0,00634848	0,00139303	0,004217
ME-M2	ME-M3	131	FF	13200	1	5	655	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00053448	0,00688296	0,00035503	0,0045721
ME-M3	ME-M026	35	FF	13200	1	5	175	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0001428	0,00702576	9,4856E-05	0,0046669

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- SANGUINO																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
ME-M018	ME-M019	25	FF	13200	1	5	125	2	82,1	0,85	1	1,732	0,000102	0,000102	6,7755E-05	6,775E-05
ME-M019	ME-M022	462	FF	13200	1	5	2310	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00188496	0,00198696	0,0012521	0,0013199
ME-M022	ME-	219	FF	13200	1	5	1095	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00089352	0,00288048	0,00059353	0,0019134

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- SANGUINO

TRAMO	LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT		
							ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL	
	M023															
ME-M023	ME-M030	336	FF	13200	2	5	1680	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00137088	0,00425136	0,00091062	0,002824
ME-M030	ME-M2	514	FF	13200	2	5	2570	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00209712	0,00634848	0,00139303	0,004217
ME-M2	ME-M3	131	FF	13200	2	5	655	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00053448	0,00688296	0,00035503	0,0045721
ME-M3	ME-M026	35	FF	13200	3	5	175	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0001428	0,00702576	9,4856E-05	0,0046669
ME-M030	UB-M031	367	FF	13200	3	5	1835	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00149736	0,00852312	0,00099464	0,0056616
UM-M031	UB-M032	385	FF	13200	4	5	1925	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0015708	0,01009392	0,00104342	0,006705
UB-M031	UB-M1	171	FF	13200	4	5	855	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00069768	0,0107916	0,00046344	0,0071684
UB-M1	UB-M034	470	FF	13200	4	5	2350	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0019176	0,0127092	0,00127379	0,0084422
UB-M034	UB-M037	170	FF	13200	4	5	850	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0006936	0,0134028	0,00046073	0,0089029
UB-M037	UB-M038	114	FF	13200	5	5	570	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00046512	0,01386792	0,00030896	0,0092119
UB-M038	UB-M2	152	FF	13200	5	5	760	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00062016	0,01448808	0,00041195	0,0096239
UB-M2	SG-M040	339	FF	13200	5	5	1695	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00138312	0,0158712	0,00091875	0,0105426
SG-M040	SG-M041	343	FF	13200	5	5	1715	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00139944	0,01727064	0,00092959	0,0114722
SG-M041	SG-M8	152	FF	13200	5	5	760	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00062016	0,01789081	0,00041195	0,0118842
SG-M8	SG-M043	327	FF	13200	6	5	1635	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00133416	0,01922497	0,00088623	0,0127704
SG-M043	SG-M7	143	FF	13200	6	5	715	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00058344	0,01980841	0,00038756	0,0131579
SG-M7	SG-M045	161	FF	13200	6	5	805	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00065688	0,02046529	0,00043634	0,0135943
SG-M045	SG-M047	270	FF	13200	7	5	1350	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0011016	0,02156689	0,00073175	0,014326
SG-M047	SG-M049	465	FF	13200	8	5	2325	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0018972	0,02346409	0,00126023	0,0155863
SG-M049	SG-M2	245	FF	13200	8	5	1225	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0009996	0,02446369	0,00066399	0,0162503
SG-M2	SG-M3	440	FF	13200	8	5	2200	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0017952	0,02625889	0,00119248	0,0174427
SG-M3	SG-M4	161	FF	13200	8	5	805	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00065688	0,02691577	0,00043634	0,0178791

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- SANGUINO

TRAMO	LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT		
							ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL	
SG-M4	SG-M1	338	FF	13200	8	5	1690	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00137904	0,02829481	0,00091604	0,0187951
SG-M1	SG-M9	123	FF	13200	8	5	615	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00050184	0,02879665	0,00033335	0,0191285
SG-M9	SG-M10	859	FF	13200	8	5	4295	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00350472	0,03230137	0,00232805	0,0214565
SG-M10	SG-M066	147	FF	13200	9	5	735	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00059976	0,03290113	0,0003984	0,0218549
SG-M066	SG-M5	513	FF	13200	9	5	2565	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00209304	0,03499417	0,00139032	0,0232452
SG-M5	SG-M6	127	FF	13200	9	5	635	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00051816	0,03551233	0,00034419	0,0235894
SG-M6	SG-M064	126	FF	13200	10	5	630	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00051408	0,03602641	0,00034148	0,0239309
SG-M066	SG-M11	123	FF	13200	10	5	615	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00050184	0,03652825	0,00033335	0,0242643
SG-M11	SG-M12	171	FF	13200	10	5	855	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00069768	0,03722593	0,00046344	0,0247277
SG-M12	SG-M13	469	FF	13200	10	5	2345	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00191352	0,03913945	0,00127108	0,0259988
SG-M13	SG-M051	99	FF	13200	11	5	495	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00040392	0,03954337	0,00026831	0,0262671

111

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- SANTA BARBARA

TRAMO	LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT		
							ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL	
SB-M116	SB-M115	25	FF	13200	1	5	125	2	82,1	0,85	1	1,732	0,000102	0,000102	6,7755E-05	6,775E-05
SB-M115	SB-M135	322	FF	13200	1	5	1610	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00131376	0,00141576	0,00087268	0,0009404
SB-M135	SB-M134	120	FF	13200	1	5	600	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0004896	0,00190536	0,00032522	0,0012657
SB-M134	SB-M111	339	FF	13200	1	5	1695	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00138312	0,00328848	0,00091875	0,0021844
SB-M111	SB-M110	112	FF	13200	1	5	560	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00045696	0,00374544	0,00030354	0,0024879
SB-M110	SB-M124	432	FF	13200	1	5	2160	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00176256	0,005508	0,0011708	0,0036587

SB-M124	SB-M120	392	FF	13200	2	10	3920	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00319872	0,00870672	0,00212478	0,0057835
---------	---------	-----	----	-------	---	----	------	---	------	------	---	-------	------------	------------	------------	-----------

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- SANTA LOS ANDES																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
LA-M161	LA-M162	21	FF	13200	1	5	105	2	82,1	0,85	1	1,732	8,568E-05	8,568E-05	5,6914E-05	5,691E-05
LA-M162	LA-M163	203	FF	13200	1	5	1015	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00082824	0,00091392	0,00055017	0,0006071
LA-M163	LA-M2	125	FF	13200	1	5	625	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00051	0,00142392	0,00033877	0,0009459
LA-M2	LA-M164	83	FF	13200	1	5	415	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00033864	0,00176256	0,00022495	0,0011708
LA-M164	LA-M165	65	FF	13200	1	5	325	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0002652	0,00202776	0,00017616	0,001347
LA-M165	LA-M166	150	FF	13200	1	5	750	2	82,1	0,85	1	1,732	0,000612	0,00263976	0,00040653	0,0017535
LA-M145	LA-M144	23	FF	13200	1	5	115	2	82,1	0,85	1	1,732	9,384E-05	9,384E-05	6,2334E-05	6,233E-05
LA-M144	LA-M1	127	FF	13200	1	5	635	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00051816	0,000612	0,00034419	0,0004065
LA-M1	LA-M142	62	FF	13200	1	5	310	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00025296	0,00086496	0,00016803	0,0005746
LA-M160	LA-M159	28	FF	13200	1	5	140	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00011424	0,00011424	7,5885E-05	7,589E-05
LA-M159	LA-M157	652	FF	13200	1	5	3260	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00266016	0,0027744	0,00176704	0,0018429

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- URIBANTE																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
ME-M018	ME-M019	25	FF	13200	1	5	125	2	82,1	0,85	1	1,732	0,000102	0,000102	6,7755E-05	6,775E-05

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- URIBANTE																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
ME-M019	ME-M022	462	FF	13200	1	5	2310	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00188496	0,00198696	0,0012521	0,0013199
ME-M022	ME-M023	219	FF	13200	1	5	1095	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00089352	0,00288048	0,00059353	0,0019134
ME-M023	ME-M030	336	FF	13200	2	5	1680	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00137088	0,00425136	0,00091062	0,002824
ME-M030	ME-M2	514	FF	13200	2	5	2570	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00209712	0,00634848	0,00139303	0,004217
ME-M2	ME-M3	131	FF	13200	2	5	655	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00053448	0,00688296	0,00035503	0,0045721
ME-M3	ME-M026	35	FF	13200	3	5	175	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0001428	0,00702576	9,4856E-05	0,0046669
ME-M030	UB-M031	367	FF	13200	3	5	1835	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00149736	0,00852312	0,00099464	0,0056616
UB-M031	UB-M032	385	FF	13200	4	5	1925	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0015708	0,01009392	0,00104342	0,006705
UB-M031	UB-M1	171	FF	13200	4	5	855	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00069768	0,0107916	0,00046344	0,0071684
UB-M1	UB-M034	470	FF	13200	4	5	2350	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0019176	0,0127092	0,00127379	0,0084422
UB-M034	UB-M037	170	FF	13200	4	5	850	2	82,1	0,85	1	1,732	0,0006936	0,0134028	0,00046073	0,0089029
UB-M037	UB-M038	114	FF	13200	5	5	570	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00046512	0,01386792	0,00030896	0,0092119
UB-M038	UB-M2	152	FF	13200	5	5	760	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00062016	0,01448808	0,00041195	0,0096239

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

CALCULO DE REGULACIÓN RED MEDIA TENSIÓN- SANTA FE																
TRAMO		LONGITUD (M)	RED	NIVEL DE TENSIÓN (V)	N° TRAFOS	DEMANDA (Kva)	MOMENTO (Kva/m)	CALIBRE			F.P	FACTOR CORREC.	% REGULACIÓN MT		% PERDIDAS DE ENERGIA MT	
								ACSR	KG	r(Ω/Km)			PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
SF-M088	SF-M087	21	FF	13200	1	5	105	2	82,1	0,85	1	1,732	8,568E-05	8,568E-05	5,6914E-05	5,691E-05
SF-M087	SF-M086	139	FF	13200	1	5	695	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00056712	0,0006528	0,00037672	0,0004336
SF-M086	SF-M085	306	FF	13200	1	5	1530	2	82,1	0,85	1	1,732	0,00124848	0,00190128	0,00082932	0,0012629

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

ANEXO 4. DIAGRAMAS TOPOLOGICOS

Los diagramas topológicos se encuentran adjuntos a los calculos de regulación de baja tensión anexos al presente documento.

ANEXO 5. CÁLCULOS DE CATENARIA

CONSTRUCCION DE REDES ELECTRICAS DE MT Y BT EN LAS VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SALAZAR, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.				
CALCULO DE CURVAS A TEMPERATURA MÍNIMA Y MAXIMA				
CARACTERISTICAS DEL CONDUCTOR				
Material				ACSR
Tipo				SPARROW
Calibre			2	AWG
Número de hilos:			6	Aluminio
			1	Acero
Diámetro de hilos		Aluminio	2.672,000	mm
		Acero	2.672	mm
		Total	8,02	mm
Área del conductor		Aluminio	33,64	mm ²
		Acero	5,61	mm ²
		Total	39,25	mm ²
Peso Neto			136	kg/m
Tensión de rotura			1.294	kg
Radio medio geométrico			2,58	mm
Resistencia eléctrica			0,829	ohm/km
Reactancia inductiva			0,3597	ohm/km
Reactancia capacitiva			0,2066	Mohm/km
Capacidad de corriente			162	Amp
Módulo de elasticidad (final)			8.000	kg/mm ²
Coeficiente de dilatación lineal (final)			1,91E-05	1/° C
CONDICIONES LIMITANTES - HIPOTESIS DE TENDIDO				
Temperatura mínima		10 ° Cent.	< 50 % Rotura (kg)	647,0
Temperatura media		24 ° Cent.	≤ 20 % Rotura (kg)	258,8
Temperatura máxima		40 ° Cent.	< 50 % Rotura (kg)	647,0
Distancia de seguridad =		6,0	metros	
CURVAS PARABÓLICAS				
VANO REGULADOR = 130,11				
Abscisa	Vano	Curva a Temp. Mínima 10 ° C	Curva a Temp. Máxima 40 ° C	Distancia mínima entre conductores a flecha máxima $e=(0.75*\sqrt{F+KV/150})*1.2$
x (m)	a=2x (m)	$h_f = 2,293$	$h_f = 1.657$	1.2= Factor de seguridad F= Flecha máxima
		FLECHA (MT)	FLECHA (MT)	
0	0	0,00	0,00	0,11
10	20	0,02	0,03	0,26
20	40	0,09	0,12	0,42
30	60	0,20	0,27	0,57
40	80	0,35	0,48	0,73
50	100	0,54	0,75	0,89

60	120	0,78	1,08	1,04
70	140	1,06	1,47	1,20
80	160	1,39	1,92	1,35
90	180	1,76	2,44	1,51
100	200	2,17	3,01	1,67
110	220	2,63	3,64	1,82
120	240	3,13	4,33	1,98
130	260	3,67	5,08	2,13
140	280	4,26	5,89	2,29
150	300	4,89	6,77	2,45
160	320	5,56	7,70	2,60
170	340	6,28	8,69	2,76
180	360	7,04	9,74	2,91
190	380	7,84	10,85	3,07
200	400	8,69	12,03	3,23
210	420	9,58	13,26	3,38
220	440	10,51	14,55	3,54
230	460	11,49	15,91	3,70
240	480	12,51	17,32	3,85
250	500	13,58	18,79	4,01
260	520	14,69	20,33	4,16
270	540	15,84	21,92	4,32
280	560	17,03	23,57	4,48
290	580	18,27	25,29	4,63
300	600	19,55	27,06	4,79
310	620	20,88	28,90	4,94
320	640	22,24	30,79	5,10
330	660	23,66	32,75	5,26
340	680	25,11	34,76	5,41
350	700	26,61	36,83	5,57
360	720	28,15	38,97	5,72
370	740	29,74	41,16	5,88
380	760	31,37	43,42	6,04
390	780	33,04	45,74	6,19
400	800	34,76	48,11	6,35
410	820	36,52	50,55	6,50
420	840	38,32	53,04	6,66
430	860	40,17	55,60	6,82
440	880	42,06	58,21	6,97
450	900	43,99	60,89	7,13
460	920	45,97	63,63	7,28
470	940	47,99	66,42	7,44
480	960	50,05	69,28	7,60
490	980	52,16	72,20	7,75
500	1000	54,31	75,17	7,91
510	1020	56,50	78,21	8,06

520	1040	58,74	81,31	8,22
530	1060	61,02	84,46	8,38
540	1080	63,35	87,68	8,53
550	1100	65,71	90,96	8,69
560	1120	68,13	94,30	8,85
570	1140	70,58	97,69	9,00
580	1160	73,08	101,15	9,16
590	1180	75,62	104,67	9,31
600	1200	78,20	108,25	9,47
610	1220	80,83	111,89	9,63
620	1240	83,51	115,59	9,78
630	1260	86,22	119,34	9,94
640	1280	88,98	123,16	10,09
650	1300	91,78	127,04	10,25
660	1320	94,63	130,98	10,41
670	1340	97,52	134,98	10,56
680	1360	100,45	139,04	10,72
690	1380	103,43	143,16	10,87
700	1400	106,45	147,34	11,03
710	1420	109,51	151,58	11,19
720	1440	112,61	155,88	11,34
730	1460	115,76	160,24	11,50
740	1480	118,96	164,66	11,65
750	1500	122,19	169,14	11,81
760	1520	125,48	173,68	11,97
770	1540	128,80	178,28	12,12
780	1560	132,17	182,94	12,28
790	1580	135,58	187,66	12,43
800	1600	139,03	192,44	12,59
810	1620	142,53	197,28	12,75
820	1640	146,07	202,18	12,90
830	1660	149,65	207,15	13,06
840	1680	153,28	212,17	13,21
850	1700	156,95	217,25	13,37
860	1720	160,67	222,39	13,53
870	1740	164,43	227,59	13,68
880	1760	168,23	232,85	13,84
890	1780	172,07	238,18	14,00
900	1800	175,96	243,56	14,15

ANEXO 6. CÁLCULOS MECÁNICOS.

BATATAL

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PER S DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULO MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																				
CONDUCTOR : SPARROW 2 AWG			VEREDA LA AMARILLA																	
Numer Estructura	Ipo Estructura	Tipo Poste	COORDENADAS		Abcisa km + m	Vano m	COTA m s nm	Altur Cond.	Cota Cond	Dif. Nivel	Van. Reg.	Vano Viento	VA NO PESO		Longitu Cable	Sujecio Conductor	Vano Viento	Verificacio C. Utilización	Numer Replanteo	
			ESTE	NORTE									Temp maxima (4 T.H. (kg)	Temp. Minima (1 T.H. (kg)						
AM-M001	R-731	12/750	1.137.804	1.349.020	K0+000,00		1.524,13	10,10	1534,23			12,00	454	757		R	12,00	CUMPLE	AM-M001	
						24,00				-9,00	107,71	163,99	276,31	25,83						
AM-M004	P-510-02	12/750	1.137.800	1.349.031	K0+024,00		1.515,13	10,10	1525,23			68,00	-770	-1344		P	113,00	CUMPLE	AM-M004	
						112,00				37,46	107,71	163,99	276,31	118,14						
AM-M002	P-510-02	12/750	1.137.886	1.349.010	K0+136,00		1.552,59	10,10	1562,69			113,00	1867	3069		P	113,00	CUMPLE	AM-M002	
						114,00				-157,34	107,71	163,99	276,31	194,32						
AM-M1	R-515-02	12/750	1.134.526	1.348.857	K0+250,00		1.395,25	10,10	1405,35			114,00	-1796	-3084		R	182,00	CUMPLE	AM-M1	
						114,00				53,52	114,00	165,49	272,83	125,98						
AM-M003	R-514-02	12/750	1.137.353	1.349.202	K0+364,00		1.448,77	10,10	1458,87			57,00	609	967		R	219,00	CUMPLE	AM-M003	

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

LAS MERCEDES

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PERS DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULOS MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																					
CONDUCTOR : SPARROW 2 AWG			VEREDA LAS MERCEDES																		
Numer. Estructura	Tipo Estructura	Tipo Poste	COORDENADAS		Abscisa km + m	Vanc. m	COTA ms nm	Altur. Cond.	Cota Cond.	Dif. Nivel	Vanc. Reg.	Vano Viento	VA NO PESO		Longitu. Cable	Sujecio. Conductor	Vano Viento	Verificacio. C. Utilización	Numer. Replanteo		
			ESTE	NORTE									Temp. maxima (4 - T.H. (kg) m	Temp. Minima (1 - T.H. (kg) m							
MEM018	R-731	12/750	1.130.925	1.356.111	KD+000,00	33,00	1.450,97	10,10	1461,07			16,50	-40	-109	R	16,50	CUMPLE	MEM018			
MEM019	FE-200	12/750	1.130.929	1.356.107	KD+033,00	462,00	1.463,19	9,70	1462,89	1,82	33,00	247,50	140,48	392	309,80	33,06	468	R	379,00	CUMPLE	MEM019
MEM022	FE-200	12/750	1.130.740	1.356.659	KD+495,00	296,00	1.424,26	9,70	1433,96	-28,93	462,00	379,00	190,24	508	202,53	465,00	529	R	379,00	CUMPLE	MEM022
MEM023	R-515-02	12/750	1.130.702	1.356.366	KD+791,00	336,00	1.377,87	10,10	1387,97	-45,99	296,00	316,00	185,76	175	214,06	151	300,12	R	316,00	CUMPLE	MEM023
MEM030	RE-200T	12/750	1.130.883	1.356.032	KI+127,00	514,00	1.361,24	9,70	1370,94	-17,03	336,00	425,00	187,34	-212	209,78	337,26	425,00	R	425,00	CUMPLE	MEM030
ME-M2	FE-200	12/750	1.130.165	1.356.157	KI+641,00	131,00	1.576,00	9,70	1585,70	214,76	514,00	322,50	186,27	12	270,92	166,32	379,00	R	379,00	CUMPLE	ME-M2
ME-M3	P-510-02	12/750	1.130.038	1.356.188	KI+772,00	36,00	1.678,00	10,10	1688,10	102,40	117,48	83,00	186,27	324	270,92	476	113,00	P	113,00	CUMPLE	ME-M3
MEM026	R-514-02	12/750	1.130.004	1.356.196	KI+807,00		1.697,07	10,10	1707,17	19,07	117,48	17,50	654	1055			36,00	R	36,00	CUMPLE	MEM026

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

LOS ANDES

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PERS DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULOS MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																				
CONDUCTOR: SPARROW 2 AWG			VEREDA LOS ANDES																	
Número Estructura	Tipo Estructura	Tipo Poste	COORDENADAS		Abscisa km + m	Vano m	COTA m ± mm	Altura Cond.	Cable Cond.	Dif. Nivel	DEFLEXION GRA MIN SEG	Vano Reg.	Vano Viento	VANO PESO		Longitud Cable	Sujección Conductor	Vano Viento	Verificación C. Utilización	Número Replanteo
			ESTE	NORTE										emp máxima (d)	f emp. Mínima (f)					
LA-M161	R-731	12750	1.130.409	1.359.621	K0+000,00		1.711,38	10,10	1721,48				10,50	61	126	21,03	R	18,50	CUMPLE	LA-M161
LA-M162	R-515-02	12750	1.130.417	1.359.615	K0+021,00	203,00	1.710,32	10,10	1720,42	-1,06		21,00	112,00	136,96	312,32	21,03	R	18,40	CUMPLE	LA-M162
LA-M163	R-515-02	12750	1.130.620	1.359.665	K0+224,00		1.781,28	10,10	1791,36	70,94		203,00	179,37	233,03	215,23	21,03	R	16,40	CUMPLE	LA-M163
LA-M2	P-510-02	12750	1.130.731	1.359.923	K0+349,00	125,00	1.785,00	10,10	1795,10	3,74		83,00	157,27	289,67	125,12	125,12	P	110,00	CUMPLE	LA-M2
LA-M164	R-515-02	12750	1.130.605	1.359.962	K0+432,00	85,00	1.763,58	10,10	1773,68	-21,42		83,00	157,27	289,67	85,74	85,74	R	16,40	CUMPLE	LA-M164
LA-M165	P-510-02	12750	1.130.684	1.359.934	K0+497,00	150,00	1.720,91	10,10	1731,01	-42,67		130,29	168,97	263,98	77,78	77,78	P	110,00	CUMPLE	LA-M165
ME-M026	R-514-02	12750	1.130.038	1.355.188	K0+647,00		1.678,00	10,10	1688,10	-42,91		130,29	168,97	263,98	156,10	156,10	R	150,00	CUMPLE	ME-M026
LA-M145	R-731	12750	1.130.774	1.358.629	K0+000,00	23,00	1.454,94	10,10	1465,04				11,50	45	87	23,01	R	18,50	CUMPLE	LA-M145
LA-M144	R-515-02	12750	1.130.780	1.358.624	K0+023,00	127,00	1.454,18	10,10	1464,28	-0,76		23,00	137,50	311,97	23,01	23,01	R	16,40	CUMPLE	LA-M144
LA-M1	R-515-02	12750	1.130.719	1.358.510	K0+150,00		1.512,00	10,10	1522,10	57,82		127,00	166,31	265,73	139,59	139,59	R	16,40	CUMPLE	LA-M1
LA-M142	R-514-02	12750	1.130.684	1.356.461	K0+212,00	82,00	1.537,86	10,10	1547,96	25,86		82,00	150,50	299,72	87,18	87,18	R	150,00	CUMPLE	LA-M142
LA-M160	R-731	12750	1.128.943	1.359.763	K0+000,00	37,00	1.867,59	10,10	1897,69	-3,25		37,00	18,50	110	218	37,14	R	18,50	CUMPLE	LA-M160
LA-M159	RE-200	12750	1.128.947	1.359.781	K0+037,00	652,00	1.884,74	9,70	1894,44	-79,84		652,00	344,50	424	322	662,63	R	344,50	CUMPLE	LA-M159
LA-M157	RE-200T	12750	1.129.128	1.359.115	K0+689,00		1.804,90	9,70	1814,60				326,00	155	149		R	326,00	CUMPLE	LA-M157

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.



SANGUINO

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PERS DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULOS MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																				
CONDUCTOR : SPARROW 2 AWG				VEREDA LAS MERCEDES																
Númer Estructura	Tipo Estructur	Tipo Poste	COORDENADAS		Abscisa km + m	Vano m	COTA msnm	Altur Cond.	Cota Cond	Dif. Nivel	Van Reg.	Vano Viento	VANO PESO		Longitu Cable	Sujecio Conductor	Vano Viento	Verificacio C. Utilización	Númer Replanteo	
			ESTE	NORTE									Temp. maxima (4) T.H. (kg)	Temp. Minima(1) T.H. (kg)						
SG-M040	R-515-02	12/750	1.130.168	1.353.401	K0+000,00		1.470,79	10,10	1480,89			171,50		-40	-65		R	341,00	CUMPLE	SG-M040
SG-M041	R-515-02	12/750	1.129.951	1.353.135	K0+343,00	343,00	1.523,85	10,10	1533,95	53,06	343,00	247,50	533	187,57	209,17	347,95	R	341,00	CUMPLE	SG-M041
SG-M8	R-515-02	12/750	1.129.817	1.353.063	K0+495,00	152,00	1.515,00	10,10	1525,10	-8,85	152,00	239,50	533	172,85	253,01	152,35	R	341,00	CUMPLE	SG-M8
SG-M043	R-515-02	12/750	1.129.528	1.352.911	K0+822,00	327,00	1.619,47	10,10	1629,57	104,47	327,00	235,00	243	187,03	210,62	344,02	R	341,00	CUMPLE	SG-M043
SG-M7	P-510-02	12/750	1.129.391	1.352.951	K0+965,00	143,00	1.668,00	10,10	1678,10	48,53	152,80	172,98	134	172,98	252,63	151,08	P	152,00	CUMPLE	SG-M7
SG-M045	R-515-02	12/750	1.129.236	1.352.996	K1+126,00	161,00	1.725,00	10,10	1735,10	57,00	152,80	215,50	603	172,98	252,63	170,89	R	341,00	CUMPLE	SG-M045
SG-M047	RE-200	12/750	1.128.993	1.353.112	K1+396,00	270,00	1.736,14	9,70	1745,84	10,74	270,00	367,50	656	184,44	217,79	270,66	R	503,00	CUMPLE	SG-M047
SG-M049	RE-200	12/750	1.128.563	1.352.935	K1+861,00	245,00	1.657,28	9,70	1666,98	-78,86	465,00	355,00	121	190,28	202,42	473,75	R	503,00	CUMPLE	SG-M049
SG-M2	RE-200	12/750	1.128.343	1.353.042	K2+106,00	440,00	1.657,00	9,70	1666,70	-0,28	245,00	342,50	-12	182,88	222,35	245,34	R	503,00	CUMPLE	SG-M2
SG-M3	RE-200	12/750	1.127.947	1.353.235	K2+546,00	161,00	1.770,00	9,70	1779,70	113,00	440,00	189,88	203,38	174,24	248,86	187,23	R	503,00	CUMPLE	SG-M3
SG-M4	R-515-02	12/750	1.127.802	1.353.306	K2+707,00	338,00	1.865,00	10,10	1875,10	95,40	161,00	249,50	211	174,24	248,86	187,23	R	341,00	CUMPLE	SG-M4
SG-M1	R-515-02	12/750	1.127.498	1.353.454	K3+045,00	123,00	2.061,00	10,10	2071,10	196,00	338,00	187,41	1396	196,00	209,61	391,45	R	341,00	CUMPLE	SG-M1
SG-M9	RE-200	12/750	1.127.375	1.353.460	K3+168,00	859,00	2.020,00	9,70	2029,70	-41,40	123,00	167,48	165	491,00	267,90	129,83	R	503,00	CUMPLE	SG-M9
SG-M10	RE-200	12/750	1.126.787	1.353.485	K4+027,00	147,00	1.970,00	9,70	1979,70	-50,00	859,00	503,00	64	192,90	196,57	873,62	R	503,00	CUMPLE	SG-M10
SG-M066	RE-200T	12/750	1.126.640	1.353.490	K4+174,00	123,00	2.012,14	9,70	2021,84	42,14	147,00	172,03	1033	172,03	255,42	153,00	R	425,00	CUMPLE	SG-M066
SG-M11	R-515-02	12/750	1.126.680	1.353.374	K4+297,00	171,00	1.956,00	10,10	1966,10	-55,74	123,00	167,48	267,90	167,48	267,90	135,09	R	341,00	CUMPLE	SG-M11
SG-M12	RE-200	12/750	1.126.736	1.353.213	K4+468,00	469,00	1.915,00	9,70	1924,70	-41,40	171,00	175,65	-84	244,56	244,56	176,06	R	503,00	CUMPLE	SG-M12
SG-M13	RE-200	12/750	1.126.889	1.352.769	K4+937,00	99,00	1.939,00	9,70	1948,70	24,00	469,00	320,00	127	190,34	202,28	471,81	R	503,00	CUMPLE	SG-M13
SG-M051	R-514-02	12/750	1.126.921	1.352.676	K5+036,00	513,00	1.957,70	10,10	1967,80	19,10	99,00	49,50	278	161,78	281,12	100,85	R	99,00	CUMPLE	SG-M051
SG-M5	RE-200	12/750	1.126.311	1.353.885	K4+687,00	127,00	2.005,00	9,70	2014,70			493,00	-550		-981		R	503,00	CUMPLE	SG-M5
SG-M6	R-515-02	12/750	1.126.230	1.353.982	K4+814,00	126,00	2.090,00	10,10	2100,10	120,40	127,00	168,31	355	168,10	265,73	175,04	R	341,00	CUMPLE	SG-M6
SG-M064	R-514-02	12/750	1.126.149	1.354.079	K4+940,00		2.157,71	10,10	2167,81	67,71	126,00	63,00	699	168,10	266,27	143,09	R	99,00	CUMPLE	SG-M064

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

SANTA BARBARA

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PERS DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULOS MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																					
CONDUCTOR : SPARROW 2 AWG VEREDA SANTA BARBARA																					
Número Estructura	Tipo Estructura	Tipo Poste	COO		Abscisa	Vanc	COTA	Altur	Cota	Dif.	Van	Vano	Temp maxima (4)		Temp. Minima(1)		Longitu	Sujecio	Vano	Verificacio	Número
			ESTE	NORTE									T.H. (kg)	m	T.H. (kg)	m					
SB-M116	R-731	12/750	1.129.546	1.361.745	K0+000,00		2.000,41	10,10	2010,51			12,50		182		395		R	12,50	CUMPLE	SB-M116
SB-M115	R-515-02	12/750	1.129.538	1.361.746	K0+025,00	25,00	1.996,22	10,10	2006,32	-4,19	25,00	173,50		138,05		311,60		R	229,50	CUMPLE	SB-M115
SB-M135	R-515-02	12/750	1.129.590	1.362.060	K0+347,00	322,00	2.126,91	10,10	2137,01	130,69	322,00	186,84		221,00		211,12		R	229,50	CUMPLE	SB-M135
SB-M134	R-515-02	12/750	1.129.646	1.362.167	K0+467,00	120,00	2.205,65	10,10	2215,75	78,74	120,00	166,83		229,50		269,53		R	229,50	CUMPLE	SB-M134
SB-M111	R-515-02	12/750	1.129.605	1.362.504	K0+806,00	112,00	2.344,22	10,10	2354,32	138,57	339,00	187,44		225,50		209,52		R	229,50	CUMPLE	SB-M111
SB-M110	RE-200	12/750	1.129.614	1.362.615	K0+918,00	432,00	2.360,38	9,70	2370,08	15,76	112,00	165,02		272,00		273,94		R	412,00	CUMPLE	SB-M110
SB-M124	RE-200	12/750	1.128.993	1.362.944	K1+350,00	392,00	2.365,81	9,70	2375,51	5,43	432,00	189,74		412,00		203,72		R	412,00	CUMPLE	SB-M124
SB-M120	R-514-02	12/750	1.130.223	1.363.159	K1+742,00		2.468,96	10,10	2479,06	103,55	392,00	188,92		196,00		205,73		R	196,00	CUMPLE	SB-M120

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

SANTA FE

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PERS DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULOS MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																					
CONDUCTOR : SPARROW 2 AWG VEREDA SANTA FE																					
Número Estructura	Tipo Estructura	Tipo Poste	COO		Abscisa	Vanc	COTA	Altur	Cota	Dif.	Van	Vano	Temp maxima (4)		Temp. Minima(1)		Longitu	Sujecio	Vano	Verificacio	Número
			ESTE	NORTE									T.H. (kg)	m	T.H. (kg)	m					
SF-M088	R-731	12/750	1.128.227	1.361.559	K0+000,00		2.275,00	10,10	2285,10			10,50		154		337		R	10,50	CUMPLE	SF-M088
SF-M087	R-515-02	12/750	1.128.225	1.361.554	K0+021,00	21,00	2.272,00	10,10	2282,10	-3,00	21,00	136,98		80,00		312,32		R	322,50	CUMPLE	SF-M087
SM-M086	R-515-02	12/750	1.128.106	1.361.453	K0+160,00	139,00	2.267,00	10,10	2277,10	-5,00	139,00	170,62		222,50		259,43		R	322,50	CUMPLE	SM-M086
SF-M085	R-514-02	12/750	1.127.937	1.361.198	K0+466,00	306,00	2.229,38	10,10	2239,48	-37,62	306,00	186,20		153,00		212,85		R	153,00	CUMPLE	SF-M085

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

URIBANTE

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PERS DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER, MUNICIPIO SALAZAR CALCULOS MECÁNICOS DE APOYOS Y CONDUCTORES																					
CONDUCTOR : SPARROW 2 AWG			VEREDA URIBANTE																		
Número Estructura	Tipo Estructura	Tipo Poste	COORDENADAS		Abscisa km + m	Vano m	COTA msnm	Altura Cond.	Cota Cond.	Dif. Nivel	Van. Reg.	Vano Viento	VANO PESO			Longitud Cable	Sujecio Conductor	Vano Viento	Verificación C. Utilización	Número Replanteo	
			ESTE	NORTE									Temp máxima (4 T.H. (kg)	Temp. Mínima(1 T.H. (kg)	m						
UB-M031	R-515-02	12/750	1.130.717	1.354.669	K0+000,00		1.352,97	10,10	1363,07			192,50		302		312		R	418,50	CUMPLE	UB-M031
UB-M032	R-514-02	12/750	1.130.826	1.354.300	K0+385,00	385,00	1.322,47	10,10	1332,57	-30,50	385,00	192,50	188,75	206,15	387,44	83	73	R	133,00	NO CUMPLE	UB-M032
UB-M1	R-515-02	12/750	1.129.590	1.362.060	K0+171,00	171,00	2.126,91	10,10	2137,01	773,94	171,00	235,00	175,65	244,56	792,63	5960	792,63	R	418,50	CUMPLE	UB-M1
UB-M034	RE-200	12/750	1.130.579	1.354.043	K0+641,00	470,00	1.485,81	9,70	1495,51	-641,50	470,00	320,00	190,36	202,25	796,56	-1557	-1780	R	320,00	CUMPLE	UB-M034
UB-M037	R-515-02	12/750	1.130.480	1.353.905	K0+811,00	170,00	1.527,73	10,10	1537,83	42,32	170,00	142,00	175,51	244,98	175,31	62	-70	R	418,50	CUMPLE	UB-M037
UB-M038	R-514-02	12/750	1.130.386	1.353.841	K0+925,00	114,00	1.565,64	10,10	1575,74	37,91	114,00	133,00	165,49	272,83	120,18	866	1280	R	133,00	CUMPLE	UB-M038
UB-M2	R-515-02	12/750	1.130.319	1.353.705	K1+077,00	152,00	1.525,00	10,10	1535,10	-40,64	152,00	76,00	172,85	253,01	157,43	-260	-416	R	418,50	CUMPLE	UB-M2

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

ANEXO 7. PLANOS ELECTRICOS

(Ver documento adjunto).

ANEXO 8. RESISTIVIDAD OBTENIDA DEL MUNICIPIO DE SALAZAR.

En este anexo, se presentan los valores en **[Ohm/m]** obtenidos por el PERS Norte de Santander en campo sobre la resistividad del terreno para cada una de las veredas bajo estudio en el municipio de Lourdes. El método utilizado fue descrito anteriormente (numeral 6,6: "Cálculos de diseño", apartado j: "Diseño de sistemas de puesta a tierra"). Los electrodos implementados para el levantamiento de la data de resistividad en campo, fueron ubicados, en estas distancias: 2m, 4m, 8m y 12m.

Siendo estas medidas las relacionadas a continuación:

BATATAL

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$	
Batatal nodo 205	1	505	181	343	6,22	0,472
	2	419	231	325	6,04	0,763
	3	4780	4490	4635	8,47	71,778
	SUMA			5303,00	20,73	73,01
	PROMEDIO (x)			1767,67	6,91	24,34
	DESV STAND					4,93
	Distribución Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				13340,83	

126

LA AMARILLA

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$	
La Amarilla nodo 001	1	2160	2060	2110	7,68	0,198
	2	2680	2640	2660	7,89	0,052
	3	6610	3020	4815	8,80	77,376
	SUMA			9585,00	24,37	77,63
	PROMEDIO (x)			3195,00	8,12	25,88
	DESV STAND					5,09
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				48537,81	

		ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$	
La Amarilla nodo 003	1	2350	2220	2285	7,73	0,183	
	2	1780	2460	2120	7,66	0,253	
	3	8900	8900	8900	9,09	82,697	
	SUMA			13305,00	24,49	83,13	
	PROMEDIO (x)			4435,00	8,16	27,71	
	DESV STAND					5,26	
	Distribución Normal standart invertida (70%)						0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%					55430,81	

		ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$	
La Amarilla nodo 005	1	6360	5200	5780	8,66	0,295	
	2	1320	2300	1810	7,50	0,381	
	3	2830	4400	3615	8,19	67,123	
	SUMA			11205,00	24,36	67,80	
	PROMEDIO (x)			3735,00	8,12	22,60	
	DESV STAND					4,75	
	Distribucion Normal standart invertida (70%)						0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%					40605,52	

127

		ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$	
La Amarilla nodo 017	1	3190	2230	2710	7,90	0,279	
	2	5200	4910	5055	8,53	0,009	
	3	6610	7580	7095	8,87	78,626	
	SUMA			14860,00	25,30	78,91	
	PROMEDIO (x)			4953,33	8,43	26,30	
	DESV STAND					5,13	
	Distribución Normal standart invertida (70%)						0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%					67703,21	

LAS MERCEDES

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$
1	859	278	568,5	6,76	0,133
2	485	350	417,5	6,18	0,043
3	509	265	387	6,23	38,843
SUMA			1373,00	19,17	39,02
PROMEDIO (x)			457,67	6,39	13,01
DESV STAND					3,61
Distribución Normal standart invertida (70%)					0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%				3952,13	

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$
1	254	199	226,5	5,54	0,354
2	981	691	836	6,89	0,572
3	392	234	313	5,97	35,656
SUMA			1375,50	18,40	36,58
PROMEDIO (x)			458,50	6,13	12,19
DESV STAND					3,49
Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%				2874,37	

128

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$
1	5800	3710	4755	8,67	0,345
2	7910	765	4337,5	8,98	0,805
3	731	576	653,5	6,59	43,486
SUMA			9746,00	24,24	44,64
PROMEDIO (x)			3248,67	8,08	14,88
DESV STAND					3,86
Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%				24377,05	

LOS ANDES

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	4090	4410	4250	8,35	0,019
2	7210	8350	7780	8,96	0,218
3	3350	3670	3510	8,16	66,641
SUMA			15540,00	25,48	66,88
PROMEDIO (x)			5180,00	8,49	22,29
DESV STAND					4,72
Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%				58012,12	

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	5180	1560	3370	8,55	0,223
2	6020	5570	5795	8,70	0,388
3	1080	1080	1080	6,98	48,786
SUMA			10245,00	24,24	49,40
PROMEDIO (x)			3415,00	8,08	16,47
DESV STAND					4,06
Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%				27118,09	

129

SANGUINO

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - \bar{x})^2$
1	446	333	389,5	6,10	0,224
2	334	666	500	5,81	0,034
3	144	503	323,5	4,97	24,699
SUMA			1213,00	16,88	24,96
PROMEDIO (x)			404,33	5,63	8,32
DESV STAND					2,88
Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%				1260,92	

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$	
Sanguino nodo 57	1	484	120	302	6,18	0,009
	2	394	671	532,5	5,98	0,012
	3	444	596	520	6,10	37,159
	SUMA			1354,50	18,25	37,18
	PROMEDIO (x)			451,50	6,08	12,39
	DESV STAND					3,52
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				2781,84	

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$	
Sanguino nodo 66	1	589	514	551,5	6,38	0,361
	2	118	934	526	4,77	1,014
	3	485	629	557	6,18	38,244
	SUMA			1634,50	17,33	39,62
	PROMEDIO (x)			544,83	5,78	13,21
	DESV STAND					3,63
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				2172,09	

130

SANTA BARBARA

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$	
Santa Barbara nodo 110	1	311	762	536,5	5,74	0,230
	2	613	626	619,5	6,42	0,040
	3	665	145	405	6,50	42,247
	SUMA			1561,00	18,66	42,52
	PROMEDIO (x)			520,33	6,22	14,17
	DESV STAND					3,76
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				3617,28	

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$	
Santa Barbara nodo 120	1	762	118	440	6,64	0,329
	2	334	666	500	5,81	0,063
	3	311	503	407	5,74	32,945
	SUMA			1347,00	18,19	33,34
	PROMEDIO (x)			449,00	6,06	11,11
	DESV STAND					3,33
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				2466,12	

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$	
Santa Barbara nodo 116	1	333	484	408,5	5,81	0,107
	2	666	394	530	6,50	0,134
	3	444	596	520	6,10	37,159
	SUMA			1458,50	18,41	37,40
	PROMEDIO (x)			486,17	6,14	12,47
	DESV STAND					3,53
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				2941,43	

131

	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$	
Santa Barbara nodo 141	1	319	235	277	5,77	0,255
	2	520	246	383	6,25	0,000
	3	890	440	665	6,79	46,121
	SUMA			1325,00	18,81	46,38
	PROMEDIO (x)			441,67	6,27	15,46
	DESV STAND					3,93
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				4154,26	

SANTA FE

Santa Fe nodo 85	ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$

	1	474	460	467	6,16	0,091
	2	626	918	772	6,44	0,337
	3	145	629	387	4,98	24,768
	SUMA			1626,00	17,58	25,20
	PROMEDIO (x)			542,00	5,86	8,40
	DESV STAND					2,90
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				1601,71	

URIBANTE

		ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$
Uribante nodo 32	1	6360	5800	6080	8,76	0,213
	2	2300	7910	5105	7,74	0,308
	3	4400	4520	4460	8,39	70,381
	SUMA			15645,00	24,89	70,90
	PROMEDIO (x)			5215,00	8,30	23,63
	DESV STAND					4,86
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				51293,38	

132

		ρ_{i-1}	ρ_{i-2}	ρ_{i-prom}	$X_i = Ln\rho_i$	$(X_i - x)^2$
Uribante nodo 38	1	2160	2060	2110	7,68	0,240
	2	2680	7210	4945	7,89	0,075
	3	7580	3930	5755	8,93	79,803
	SUMA			12810,00	24,50	80,12
	PROMEDIO (x)			4270,00	8,17	26,71
	DESV STAND					5,17
	Distribucion Normal standart invertida (70%)					0,524400513
	RESISTIVIDAD CON EL 70%				53010,42	

Resistividad promedio del municipio:

MUNICIPIO				n_i	$X_i = Ln p_i$	$(X_i - x)^3$
	1			3195,00	8,07	65,114
	2			4435,00	8,40	70,514
	3			3735,00	8,23	67,659
	4			4953,33	8,51	72,383
	5			5180,00	8,55	73,146
	6			3415,00	8,14	66,193
	7			1767,67	7,48	55,912
	8			457,67	6,13	37,530
	9			458,50	6,13	37,552
	10			3248,67	8,09	65,383
	11			1811,50	7,50	56,279
	12			477,50	6,17	38,051
	13			482,67	6,18	38,184
	14			404,33	6,00	36,027
	15			451,50	6,11	37,364
	16			395,83	5,98	35,772
	17			544,83	6,30	39,696
	18			520,33	6,25	39,118
	19			449,00	6,11	37,296
	20			486,17	6,19	38,273
	21			441,67	6,09	37,095
	22			542,00	6,30	39,630
	23			5215,00	8,56	73,262
	24			4270,00	8,36	69,879
	25			381,67	5,94	35,338
	26			3322,00	8,11	65,745
SUMA			36869,50	140,50	1007,45	
PROMEDIO (x)			1843,48	7,03	50,3724	
DESV STAND					7,0973	
Distribucion Normal standart invertida (70%)						0,524400513
RESISTIVIDAD CON EL 70%					46483,72	

ANEXO 9. PROTECCIONES PARA PUNTO DE ARRANQUE, DERIVACIONES Y TRANSFORMADORES PROYECTADOS.

PROTECCIONES VEREDA BATATAL								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
BL-M198	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
BL-M202	TRANSFORMADOR BL-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
BL-M182	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
BL-M185	TRANSFORMADOR BL-TF-3	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
BL-M175	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
BL-M177	TRANSFORMADOR BL-TF-4	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
BL-M173	TRANSFORMADOR BL-TF-5	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

PROTECCIONES VEREDA LA AMARILLA								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
AM-M001	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
AM-M003	TRANSFORMADOR AM-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

PROTECCIONES VEREDA CINERA								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
UB-M038	DERIVACIÓN (URIBANTE)	4	20	13,2	1,5151515	1,8939394	2	H
SG-M043	TRANSFORMADOR SG-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
SG-M047	TRANSFORMADOR SG-TF-2	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
SG-M049	TRANSFORMADOR SG-TF-3	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
SG-M066	TRANSFORMADOR SG-TF-4	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
SG-M066	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
SG-M051	TRANSFORMADOR SG-TF-5	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
SG-M066	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
SG-M064	TRANSFORMADOR SG-TF-6	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

PROTECCIONES VEREDA LAS MERCEDES								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
ME-M018	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
ME-M023	TRANSFORMADOR ME-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
ME-M030	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
ME-M026	TRANSFORMADOR ME-TF-2	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

PROTECCIONES VEREDA URIBANTE								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
ME-M030	DERIVACIÓN (LAS MERCEDES)	2	10	13,2	0,7575758	0,9469697	1	H
UB-M032	TRANSFORMADOR UB-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
UB-M038	TRANSFORMADOR UB-TF-2	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

135

PROTECCIONES VEREDA LOS ANDES								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
LA-M161	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
LA-M166	TRANSFORMADOR LA-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
LA-M080	TRANSFORMADOR LA-TF-2	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
LA-M145	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
LA-M142	TRANSFORMADOR LA-TF-3	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
LA-M160	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
LA-M157	TRANSFORMADOR LA-TF-6	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
LA-M091	TRANSFORMADOR LA-TF-7	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

PROTECCIONES VEREDA SANTA BARBARA								
PUNTO		CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA (kVA)	VOLTAJE (Kv)	CORRIENTE		FUSIBLE	
					(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO
SB-M116	DERIVACIÓN	2	10	13,2	0,7575758	0,9469697	1	H
SB-M110	TRANSFORMADOR SB-TF-2	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

SB-M120	TRANSFORMADOR SB-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL
SB-M141	TRANSFORMADOR SB-TF-4	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

PROTECCIONES VEREDA SANTA FE								
PUNTO	CANTIDAD DE TRAFOS	CARGA	VOLTAJE	CORRIENTE		FUSIBLE		
		(kVA)	(Kv)	(A)	1.25 (A)	(A)	TIPO	
SF-M088	DERIVACIÓN	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	H
SF-M085	TRANSFORMADOR SF-TF-1	1	5	13,2	0,3787879	0,4734848	1	DUAL

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

ANEXO 10. NORMAS EPM ESTRUCTURAS DE BT, MT Y ACCESORIOS.

1) ESTRUCTURAS DE BAJA TENSIÓN

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-001
	SUSPENSIÓN	
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: DICIEMBRE - 2008	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 1 de 2

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-001																												
	SUSPENSIÓN																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANT.</th> <th>REFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Poste de concreto ó madera de 8 m.</td> <td>–</td> <td>Según proyecto</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Aislador de porcelana tipo carrete</td> <td>1</td> <td>RA7-105</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Tomillo para aislador tipo carrete de 81 mm.</td> <td>1</td> <td>RA7-049</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Conector de compresión tipo derivación de aluminio (según calibre)</td> <td>3</td> <td>RA7-030</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Cinta autofundente</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>Cinta plástica</td> <td>–</td> <td>–</td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA	a	Poste de concreto ó madera de 8 m.	–	Según proyecto	b	Aislador de porcelana tipo carrete	1	RA7-105	c	Tomillo para aislador tipo carrete de 81 mm.	1	RA7-049	d	Conector de compresión tipo derivación de aluminio (según calibre)	3	RA7-030	e	Cinta autofundente	–	–	f	Cinta plástica	–	–
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA																												
a	Poste de concreto ó madera de 8 m.	–	Según proyecto																												
b	Aislador de porcelana tipo carrete	1	RA7-105																												
c	Tomillo para aislador tipo carrete de 81 mm.	1	RA7-049																												
d	Conector de compresión tipo derivación de aluminio (según calibre)	3	RA7-030																												
e	Cinta autofundente	–	–																												
f	Cinta plástica	–	–																												
<p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dimensiones en milímetros. Colocar dos tipos de encintado traslapado 50% para cada tipo de cinta. Si el poste es de 12.00 m, la longitud del tornillo para aislador es de 540 mm y su agujero de anclaje puede ser A12, A13, ó A14. La longitud de empotramiento del poste (m)= 10% de la altura total del poste + 0.60 m. En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plastico reforzado en fibra de vidrio RA7-036. En caso de utilizar torrecilla metalica, emplear 1 tornillo de 1/2 x 1 1/2" galvanizado, en reemplazo del tornillo para aislador carrete. En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001. 																															
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN																													
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: DICIEMBRE - 2008	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 2																													

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-002																																				
	ÁNGULO																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANT.</th> <th>REFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Poste de concreto ó madera de 8 m.</td> <td>--</td> <td>Según proyecto</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Percha</td> <td>1</td> <td>RA7-019</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Aislador de porcelana tipo carrete de 81 mm.</td> <td>1</td> <td>RA7-105</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Conector de compresión tipo derivación de aluminio (según calibre)</td> <td>3</td> <td>RA7-030</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Tomillo de 15.9 mm (5/8") x 200 mm (8").</td> <td>1</td> <td>RA7-001</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>Instalación de viento</td> <td>--</td> <td>Según proyecto</td> </tr> <tr> <td>g</td> <td>Cinta autofundente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>Cinta plástica</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA	a	Poste de concreto ó madera de 8 m.	--	Según proyecto	b	Percha	1	RA7-019	c	Aislador de porcelana tipo carrete de 81 mm.	1	RA7-105	d	Conector de compresión tipo derivación de aluminio (según calibre)	3	RA7-030	e	Tomillo de 15.9 mm (5/8") x 200 mm (8").	1	RA7-001	f	Instalación de viento	--	Según proyecto	g	Cinta autofundente			h	Cinta plástica		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA																																				
a	Poste de concreto ó madera de 8 m.	--	Según proyecto																																				
b	Percha	1	RA7-019																																				
c	Aislador de porcelana tipo carrete de 81 mm.	1	RA7-105																																				
d	Conector de compresión tipo derivación de aluminio (según calibre)	3	RA7-030																																				
e	Tomillo de 15.9 mm (5/8") x 200 mm (8").	1	RA7-001																																				
f	Instalación de viento	--	Según proyecto																																				
g	Cinta autofundente																																						
h	Cinta plástica																																						
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984		DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA																																					
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 2009		APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN																																					
		Página 1 de 2																																					

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-002
	ÁNGULO	
<p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensiones en milímetros. 2. Colocar dos capas de encintado traslapado 50 % para cada tipo de cinta. 3. La longitud de empotramiento del poste (m)= 10% de la altura total del poste + 0.60 m. 4. Si el poste es de 12 m. la longitud del tornillo es de 300 mm. y su agujero de anclaje puede ser A12, A13 ó a14. 5. En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plástico reforzado en fibra de vidrio RA7-035 6. En zonas contaminadas o costeras utilizar cables con hilos de acero recubierto de cobre. 7. En caso de utilizar torrecilla metálica, emplear 1 tornillo de 1/2 x 1 1/2" galvanizado, en reemplazo del tornillo de 15.9 x 200mm. 8. En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001. 		
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 2009	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 2

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-003																								
	TERMINAL																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANT.</th> <th>REFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Poste de concreto ó madera 8 m. (Nota 4)</td> <td>--</td> <td>Según proyecto</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Percha acanalada</td> <td>1</td> <td>RA7-019</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Aislador porcelana tipo carrete de 81 mm.</td> <td>1</td> <td>RA7-105</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Tomillo de 15.9 (5/8") x 200 mm (8").</td> <td>1</td> <td>RA7-001</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Instalación de viento (Nota 5)</td> <td>--</td> <td>Según proyecto</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA	a	Poste de concreto ó madera 8 m. (Nota 4)	--	Según proyecto	b	Percha acanalada	1	RA7-019	c	Aislador porcelana tipo carrete de 81 mm.	1	RA7-105	d	Tomillo de 15.9 (5/8") x 200 mm (8").	1	RA7-001	e	Instalación de viento (Nota 5)	--	Según proyecto
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA																							
a	Poste de concreto ó madera 8 m. (Nota 4)	--	Según proyecto																							
b	Percha acanalada	1	RA7-019																							
c	Aislador porcelana tipo carrete de 81 mm.	1	RA7-105																							
d	Tomillo de 15.9 (5/8") x 200 mm (8").	1	RA7-001																							
e	Instalación de viento (Nota 5)	--	Según proyecto																							
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN																								
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 2009	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 1 de 2																								

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-003
	TERMINAL	
<p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensiones en milímetros. 2. Si el poste es de 12.00 m, la longitud del tornillo para aislador es de 300 mm y su agujero de anclaje puede ser A12, A13 ó A14. 3. La longitud de empotramiento del poste (m) = 10% de la altura total del poste + 0.60 m. 4. En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plastico reforzado en fibra de vidrio RA7-036. 5. En zonas contaminadas o costeras utilizar cables con hilos de acero recubierto de cobre 6. En caso de utilizar torrecilla metalica, emplear 1 tornillo de 1/2 x 1 1/2" galvanizado, en reemplazo del tornillo de 15.9 x 200mm 7. En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001. 		
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 2009	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 2

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm ®	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-004
	REFERENCIA	
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 2009	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 1 de 2

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-004																																				
	REFERENCIA																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CANT.</th> <th>REFERENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Poste de concreto ó madera de 8 m.</td> <td>–</td> <td>Según proyecto</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Percha</td> <td>2</td> <td>RA7-019</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Aislador de porcelana tipo carrete de 81 mm.</td> <td>2</td> <td>RA7-105</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Conector de compresión tipo derivación de aluminio (Según calibre)</td> <td>3</td> <td>RA7-030</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Instalación de viento</td> <td>–</td> <td>Según proyecto</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>Tornillo espaciador de 15.9 mm (5/8") x 250 mm (10").</td> <td>1</td> <td>RA7-001</td> </tr> <tr> <td>g</td> <td>Cinta autofundente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>h</td> <td>Cinta plástica</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA	a	Poste de concreto ó madera de 8 m.	–	Según proyecto	b	Percha	2	RA7-019	c	Aislador de porcelana tipo carrete de 81 mm.	2	RA7-105	d	Conector de compresión tipo derivación de aluminio (Según calibre)	3	RA7-030	e	Instalación de viento	–	Según proyecto	f	Tornillo espaciador de 15.9 mm (5/8") x 250 mm (10").	1	RA7-001	g	Cinta autofundente			h	Cinta plástica		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA																																				
a	Poste de concreto ó madera de 8 m.	–	Según proyecto																																				
b	Percha	2	RA7-019																																				
c	Aislador de porcelana tipo carrete de 81 mm.	2	RA7-105																																				
d	Conector de compresión tipo derivación de aluminio (Según calibre)	3	RA7-030																																				
e	Instalación de viento	–	Según proyecto																																				
f	Tornillo espaciador de 15.9 mm (5/8") x 250 mm (10").	1	RA7-001																																				
g	Cinta autofundente																																						
h	Cinta plástica																																						
<p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dimensiones en milímetros. Colocar dos tipos de encintado traslapado 50% para cada tipo de cinta. Si el poste es de 12 m. La longitud del tornillo para espaciador es de 300 mm y su agujero puede ser A12, A13 ó A14. La longitud de empotramiento del poste (m)= 10% de la altura total del poste + 0.60 m. En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plastico reforzado en fibra de vidrio RA7-036. En zonas contaminadas o costeras utilizar cables con hilos de acero recubierto de cobre. En caso de utilizar torrecilla metalica, emplear 2 tornillos de 1/2 x 1 1/2" galvanizados, en reemplazo del tornillo de 15.9 x 250mm. En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001. 																																							
PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE - 1984	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN																																					
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 2009	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 2																																					

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

 CENS S.A. E.S.P.	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN	
	ESTRUCTURA DE PASO DISPOSICION HORIZONTAL MONOFASICA 13.2 KV	NORMA: CNS-03-510-02
CAPITULO 3		

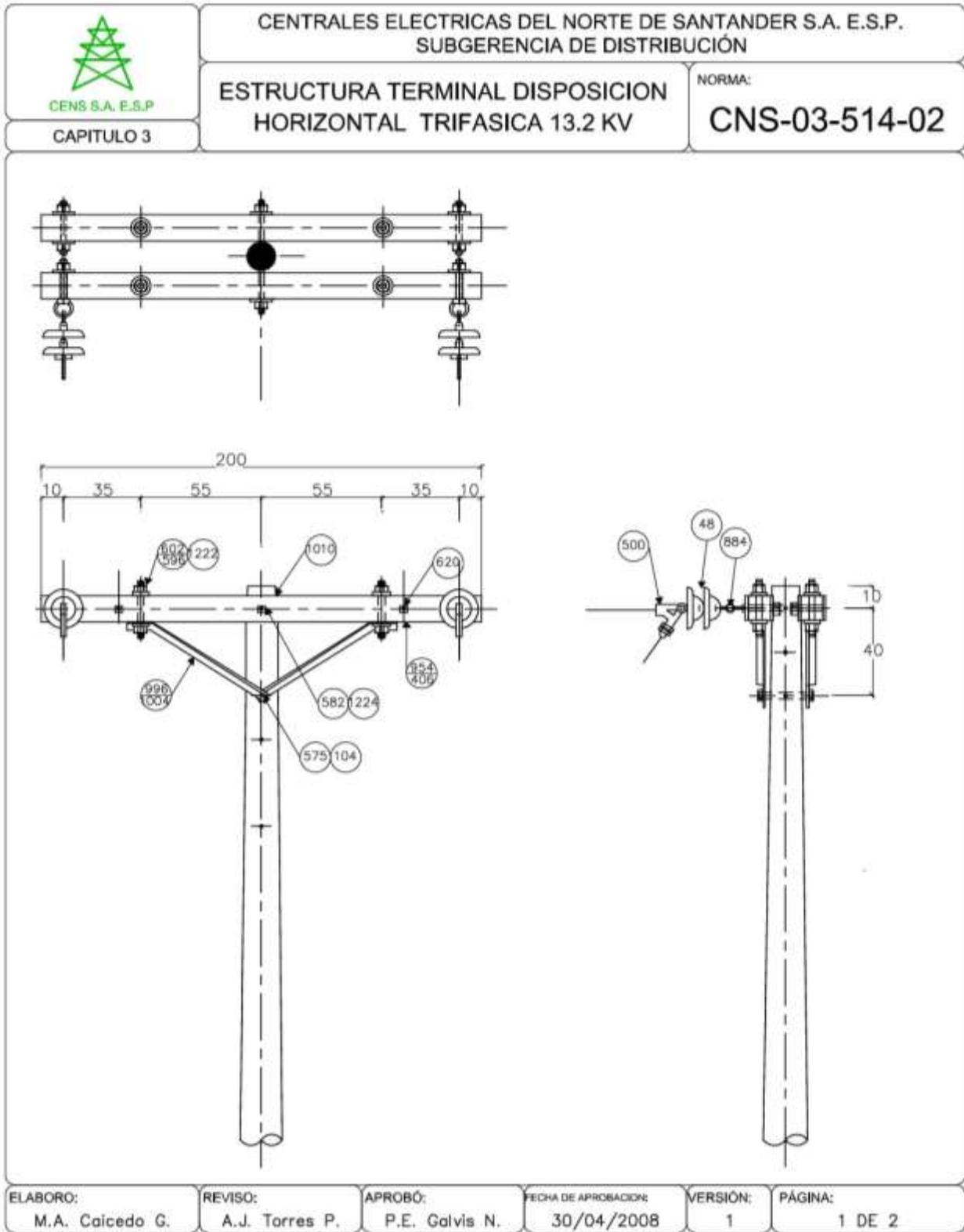
COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO	
			44	64
			CANTIDAD	
44	AISLADOR DE PIN PARA 15 KV ANSI 55-5	UN	2	2
104	ARANDELA DE PRESION DE 5/8"	UN	2	2
105	ARANDELA DE PRESION DE 1/2"	UN	-	2
575	PERNO DE 5/8" x 8" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	2
578	PERNO DE 5/8" x 12" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	-
596	PERNO DE 1/2" x 1 1/2" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	-	2
602	PERNO DE 1/2" x 6" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	2	-
634	PORTA-AISLADOR PASANTE DE 5/8" PARA CRUCETA DE MADERA 13.2 KV	UN	2	-
642	PORTA-AISLADOR PASANTE DE 5/8" PARA CRUCETA METALICA DE 13.2 KV	UN	-	2
954	CRUCETA DE MADERA 100 x 100 MM x 2 MT	UN	1	-
984	CRUCETA METALICA DE 64 x 5 mm x 2 MT PARA SUSPENSION	UN	-	1
996	DIAGONAL CON DOBLEZ PARA CRUCETA DE MADERA DE 64 CM	UN	2	-
1004	DIAGONAL RECTA METALICA DE 68 CM	UN	-	2
1010	SILLA PARA CRUCETA DE MADERA 120 x 100 mm (PARTE RECTA 86 mm)	UN	1	-
1222	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 1/2"	UN	2	2
1224	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 5/8"	UN	3	2

NOTA:

CODIGO: 44 ESTRUCTURA DE PASO MONOFASICA 510 CRUCETA MADERA
CODIGO: 64 ESTRUCTURA DE PASO MONOFASICA DISPOSICION HORIZONTAL 510 CRUCETA METALICA

ELABORO: M.A.Caicedo G.	REVISO: A. J. Torres P.	APROBO: P.E. Galvis N.	FECHA DE APROBACION: 30/04/2008	VERSION: 1	PAGINA: 2 de 2
----------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------	---------------	-------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.



148

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CENS S.A. E.S.P.	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN	
	ESTRUCTURA TERMINAL DISPOSICION HORIZONTAL MONOFASICA 13.2 KV	NORMA: CNS-03-514-02
CAPITULO 3		

COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO	
			46	66
			CANTIDAD	
48	AISLADOR TIPO SUSPENSION DE 6" ANSI 52-1	UN	4	6
104	ARANDELA DE PRESION DE 5/8"	UN	6	7
105	ARANDELA DE PRESION DE 1/2"	UN	4	4
406	CRUCETA METALICA DE 3" x 3" x 1/4" x 2 MT	UN	-	2
500	GRAPA DE RETENCION EN ALUMINIO DE 6 - 2/0 AWG 3000 Kg.	UN	2	2
575	PERNO DE 5/8" x 8" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	1
582	PERNO DE 5/8" x 16" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	-
596	PERNO DE 1/2" x 1 1/2" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	-	4
602	PERNO DE 1/2" x 6" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	4	-
612	ESPARRAGO DE 5/8" x 10" CON 4 TUERCAS	UN	-	3
620	ESPARRAGO DE 5/8" x 18" CON 4 TUERCAS	UN	2	-
884	TUERCA DE OJO ALARGADO DE 5/8"	UN	2	2
954	CRUCETA DE MADERA 100 x 100 MM x 2 MT	UN	2	-
996	DIAGONAL CON DOBLEZ PARA CRUCETA DE MADERA DE 64 CM	UN	4	-
1004	DIAGONAL RECTA METALICA DE 68 CM	UN	-	4
1010	SILLA PARA CRUCETA DE MADERA 120 x 100 mm (PARTE RECTA 86 mm)	UN	2	-
1222	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 1/2"	UN	4	4
1224	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 5/8"	UN	11	14

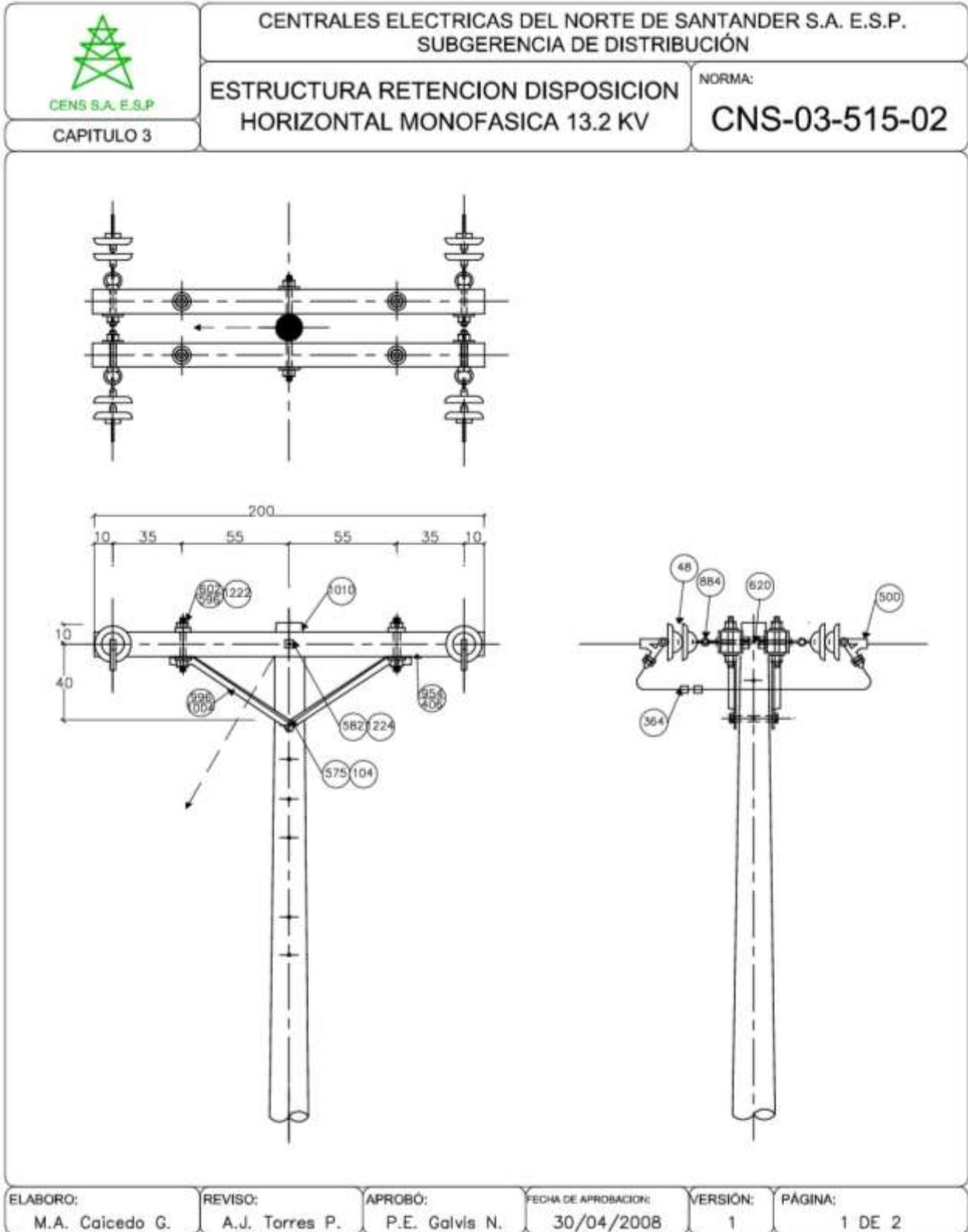
NOTA:

CODIGO: 46 ESTRUCTURA TERMINAL MONOFASICA 514 CRUCETA DE MADERA
CODIGO: 66 ESTRUCTURA TERMINAL MONOFASICA DISPOSICION HORIZONTAL 514 CRUCETA METALICA

ELABORO: M.A.Caicedo G.	REVISO: A. J. Torres P.	APROBO: P.E. Galvis N.	FECHA DE APROBACIÓN: 30/04/2008	VERSION: 1	PAGINA: 2 de 2
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---	----------------------	--------------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



.50

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

 CENS S.A. E.S.P.	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
	SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN	
CAPITULO 3	ESTRUCTURA RETENCION DISPOSICION HORIZONTAL MONOFASICA 13.2 KV	NORMA: CNS-03-515-02

COD. MAT	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO	
			47	67
			CANTIDAD	
48	AISLADOR TIPO SUSPENSION DE 6" ANSI 52-1	UN	8	12
104	ARANDELA DE PRESION DE 5/8"	UN	6	7
105	ARANDELA DE PRESION DE 1/2"	UN	4	4
364	CONECTOR ALUMINIO RANURAS PARALELAS 1 PERNO 2/0-6 AWG	UN	4	4
406	CRUCETA METALICA DE 3" x 3" x 1/4" x 2 MT	UN	-	2
500	GRAPA DE RETENCION EN ALUMINIO DE 6 - 2/0 AWG 3000 Kg.	UN	4	4
575	PERNO DE 5/8" x 8" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	1
582	PERNO DE 5/8" x 16" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	-
596	PERNO DE 1/2" x 1 1/2" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	-	4
602	PERNO DE 1/2" x 6" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	4	-
612	ESPARRAGO DE 5/8" x 10" CON 4 TUERCAS	UN	-	3
620	ESPARRAGO DE 5/8" x 18" CON 4 TUERCAS	UN	2	-
884	TUERCA DE OJO ALARGADO DE 5/8"	UN	4	4
954	CRUCETA DE MADERA 100 x 100 MM x 2 MT	UN	2	-
996	DIAGONAL CON DOBLEZ PARA CRUCETA DE MADERA DE 64 CM	UN	4	-
1004	DIAGONAL RECTA METALICA DE 68 CM	UN	-	4
1010	SILLA PARA CRUCETA DE MADERA 120 x 100 mm (PARTE RECTA 86 mm)	UN	2	-
1222	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 1/2"	UN	4	4
1224	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 5/8"	UN	11	14

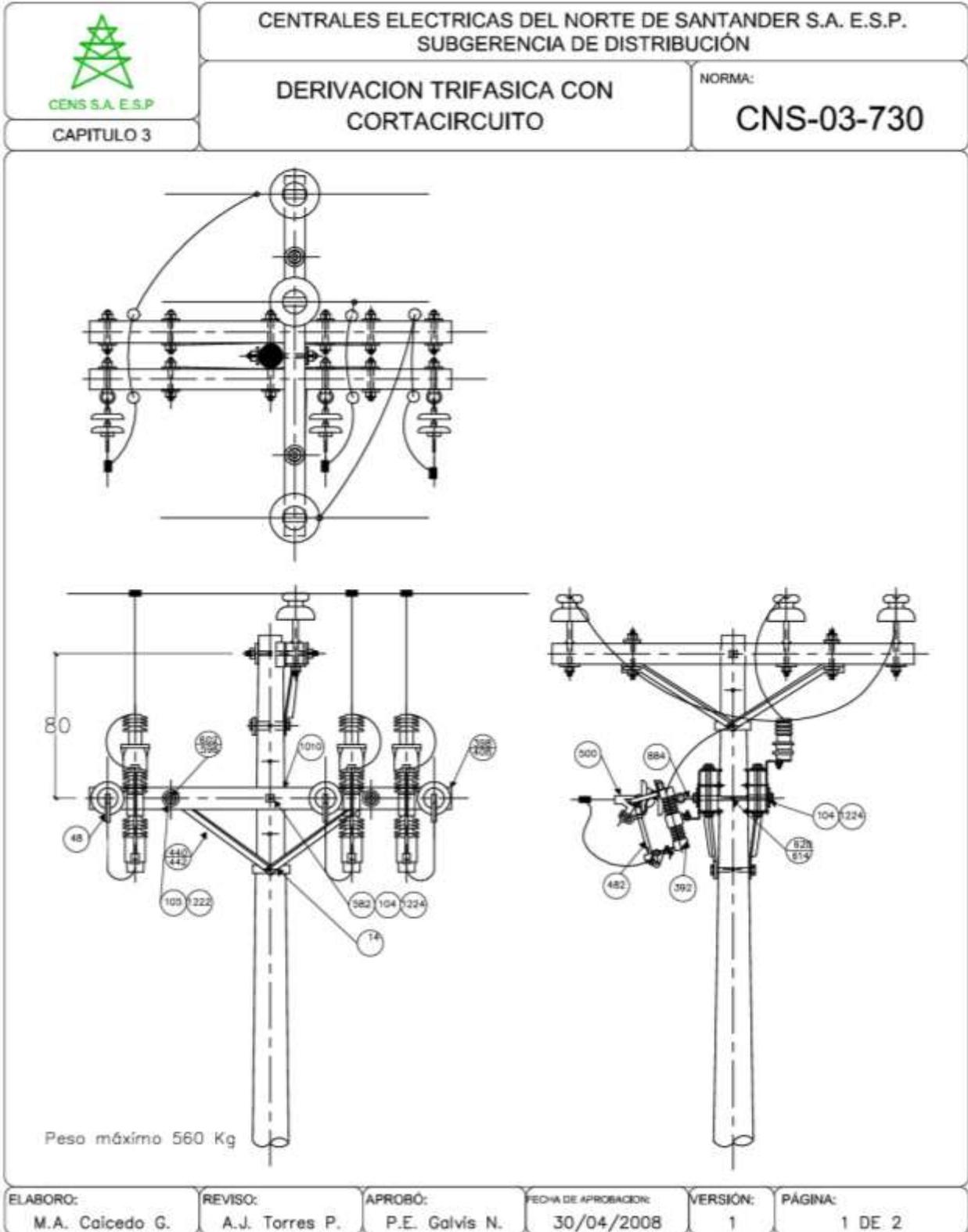
NOTA:

CODIGO: 47 ESTRUCTURA EN ABERTURA MONOFASICA 515 CRUCETA MADERA
CODIGO: 67 ESTRUCTURA EN ABERTURA MONOFASICA DISPOSICION HORIZONTAL 515 CRUCETA METALICA

ELABORO: M.A.Caicedo G.	REVISO: A. J. Torres P.	APROBO: P.E. Galvis N.	FECHA DE APROBACION: 30/04/2008	VERSION: 1	PAGINA: 2 de 2
----------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------	---------------	-------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CENS S.A. E.S.P. CAPITULO 3	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN	NORMA: CNS-03-730
	DERIVACION TRIFASICA CON CORTACIRCUITO	

COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO	
			222	232
			CANTIDAD	
14	COLLARIN DOS SALIDAS 7"-8"	UN	1	2
48	AISLADOR TIPO SUSPENSION DE 6" ANSI 52-1	UN	6	9
104	ARANDELA DE PRESION DE 5/8"	UN	2	6
105	ARANDELA DE PRESION DE 1/2"	UN	-	4
392	CORTACIRCUITO DE 15 KV	UN	3	3
398	CRUCETA DE MADERA 100 x 100 MM x 2,4 MT	UN	2	-
408	CRUCETA METALICA DE 3" x 3" x 1/4" x 2,4 MT	UN	-	2
440	DIAGONAL EN V PARA CRUCETA DE MADERA 120 x 54 CM	UN	2	-
442	DIAGONAL EN V DE 48" PARA CRUCETA METALICA SIN DOBLEZ	UN	-	2
482	FUSIBLE DE ALTA TENSION 5 - 15 AMP. 15 KV	UN	3	3
500	GRAPA DE RETENCION EN ALUMINIO DE 6 - 2/0 AWG 3000 Kg.	UN	3	3
582	PERNO DE 5/8" x 16" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	-
596	PERNO DE 1/2" x 1 1/2" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	-	4
602	PERNO DE 1/2" x 6" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	4	-
614	ESPARRAGO DE 5/8" x 12" CON 4 TUERCAS	UN	-	3
620	ESPARRAGO DE 5/8" x 18" CON 4 TUERCAS	UN	3	-
754	SUPLEMENTO PARA CORTACIRCUITOS	UN	-	3
884	TUERCA DE OJO ALARGADO DE 5/8"	UN	3	3
1010	SILLA PARA CRUCETA DE MADERA 120 x 100 mm (PARTE RECTA 86 mm)	UN	2	-
1222	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 1/2"	UN	4	4
1224	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 5/8"	UN	10	12

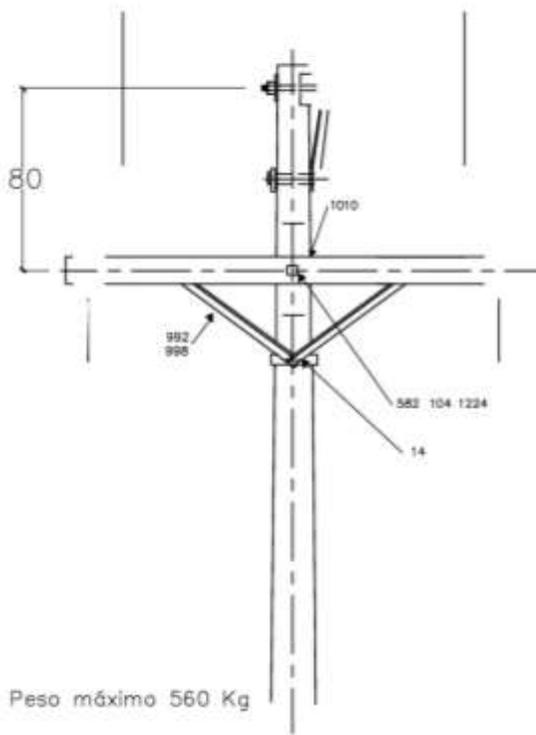
NOTA:

CODIGO: 222 HERRAJES MONTAJES DERIVACION TRIFASICA 730 CRUCETA MADERA
CODIGO: 232 DERIVACION TRIFASICA 730 CRUCETA METALICA

ELABORO: M.A.Calcedo G.	REVISO: A. J. Torres P.	APROBO: P.E. Galvis N.	FECHA DE APROBACIÓN: 30/04/2008	VERSION: 1	PAGINA: 2 de 2
----------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------	---------------	-------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CENS S.A. E.S.P.	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN	
CAPITULO 3	DERIVACION MONOFASICA CON CORTACIRCUITO	NORMA: CNS-03-731
 <p>Peso máximo 560 Kg</p>		
ELABORO: M.A. Caicedo G.	REVISO: A.J. Torres P.	APROBÓ: P.E. Galvis N.
FECHA DE APROBACION: 30/04/2008		VERSIÓN: 1
PÁGINA: 1 DE 2		

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CENS S.A. E.S.P.	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P. SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN	
	DERIVACION MONOFASICA CON CORTACIRCUITO	NORMA: CNS-03-731
CAPITULO 3		

COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO	
			223	233
			CANTIDAD	
14	COLLARIN DOS SALIDAS 7"-8"	UN	1	1
48	AISLADOR TIPO SUSPENSION DE 6" ANSI 52-1	UN	4	6
104	ARANDELA DE PRESION DE 5/8"	UN	2	8
105	ARANDELA DE PRESION DE 1/2"	UN	-	4
392	CORTACIRCUITO DE 15 KV	UN	2	2
406	CRUCETA METALICA DE 3" x 3" x 1/4" x 2 MT	UN	-	2
482	FUSIBLE DE ALTA TENSION 5 - 15 AMP. 15 KV	UN	2	2
500	GRAPA DE RETENCION EN ALUMINIO DE 6 - 2/0 AWG 3000 Kg.	UN	2	2
582	PERNO DE 5/8" x 16" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	1	-
596	PERNO DE 1/2" x 1 1/2" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	-	4
602	PERNO DE 1/2" x 6" GALVANIZADO EN CALIENTE	UN	4	-
614	ESPARRAGO DE 5/8" x 12" CON 4 TUERCAS	UN	-	2
620	ESPARRAGO DE 5/8" x 18" CON 4 TUERCAS	UN	2	-
754	SUPLEMENTO PARA CORTACIRCUITOS	UN	-	2
884	TUERCA DE OJO ALARGADO DE 5/8"	UN	2	2
954	CRUCETA DE MADERA 100 x 100 MM x 2 MT	UN	2	-
992	DIAGONAL EN V PARA CRUCETA DE MADERA 110 x 34 CM	UN	2	-
998	DIAGONAL EN V PARA CRUCETA METALICA 110 x 40 cm	UN	-	2
1010	SILLA PARA CRUCETA DE MADERA 120 x 100 mm (PARTE RECTA 86 mm)	UN	2	-
1222	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 1/2"	UN	4	-
1224	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 5/8"	UN	10	-

NOTA:

CODIGO: 223 HERRAJES MONTAJE DERIVACION MONOFASICA 731 CRUCETA MADERA
CODIGO: 233 DERIVACION MONOFASICA 731 CRUCETA METALICA

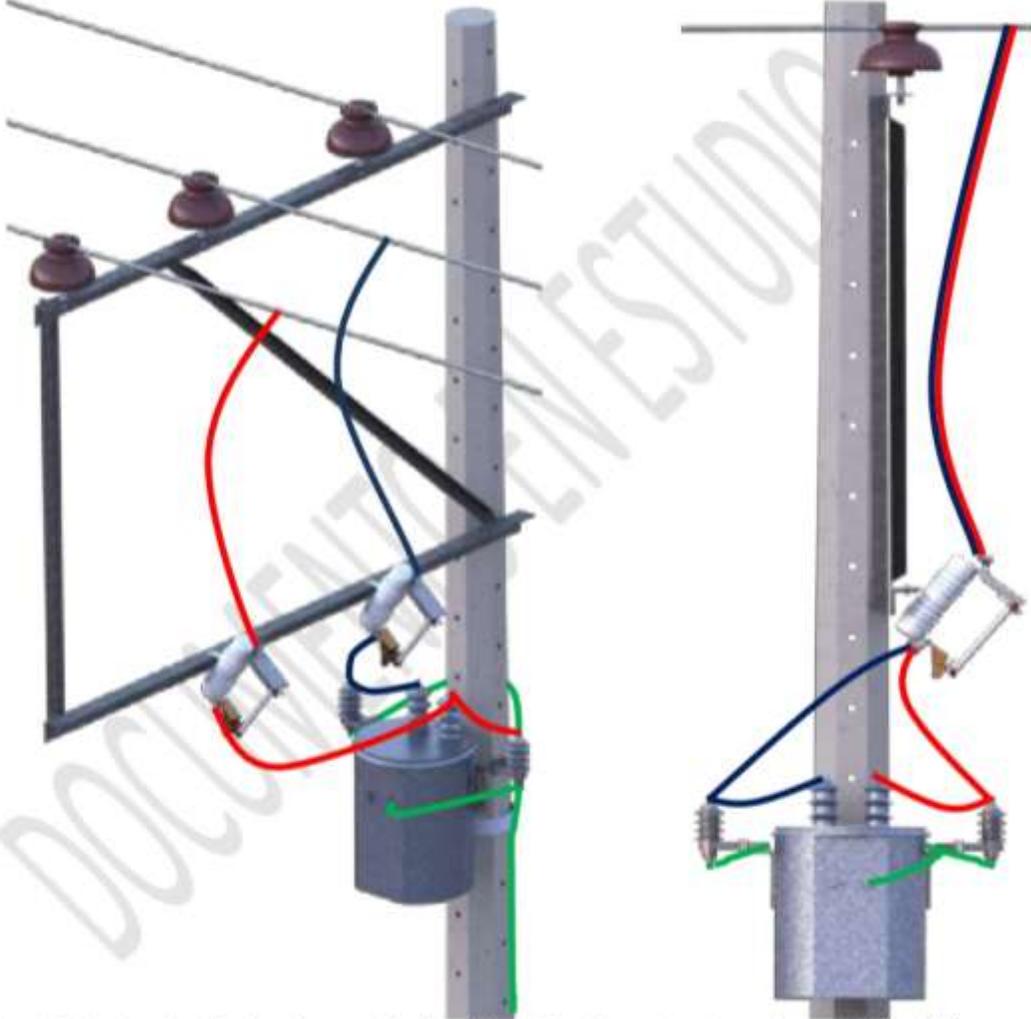
ELABORO: M.A.Calcedo G.	REVISO: A. J. Torres P.	APROBO: P.E. Galvis N.	FECHA DE APROBACIÓN: 30/04/2008	VERSION: 1	PAGINA: 2 de 2
----------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------------	---------------	-------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CENS Grupo eprg	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.
CAPITULO 4	MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION
	NORMA: CNS-NT-710

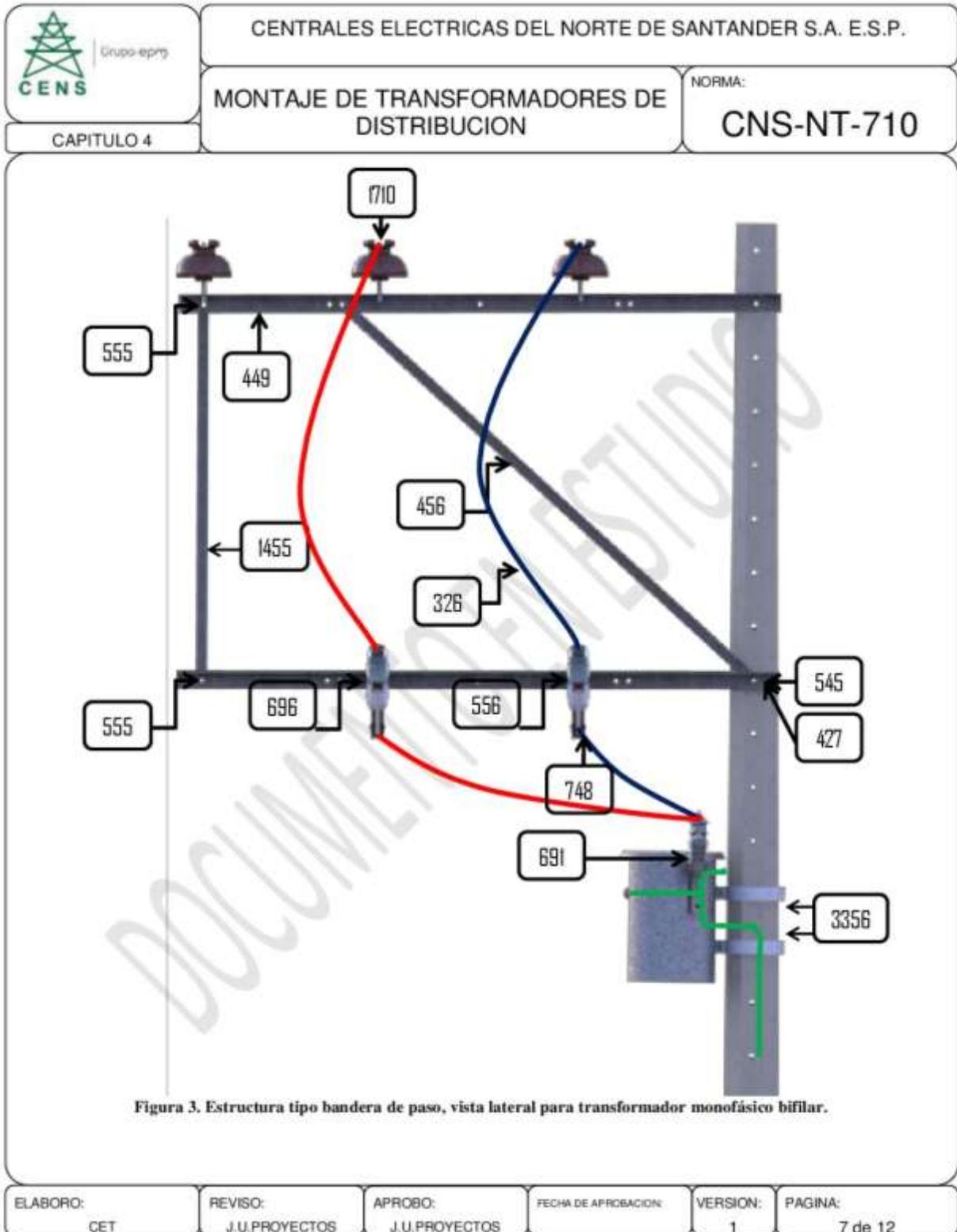
2. Montaje en poste con transformador monofásico bifilar, construcción en bandera, disposición paso.



3. Figura 2. Estructura tipo bandera de paso, vista isométrica y frontal, para transformador monofásico bifilar.

ELABORO: CET	REVISÓ: J.U.PROYECTOS	APROBO: J.U.PROYECTOS	FECHA DE APROBACION:
			VERSION: 1
			PAGINA: 6 de 12

Fuente: CENS S.A. E.S.P.



Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.



CENS
 Grupo eprgs

CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

NORMA:
CNS-NT-710

CAPITULO 4

COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO
			231
			CANTIDAD
3356	COLLARIN DE UNA SALIDA 9" - 10" (229X254 mm), UNA SALIDA TIPO PESADO	UN	2
545	ESPARRAGO DE 5/8"X1/4"	UN	1
555	PERNO DE 1/2"X1.1/2"	UN	2
556	PERNO DE 1/2"X2"	UN	1
449	CRUCETA METALICA DE 2.40 MT (2 1/2"X2 1/2"X1/4")	UN	1
456	DIAGONAL RECTA METALICA DE 2.16 MT ACERO GALVANIZADO	UN	1
	FUSIBLE DE ALTA TENSION (10 -80) AMP. 15 KV	UN	2
696	CORTACIRCUITO DE 15 KV	UN	2
748	PORTAFUSIBLE BOLA 15 KV 100 A	UN	2
691	DPS 12 KV 10 KA CON VALVULA DE EXPULSION	UN	2
427	ARANDELA REDONDA DE 5/8"	UN	2
1455	DIAGONAL RECTA METALICA 1,4 MT	UN	1
425	ARANDELA REDONDA DE 1/2"	UN	3
326	CABLE ALUMINIO AISLADO # 2 AWG, 15[m]	UN	2
1710	CONECTOR PLACAS PARALELAS	UN	2

Tabla 1. Componentes para montaje de transformador monofásico bifilar, disposición paso.

NOTA:

CODIGO 230: HERRAJES MONTAJES TRANSFORMADOR MONOFASICO BIFILAR

ELABORO: CET	REVISO: J.U.PROYECTOS	APROBO: J.U.PROYECTOS	FECHA DE APROBACION:	VERSION: 1	PAGINA: 8 de 12
-----------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	---------------	--------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPITULO 4	MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION	NORMA: CNS-NT-710

4. Montaje en poste con transformador monofásico bifilar, construcción en bandera, disposición en retención.

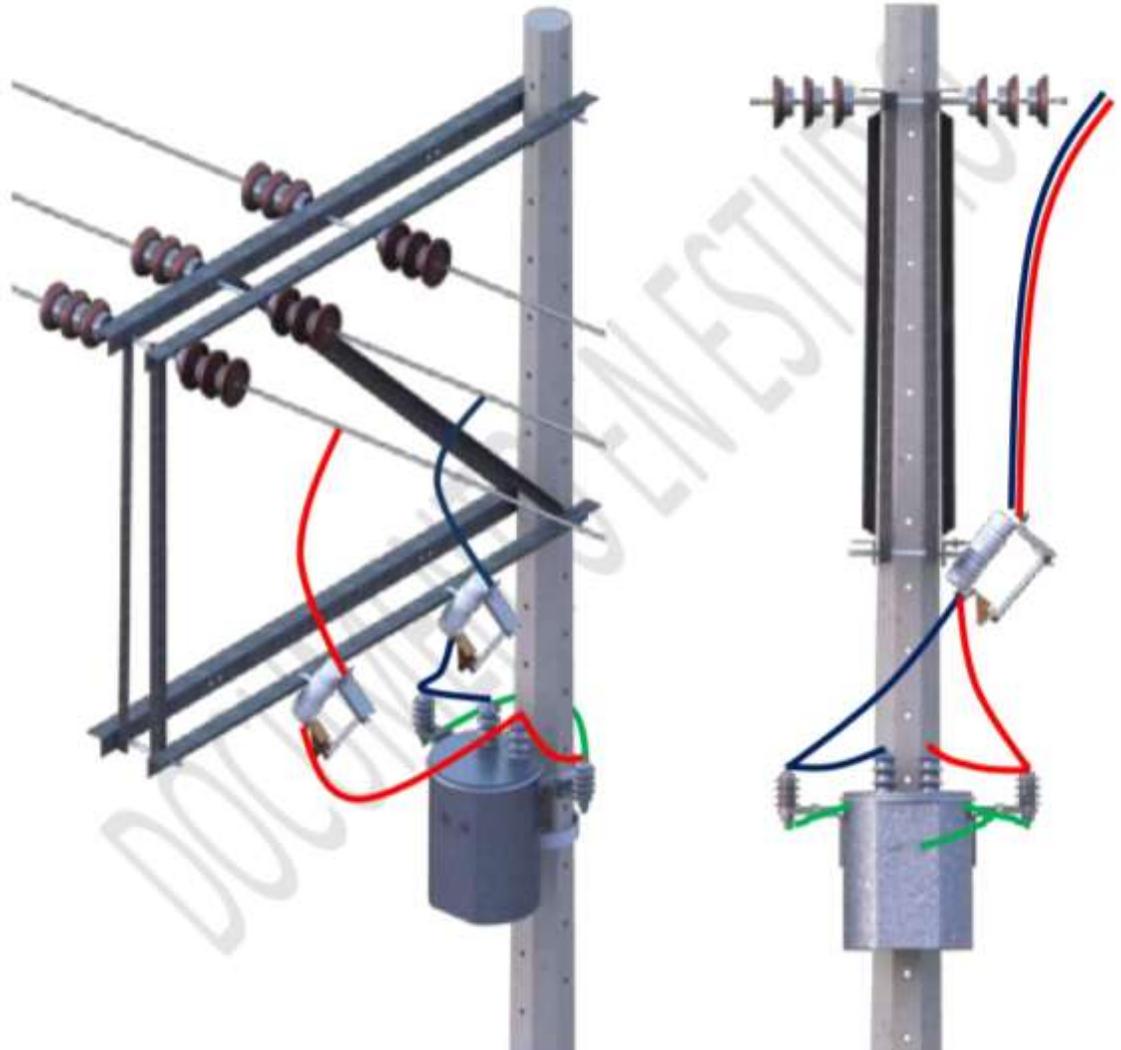
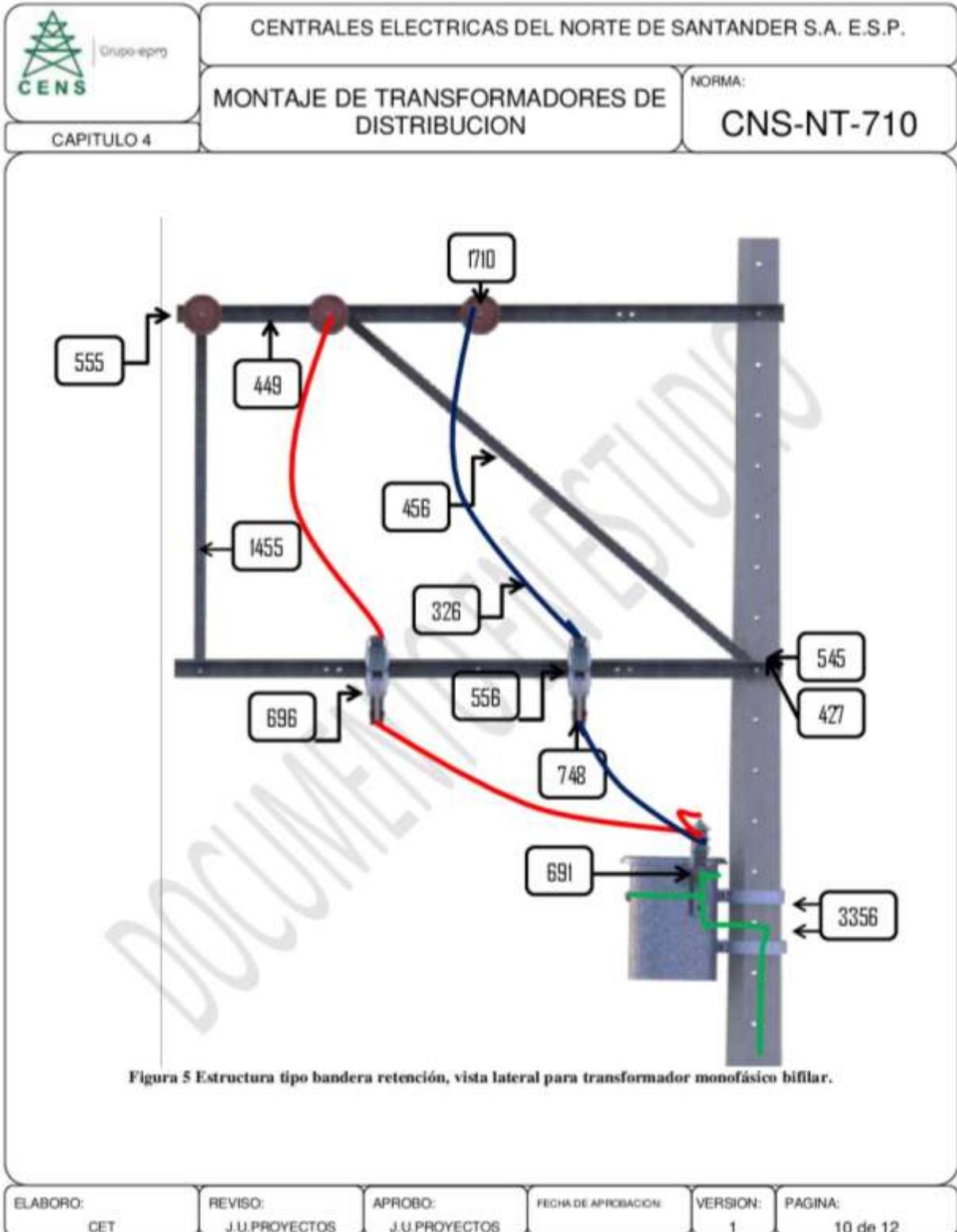


Figura 4 Estructura tipo bandera retención, vista isométrica y frontal, para transformador monofásico bifilar.

ELABORO: CET	REVISO: J.U.PROYECTOS	APROBO: J.U.PROYECTOS	FECHA DE APROBACION:	VERSION: 1	PAGINA: 9 de 12
-----------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	---------------	--------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.



Fuente: CENS S.A. E.S.P.

	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
	MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION	NORMA: CNS-NT-710
CAPITULO 4		

COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO
			230
			CANTIDAD
3356	COLLARIN DE UNA SALIDA 9" - 10" (229X254 mm), UNA SALIDA TIPO PESADO	UN	2
545	ESPARRAGO DE 5/8"X14"	UN	2
555	PERNO DE 1/2"X1.1/2"	UN	8
556	PERNO DE 1/2"X2"	UN	2
449	CRUCETA METALICA DE 2.40 MT (2 1/2"X2 1/2"X1/4")	UN	2
456	DIAGONAL RECTA METALICA DE 2.16 MT ACERO GALVANIZADO	UN	2
	FUSIBLE DE ALTA TENSION (10 – 80) AMP. 15 KV	UN	2
696	CORTACIRCUITO DE 15 KV	UN	2
748	PORTAFUSIBLE BOLA 15 KV 100 A	UN	2
691	DPS 12 KV 10 KA CON VALVULA DE EXPULSION	UN	2
427	ARANDELA REDONDA DE 5/8"	UN	4
1455	DIAGONAL RECTA METALICA 1,4 MT	UN	2
425	ARANDELA REDONDA DE 1/2"	UN	4
326	CABLE ALUMINIO AISLADO # 2 AWG	MI	30
1710	CONECTOR PLACAS PARALELAS	UN	2

Tabla 2 Componentes para montaje de transformador monofásico bifilar, disposición retención.

NOTA:

CODIGO 230: HERRAJES MONTAJES TRANSFORMADOR MONOFASICO BIFILAR

ELABORO: CET	REVISO: J.U.PROYECTOS	APROBO: J.U.PROYECTOS	FECHA DE APROBACION:	VERSION: 1	PAGINA: 11 de 12
-----------------	--------------------------	--------------------------	----------------------	---------------	---------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.



CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE
 DISTRIBUCION

NORMA:

CNS-NT-710

CAPITULO 4

5. Sistema de puesta a tierra, transformador monofásico

COD. MAT.	DESCRIPCION	UNIDAD	UNIDAD DE COSTO
			230
			CANTIDAD
1648	CONDUCTOR BAJANTE PLANO TIPO FLEJE DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304 7/8"X1.2mmx1m	UN	1
1649	CONDUCTOR PLANO TIPO FLEJE DE ACERO INOXIBABLE AUSTENITICO 304 CARCASA DEL TRANSFORMADOR DE 1 m x 7/8" x 1.2 mm	UN	1
	CONDUCTOR PLANO TIPO FLEJE DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304 ENTRE DPS DE 2.2 m x 7/8" x 1.2mm	UN	1
685	ELECTRODO TIPO VARILLA DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304, DE 2.4 m x 10 mm de diámetro.	UN	2
1651	ABRAZADERA DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304 DE 3/8" X 1.5 m X 0.70 mm	UN	6
493	CONECTOR FLEJE - VARILLA EN ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304 AJUSTABLE CON TORNILLO 20 - 30mm.	UN	2
1655	CONECTOR FLEJE - FLEJE AJUSTABLE MEDIANTE PERNO CON CABEZA HEXAGONAL DE 3/16" ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304.	UN	1
484	CONECTOR DPS - FLEJE AJUSTABLE MEDIANTE PERNO CON CABEZA HEXAGONAL DE 3/16" ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO 304.	UN	2
1653	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 304, DE 30 mm x 3 mm, LONGITUD DE 2.25 m	UN	2
1653	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 304, DE 30 mm x 3 mm, LONGITUD DE 2 m	UN	2
	LLAVE BRISTOL 3/16"	UN	1
1656	CONECTOR UNIVERSAL O CONECTOR DE PLACAS PARALELAS FLEJE - FLEJE	UN	4

Tabla 3 Componentes para sistema de puesta a tierra de transformador monofásico bifilar.

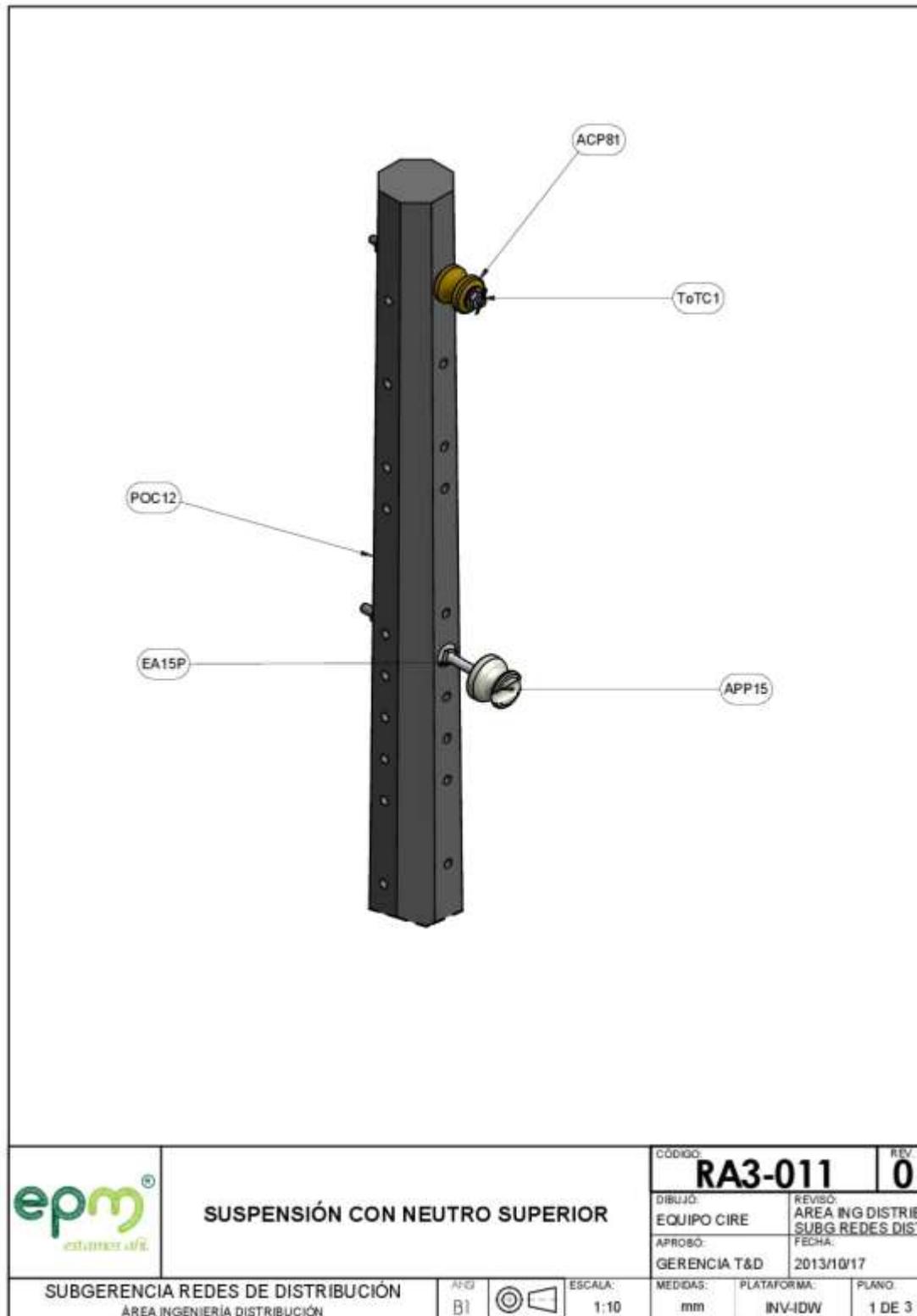
NOTA:

CODIGO 230: COMPONENTES SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA TRANSFORMADOR MONOFASICO BIFILAR

ELABORO: CET	REVISO: J.U.PROYECTOS	APROBO: J.U.PROYECTOS	FECHA DE APROBACION	VERSION: 1	PAGINA: 12 de 12
-----------------	--------------------------	--------------------------	---------------------	---------------	---------------------

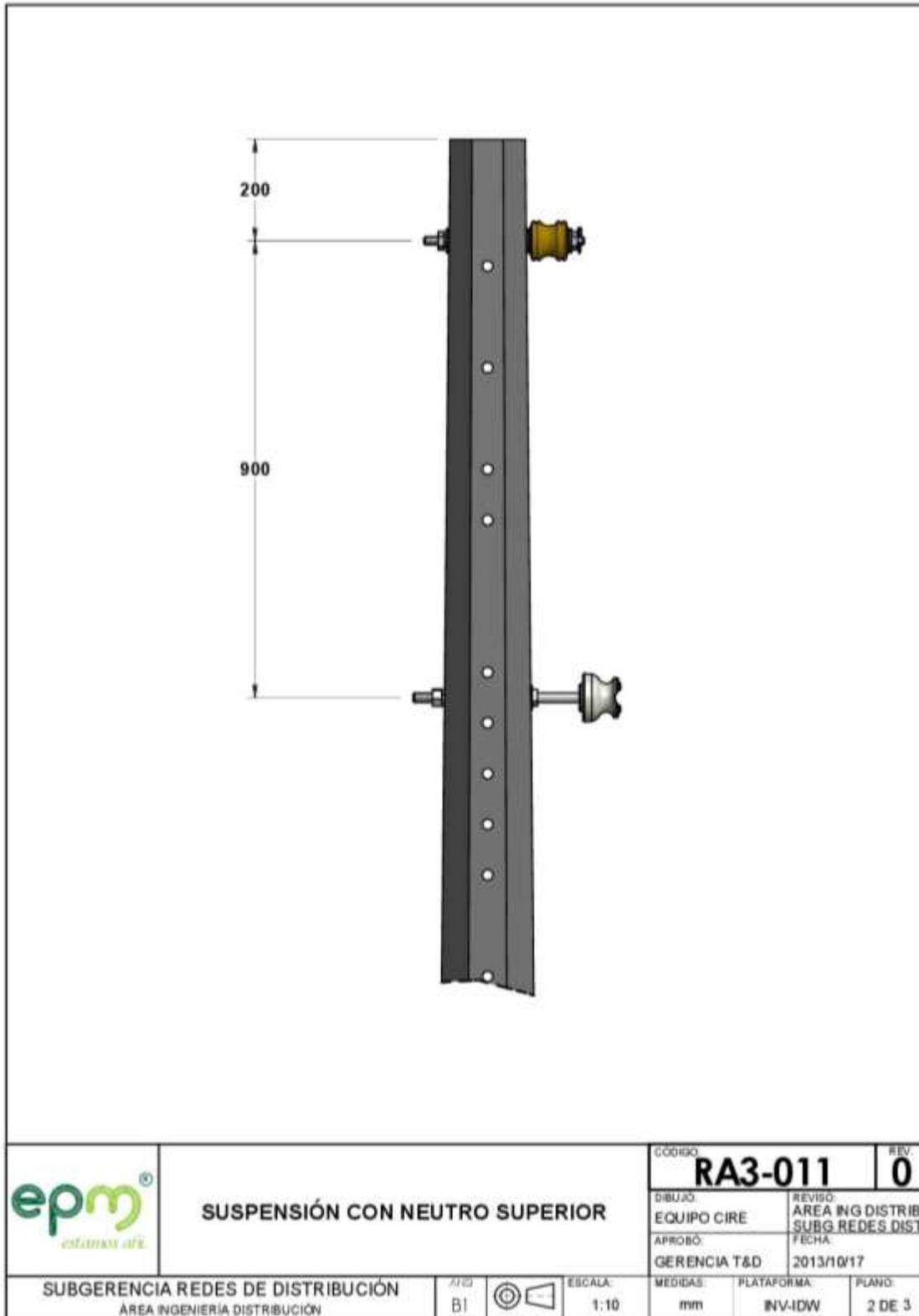
Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

LISTA DE MATERIALES						
CODIGO NEMOTECNICO	DESCRIPCION	CANT.	REFERENCIA	NOTAS	CODIGO OW-COSTO	CODIGO OW-INVERSION
POC12	POSTE CONCRETO 12m OCTOGONAL	1	RA7-036		59346	91159
TeTC1	TORNILLO TIPO CARRETE	1			1302	92221
EA15P	ESPIGO PARA CRUCETA METALICA 220.6mm	1	RA7-009		10572	92272
ACP81	ASLADOR DE PIRELANA TIPO CARRETE 81mm 600V	1	RA7-105		1588	92231
APP15	ASLADOR TIPO PIN 13.2KV	1			1694	92235

NOTAS:

- Dimensiones en milímetros.
- Vanos máximos para conductores N^o. 2 a 1/0 AWG

LONG.	TENSION	VANO MÁX	DIST. MÍN. A TIERRA
Poste	Mecánica	En terreno plano	Con flecha máx
10 m	20% TUR	80 m	6.5 m
12 m	20% TUR	130 m	6.5 m

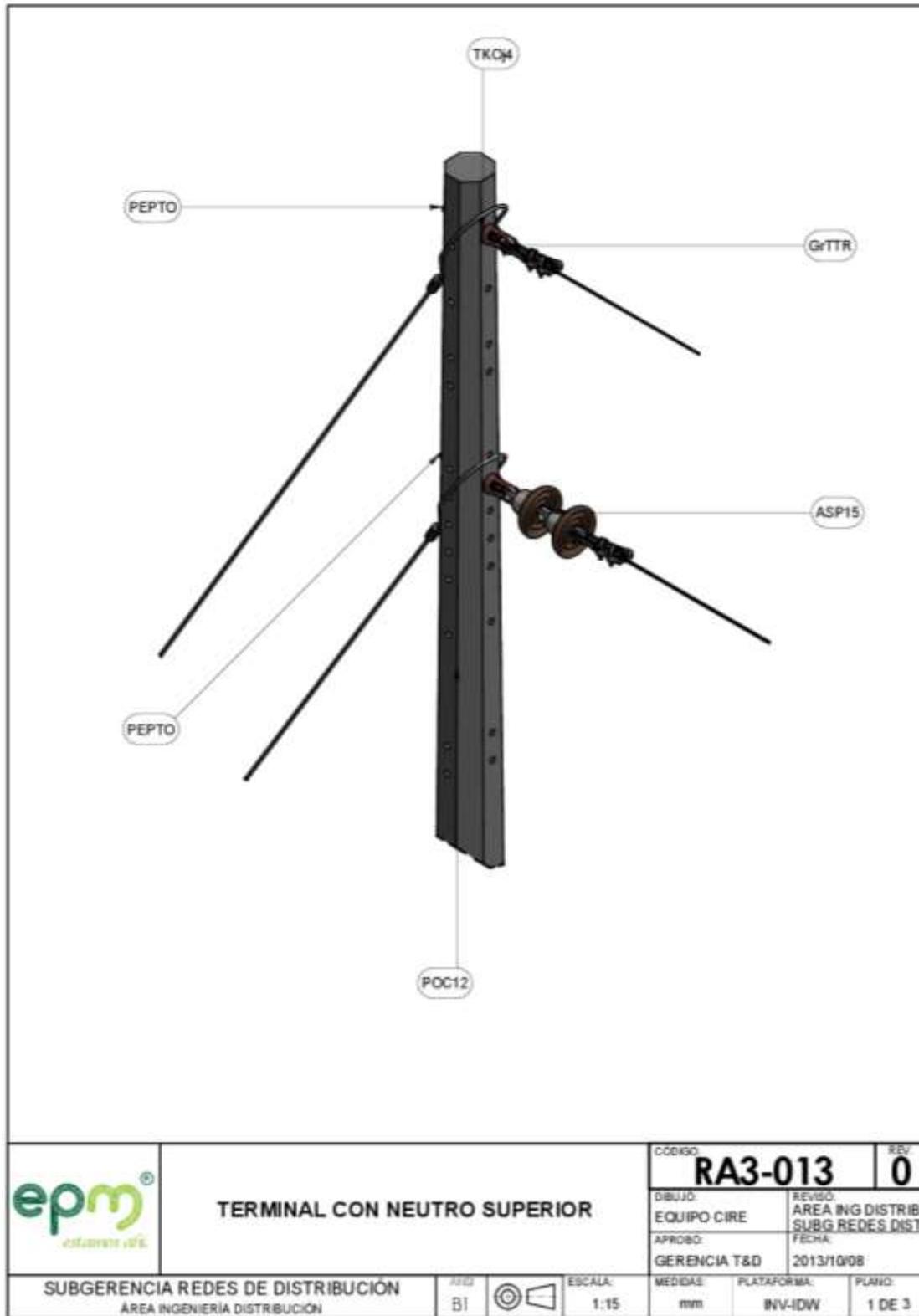
TUR: Tensión última de ruptura

- Para zonas contaminadas o zonas costeras utilizar aislador tipo Line post a 25 kV.
- En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plástico reforzado en fibra de vidrio. RA7-036.
- En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001.
- Consultar especificaciones técnicas y características técnicas garantizadas de EPM.

	SUSPENSIÓN CON NEUTRO SUPERIOR	CODIGO	RA3-011	REV.	0
		DIBUJO	EQUIPO CIRE	REVISO:	AREA ING DISTRIB SUBG REDES DIST.
SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN AREA INGENIERIA DISTRIBUCIÓN		APROBÓ:	GERENCIA T&D	FECHA:	2013/10/17
ESCALA:	N/A	MEDIDAS:	mm	PLATAFORMA:	INV-IDW
				PLANO:	3 DE 3

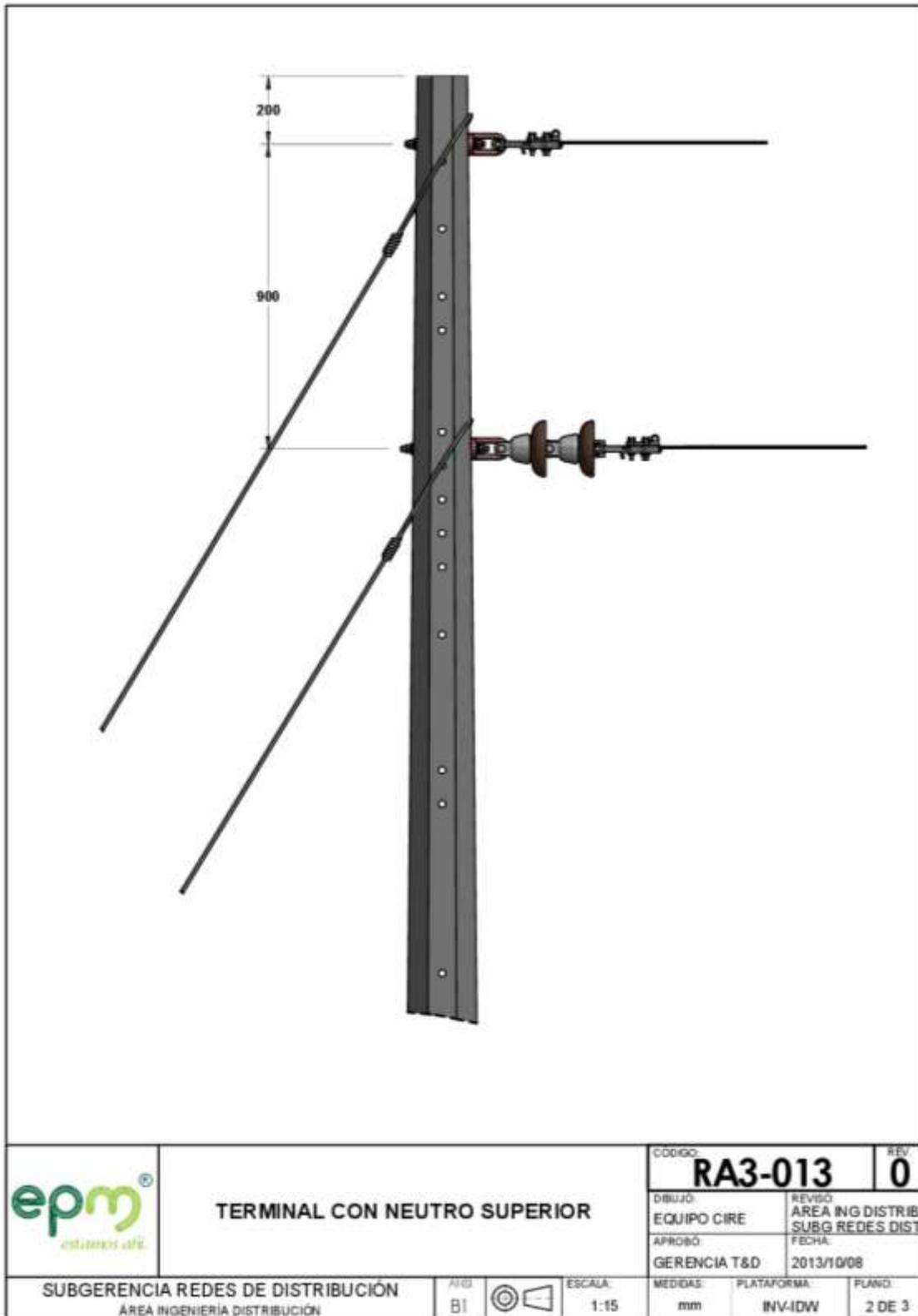
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPFS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

LISTA DE MATERIALES						
CÓDIGO MEMOTÉCNICO	CANT.	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	NOTAS	CODIGO OW-COSTO	CODIGO OW-INVERSION
POC12	1	POSTE CONCRETO 12m OCTOGONAL	RA7-035		59345	91159
PEPTO	1	TORNILLO ESPACIADOR 15.9X250MM - ACERO GALV. 11 HILOS/PQ	RA7-001		92224	1342
TKQ4	2	Tuerca de Cjo 5/8 PQ, Acero G - 11 Pasos/PQ	RA7-003		10999	92279
ASP15	2	AISLADOR SUSPENSO 13.2 KV 165 mm - PORCELANA CLASE AS-1	RA7-011	(Ver Nota 2)	1611	92237
G-TTR	2	GRAPA TERMINAL ACOR 20-206.8 - AL+AC GALV. TIPO RECTA	RA7-024		71512	92459
PEPTO	1	TORNILLO ESPACIADOR 15.9X250MM - ACERO GALV. 11 HILOS/PQ	RA7-001		92224	1324

NOTAS:

1. Dimensiones en milímetros.
2. Podrá instalarse otro tipo de aislador que sea aprobado por Empresas Públicas de Medellín.
3. Para vanos mayores de 500m. colocar viento independiente para cada conductor. (doble viento).
4. En vanos mayores a 100m utilizar grapa tipo pistola.
5. Para zonas contaminadas o zonas costeras utilizar un aislador de suspensión 165 mm adicional por fase.
6. Vanos máximos para conductores N° 2 a 1/0 AWG.

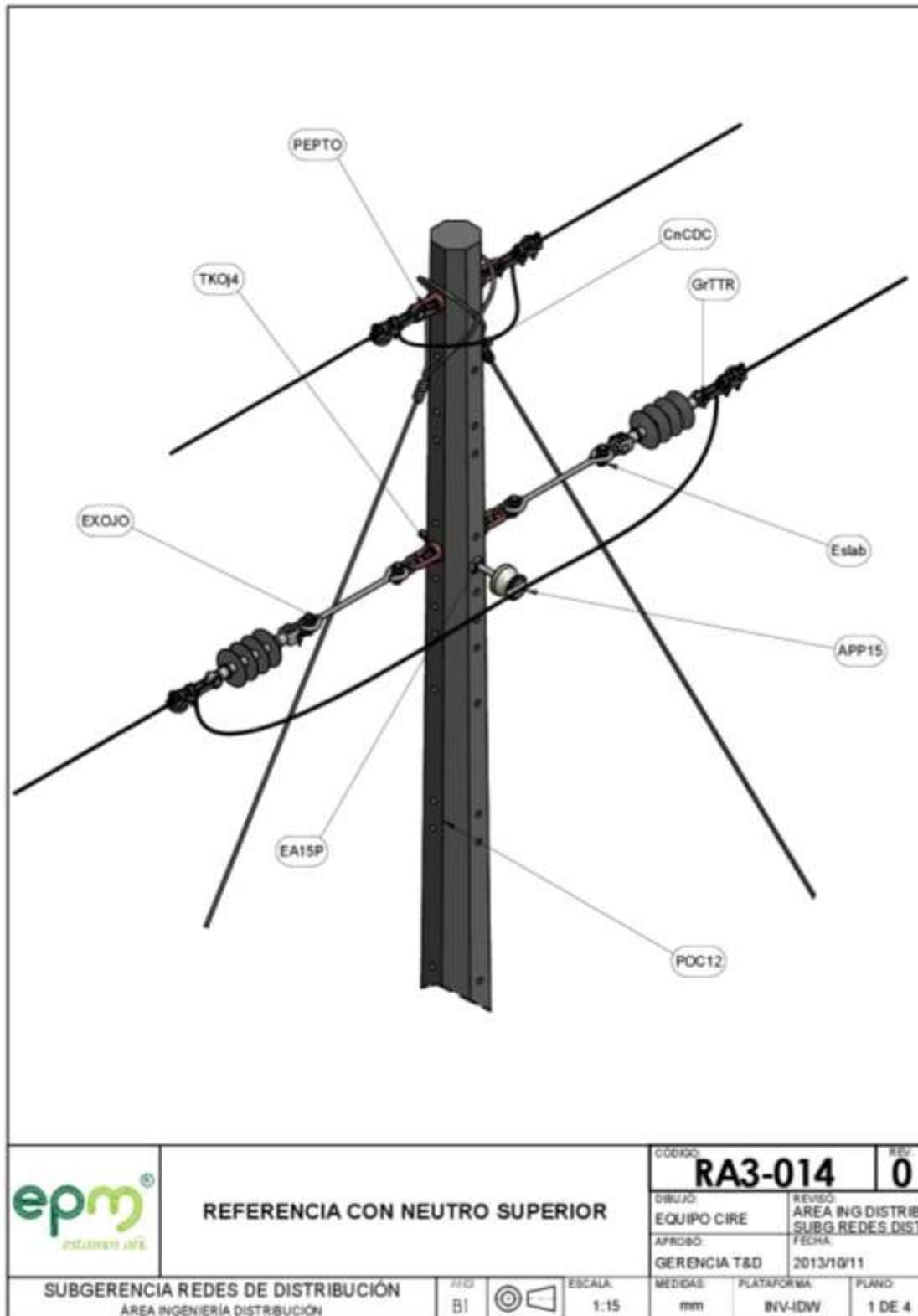
LONG.	TENSION	VANO MÁX.	DIST. MÍN. A TIERRA
Poste	Mécanica	En terreno plano	Con flecha máx.
10m	20 % TRU	80 m	6.5 m
12m	20 % TRU	130 m	6.5 m

7. En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plástico reforzado en fibra de vidrio RA7-036.
8. Cuando se utilice aislador de suspensión polimérico colocar un eslabón en cada tuerca de ojo.
9. En zonas contaminadas o costeras utilizar amarres preformados con AAAC ó Alumoweld (AW).
10. En zonas contaminadas o costeras utilizar cables con hilos de acero recubiertos de cobre.
11. En caso de utilizar torrecilla metálica, emplear 2 tornillos de 1/2" x 2 1/2" galvanizados, en reemplazo de los tornillos de 15.9 x 200mm y 15.9 x 250mm.
12. En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001
13. Consultar especificaciones técnicas y características técnicas garantizadas de EPM.
14. Se debe garantizar que la retenida o bloque del viento queda a 2/3 de la altura (distancia horizontal de la base del poste). Si por las condiciones del terreno no es posible cumplir esta distancia se debe considerar una estructura que soporte las tensiones de los conductores.

	TERMINAL CON NEUTRO SUPERIOR	CÓDIGO:	RA3-013	REV.:	0
		DIBUJO:	EQUIPO CIRE	REVISO:	AREA ING DISTRIB. SUBG REDES DIST.
		APROBO:	GERENCIA T&D	FECHA:	2013/10/08
SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN		AFI:	B1	ESCALA:	N/A
		MEDIDAS:	mm	PLATAFORMA:	INV-IDW
				PLANO:	3 DE 3

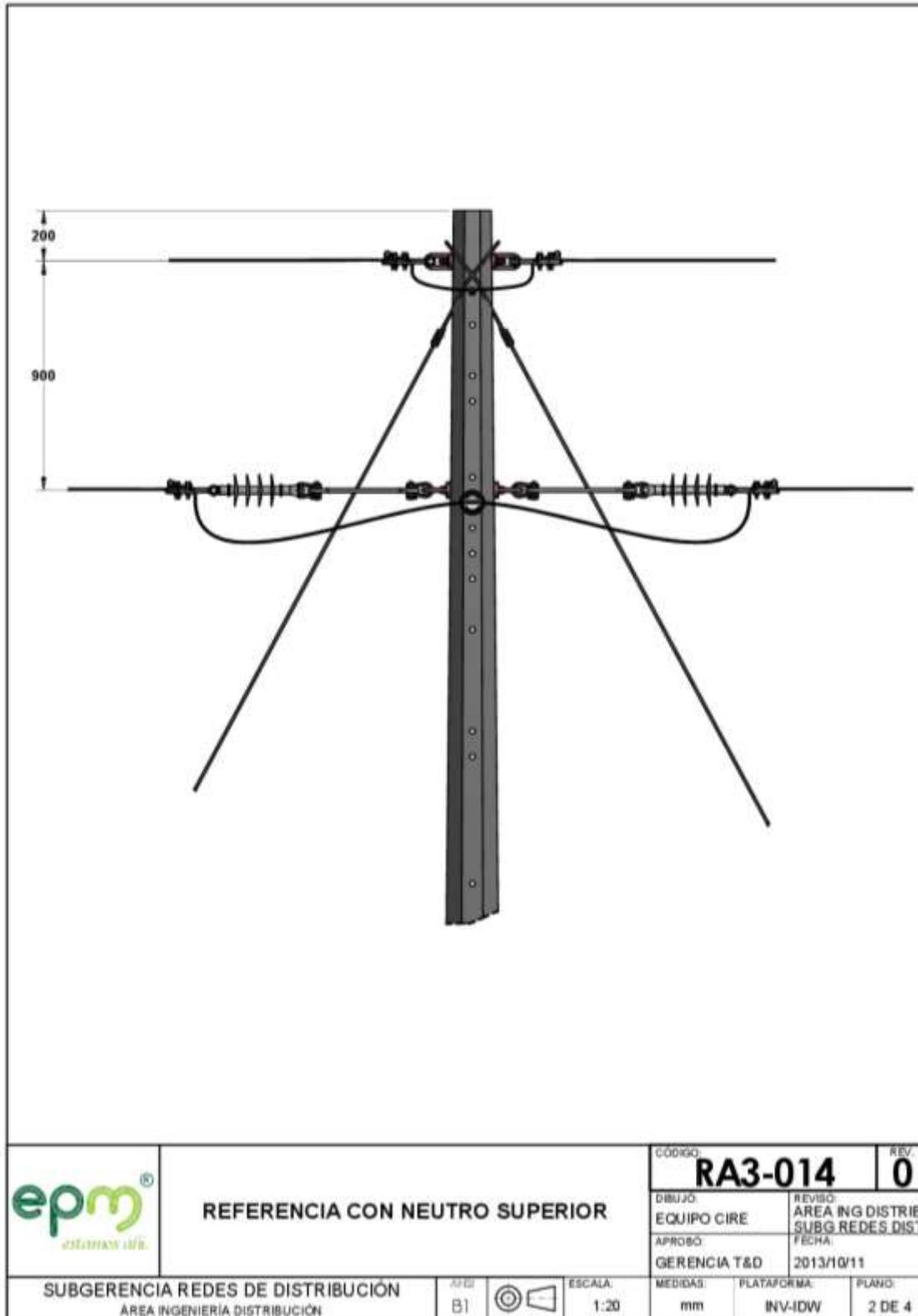
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

LISTA DE MATERIALES						
CÓDIGO NEMOTECNICO	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA	NOTAS	CODIGO OW-COSTO	CODIGO OW-INVERSION
POC12	POSTE CONCRETO 12m OCTOGONAL	1	RA7-005		59345	91159
TKQ4	TUERCA DE OJO 5/8 PG. ACERO G - 11 PASOS/PG	4	RA7-003		10900	92279
PEPTO	TORNILLO ESPACIADOR 15 SX250MM - ACERO GALV. 11 HILOS/PG	1	RA7-001			
EXOJO	EXTENSION DE OJO	2	RA7-047		10597	92277
Estab	ESLABÓN DE 5/8 in - ACERO GALV. FORJADO	4	RA7-005		92216	
GrTR	GRAPA TERMINAL ACSR 2/0-3/0 B - AL+AC GALV. TIPO RECTA	4	RA7-004		71512	92458
ASS15	ASLADOR SUSPENSION POLIMERICO 13.2KV - DS15. 45 KN	2	RA7-006		1809	92236
EA15P	ESPIGO PARA CRUCETA METALICA 226 6mm	1	RA7-009		10572	92272
APP15	ASLADOR TIPO PIN 13.2KV	1			1604	92235
PEPTO	TORNILLO ESPACIADOR 15 SX250MM - ACERO GALV. 11 HILOS/PG	1	RA7-001			
	VENTO POSTE 12m	1				
		1				
OnCDC	CONECTOR COMPRESION DERNACION EN C COBRE pequeño	1			7701	92240

	REFERENCIA CON NEUTRO SUPERIOR	CÓDIGO: RA3-014	REV: 0			
		DIBUJO: EQUIPO CIRE	REVISO: AREA ING DISTRIB SUBG REDES DIST			
		APROBO: GERENCIA T&D	FECHA: 2013/10/11			
SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	AVG: B1		ESCALA: N/A	MEDIDAS: mm	PLATAFORMA: INV-IDW	PLANO: 3 DE 4

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

NOTAS:

1. Dimensiones en milímetros.
2. Podrá instalarse otro tipo de aislador que sea aprobado por Empresas Públicas de Medellín
3. Las tuercas de ojo alargado en el plano horizontal para hacer el puente por un lado.
4. Para vanos mayores de 100m. instalar amortiguadores y grapa tipo pistola.
5. Para zonas contaminadas o zonas costeras utilizar un aislador de suspensión 165 mm adicional por fase
6. Vanos máximos para conductores N° 2 a 1/0 AWG

LONG Poste	TENSIÓN Mecánica	VANO MÁX. En terreno plano	DIST. MÍN. A TIERRA Con flecha máx
10 m	20% TUR	80 m	6.5 m
12 m	20% TUR	130 m	6.5 m

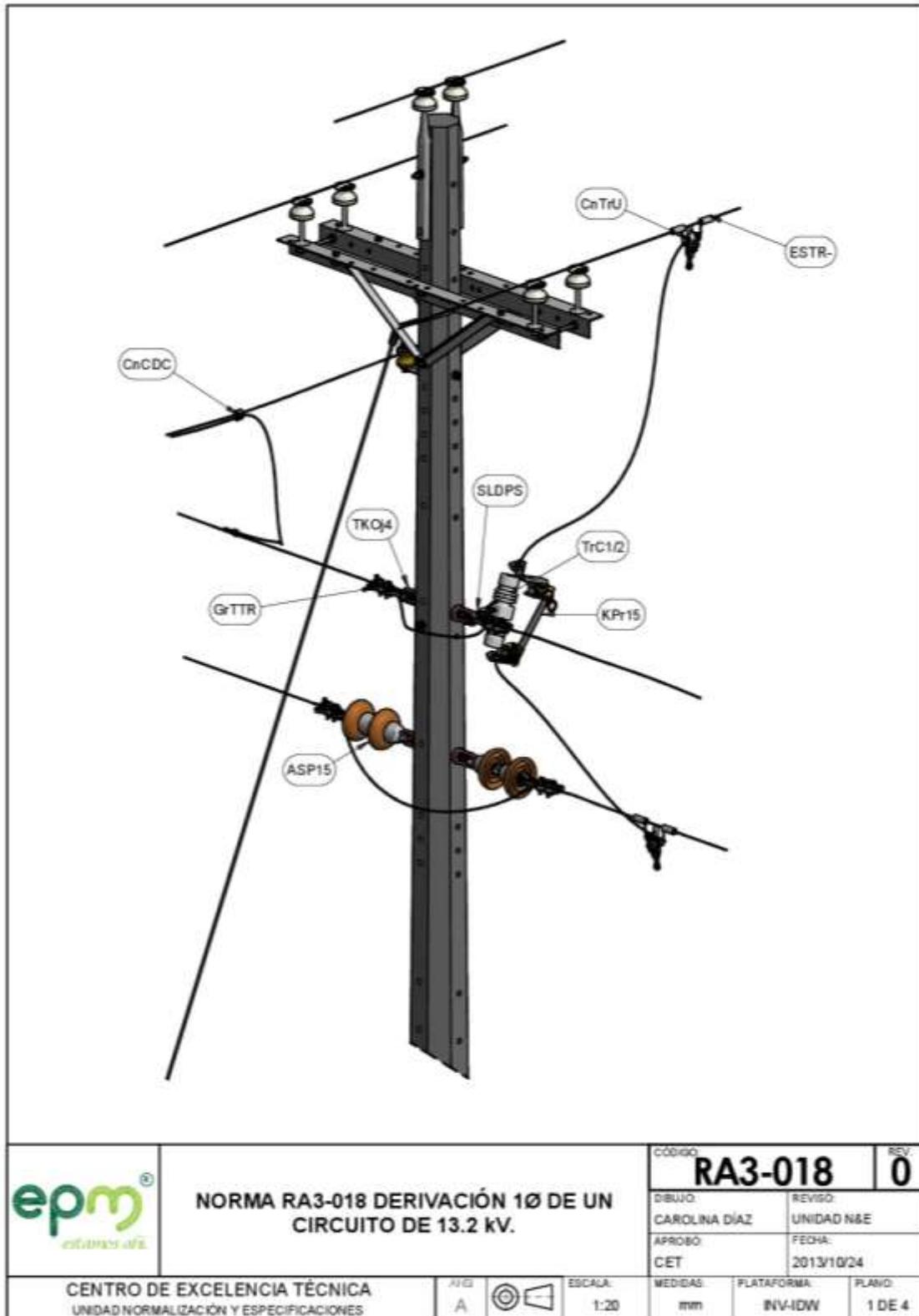
TUR: Tensión última de ruptura

7. Cuando se utilice aislador de suspensión polimérico colocar un eslabón en cada tuerca de ojo
8. En zonas contaminadas o costeras utilizar amarres preformados con AAAC ó Alumoweld (AW)
9. En zonas contaminadas o costeras utilizar poste de resina o plástico reforzado en fibra de vidrio. RA7-036
10. En zonas contaminadas o costeras utilizar cables con hilos de acero recubiertos de cobre
11. En caso de utilizar torrecilla metálica, emplear 4 tornillos de 1/2 x 2 1/2" galvanizados, en reemplazo de los tornillos de 15.9 x 250mm y 15.9 x 300mm
12. En zonas costeras o contaminadas emplear elementos metálicos extragalvanizados o en acero recubierto de cobre, según norma RA7-001.
14. Se debe garantizar que la retenida o bloque del viento queda a 2/3 de la altura (distancia horizontal de la base del poste). Si por las condiciones del terreno no es posible cumplir esta distancia se debe considerar una estructura que compece las tensiones de los conductores.

	REFERENCIA CON NEUTRO SUPERIOR	CÓDIGO	RA3-014	REV	0
		DIBUJO:	EQUIPO CIRE	REVISO:	AREA ING DISTRIB SUBG REDES DIST
SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN		APROBÓ:	GERENCIA T&D	FECHA:	2013/10/11
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN		ATEZ	B1	ESCALA:	N/A
		MEDIDAS:	mm	PLATAFORMA:	INV-IDW
				PLANO:	4 DE 4

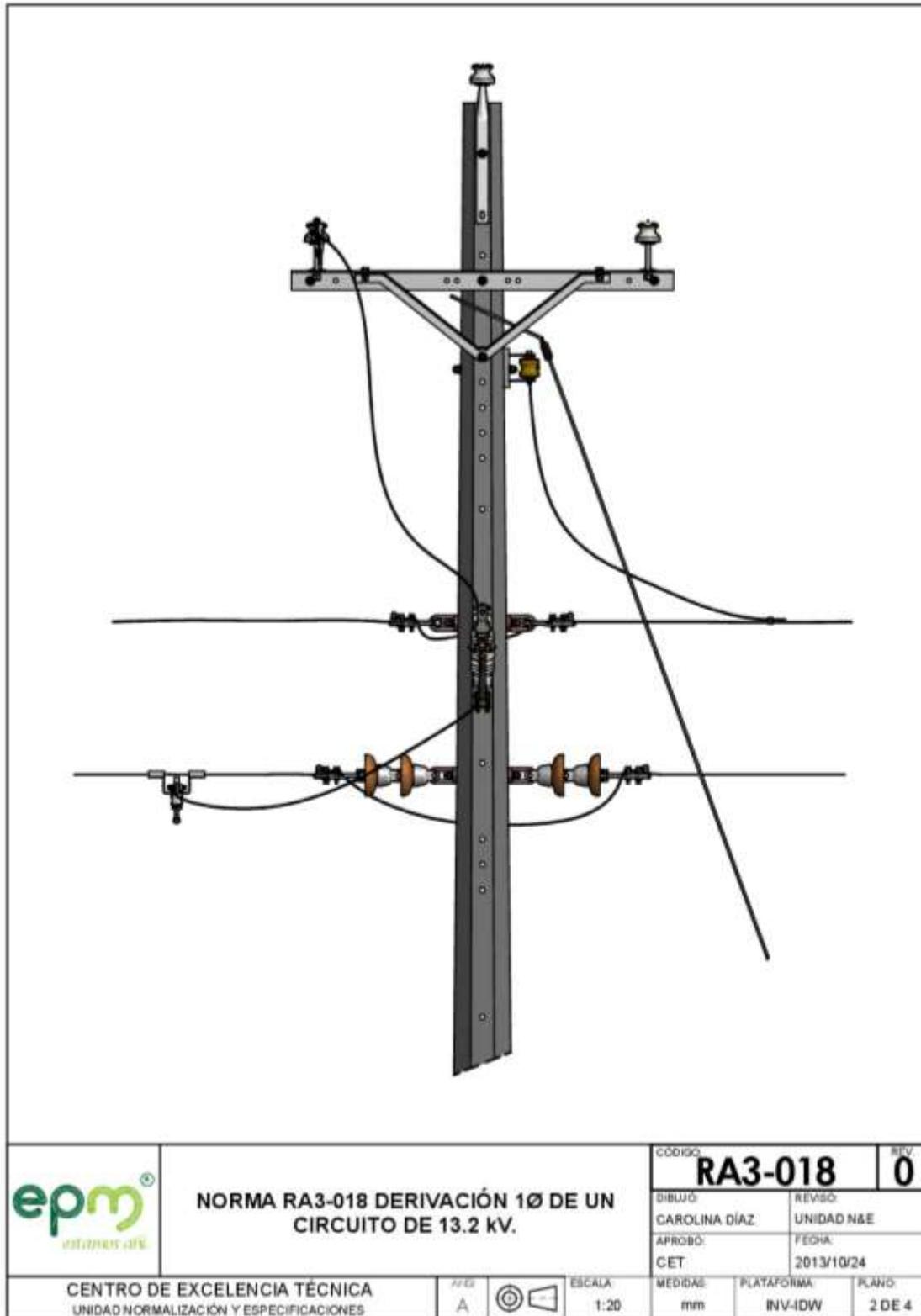
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



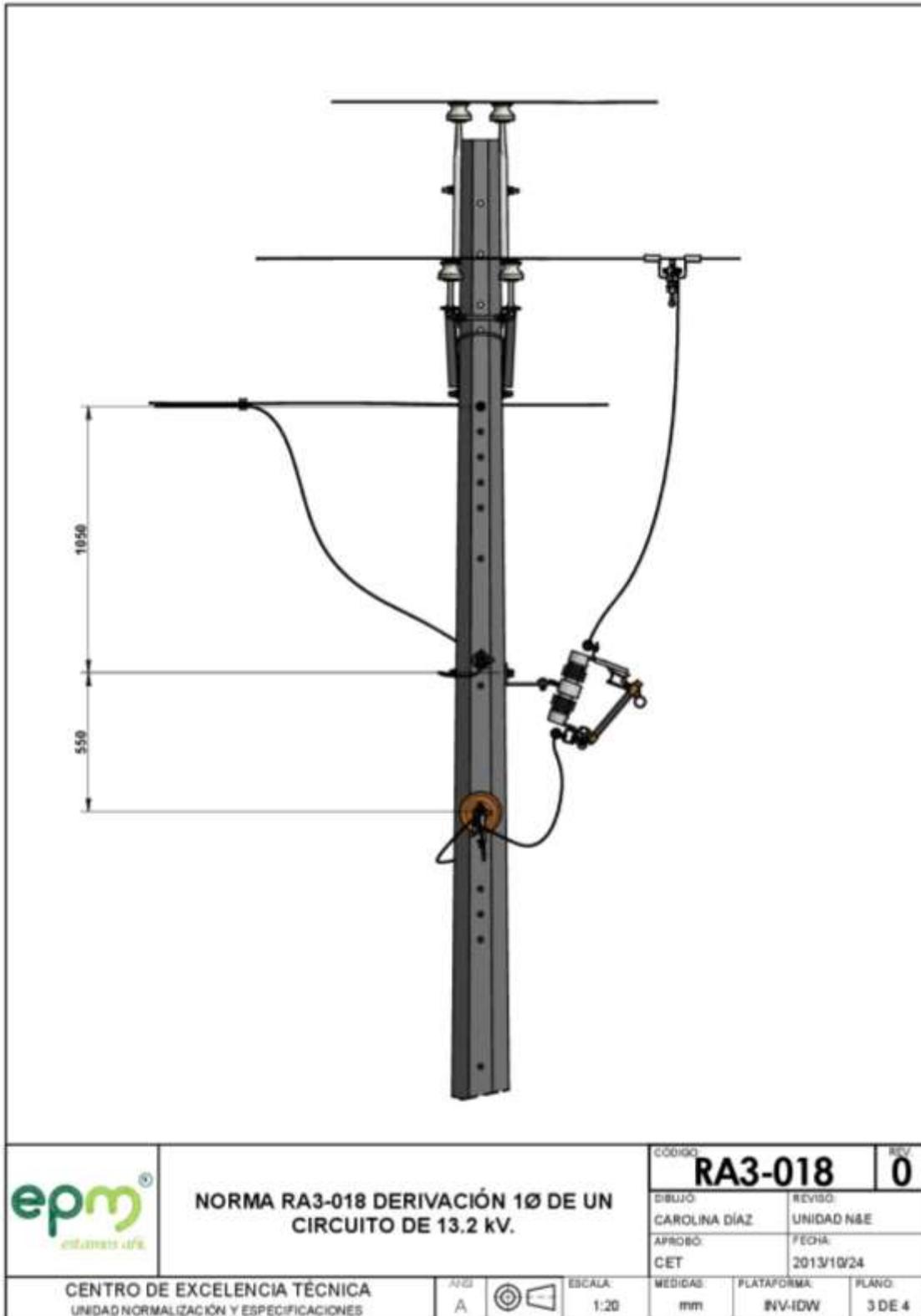
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.



Fuente: EPM E.S.P.

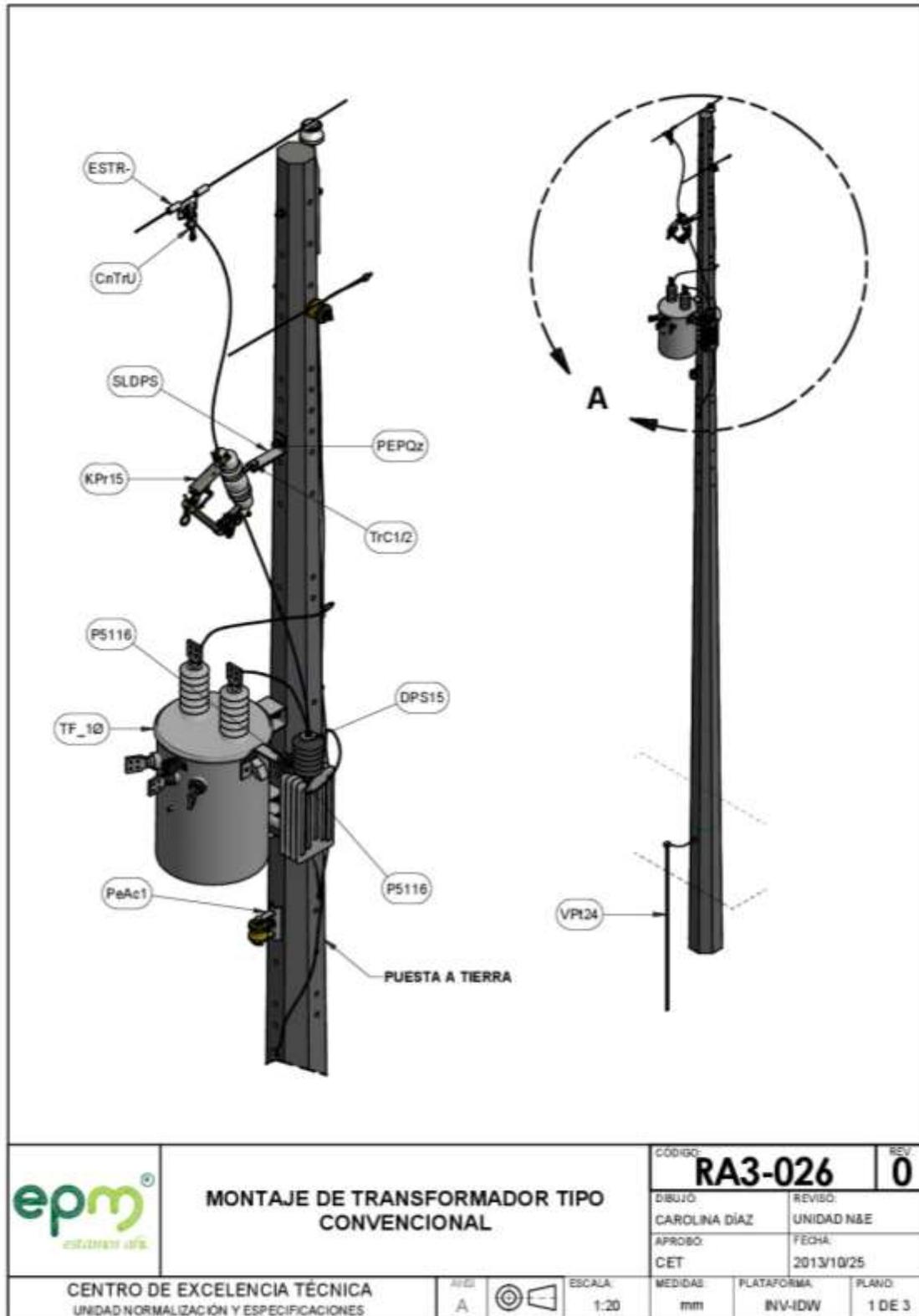
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

LISTA DE MATERIALES						
CÓDIGO NEMOTÉCNIC	CANT.	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	COD. OW-VERSION	COD. OW-COSTO	
GrTR	4	GRAPA TERMINAL ACSR 20-296.9 - AL+AC GALV. CON ESTRIBO	RA7-024	92458	71512	
ASP15	4	ASLADOR SUSPENSO 13.2 KV 165 mm - PORCELANA CLASE AS-1	RA7-011	92237	1811	
TxQ4	4	TUERCA DE OJO 5/8 IN ACERO GALVANIZADO - 11 PASOS IN	RA7-003	92279	10699	
KP15	1	CAJA PRIMARIA 15.2KV	N/A	92249	10018	
SLDP5	1	SOPORTE EN L CORTACIRCUITOS Y PARARRAYOS	RA7-053	95698	95697	
TxC1Q	1	TORNILLO CARRUAJE PARA CAJAS PRIMARIAS	RA7-001	98943	98942	
ESTR	2	ESTRIBO	RA6-009	N/A	N/A	
CxTAU	2	CONECTOR TRANSVERSAL UNIVERSAL	RA7-079	92262	10219	
CxCDC	1	CONECTOR COMPRESION DERIVACION EN C COBRE	RA7-038	92261	7762	
F3B18	4	TORNILLO DE 15.2x50.8 mm	RA7-001	1275	92217	
PE-Q2	2	PERNO ESPACIADOR 15.9 x 254 mm	RA7-001	92223	1341	
PEPQ2	4	PERNO ESPACIADOR 15.9 x 254 mm	RA7-001	92223	1341	
PEPTO	2	PERNO ESPACIADOR 15.9 x 305 mm	RA7-001	92224	1342	

	NORMA RA3-018 DERIVACIÓN 1Ø DE UN CIRCUITO DE 13.2 KV.	CÓDIGO	RA3-018	REV.	0					
		DIBUJO	CAROLINA DÍAZ	REVISO	UNIDAD N&E					
		APROBO	CET	FECHA	2013/10/24					
CENTRO DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ETG	A	ESCALA	SIN	MEDIDAS	mm	PLATAFORMA	INV-IDW	PLANO	4 DE 4

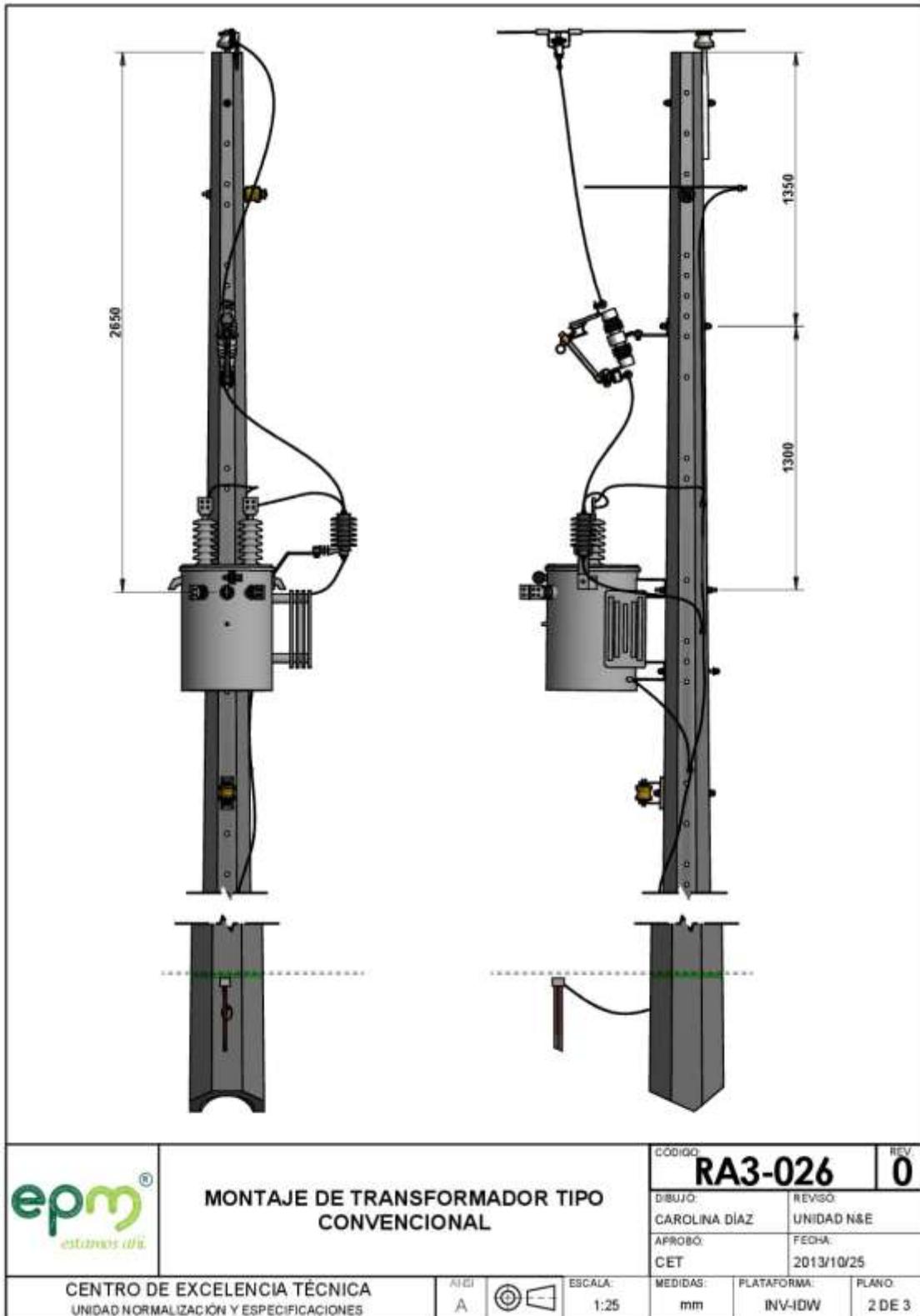
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

LISTA DE MATERIALES						
COD. NEMOTÉCNICO	CANT.	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	COD. OW-VERSION	COD. OW-COSTO	
ESTR-	1	ESTRIBO	RA6-006	N/A	N/A	
KPr15	1	CAJA PRIMARIA 15.2KV	N/A	92248	10018	
CnCDc	4	CONECTOR COMPRESION DERIVACION EN C COBRE	RA7-030	92241	7702	
DPS15	1	DPS	RA7-108	92280	11034	
TF_1Ø	1	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO	RA7-060	91248	85528	
CnTrU	1	CONECTOR TRANSVERSAL UNIVERSAL	RA7-079	92262	10219	
PaAs1	1	PERCHA AGANALADA DE 1 PUESTO	RA7-019	92298	18240	
SLOPS	1	SOPORTE EN L CORTACIRCUITOS Y PARARAYOS	RA7-053	95698	85697	
TxC1Q	1	TORNILLO CARRUAJE PARA CAJAS PRIMARIAS	RA7-001	98643	98642	
VP24	2	VARILLA PUESTA A TIERRA 2400mm	RA7-017	92654	71443	
P5116	1	TORNILLO DE 15.9x50.8 mm	RA7-001	1275	92217	
PEPQz	2	PERNO ESPACIADOR 15.9 x 254 mm	RA7-001	92223	1341	
PEPQz	3	PERNO ESPACIADOR 15.9 x 305 mm	RA7-001	92224	1342	

NOTAS:

1. Dimensiones en milímetros.
2. Dejar suficiente longitud de rosca en el espaciador para alojamiento de un futuro transformador.
3. Si el transformador tiene solo un usuario deberá colocarse la percha de retención a la red secundaria.
4. El cortacircuitos se debe colocar respetando la distancia de seguridad y en posición que facilite su maniobrabilidad.
5. Todos los transformadores de distribución deberán tener protegidos sus bujes secundarios con una cubierta plástica, chaqueta termocontráctil o autofundente para evitar vulnerabilidad al fraude.
6. Consultar especificaciones técnicas y características técnicas garantizadas de EPM.
7. DPS: Dispositivo de Protección para Sobretensiones.

	MONTAJE DE TRANSFORMADOR TIPO CONVENCIONAL	CODIGO: RA3-026	REV: 0		
		DIBUJO: CAROLINA DÍAZ	REVISO: UNIDAD N&E		
		APROBO: CET	FECHA: 2013/10/25		
CENTRO DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ESCALA: A	ESCALA: N/A	MEDIDAS: mm	PLATAFORMA: INV-IDW	PLANO: 3 DE 3

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

3) ACCESORIOS

a) AMORTIGUADORES

 CENS Grupo eprg	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	NORMA: CNS-NT-11-22
CAPITULO 11		
<p>11.22.5. AMORTIGUADOR STOCKBRIDGE</p> <p>11.22.5.1. Requisitos de Fabricación</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Requisitos y especificaciones según NTC 3524. ❖ El conjunto del amortiguador, incluida su grapa, está diseñado para evitar una excesiva radio-interferencia, cuando se utilice con los conductores. ❖ El amortiguador está libre de defectos o imperfecciones tales como bordes cortantes, grietas y excesivas rugosidades. ❖ La grapa de sujeción permite la instalación del amortiguador, sobre el tipo de conductor y calibre especificado. Los puntos de sujeción del conductor tienen bordes internos redondeados. ❖ La grapa de sujeción facilidad para el montaje en altura mediante el uso de herramientas estándar para trabajo en caliente (línea viva). ❖ La grapa de sujeción estando abierta, parte de la grapa sostiene el peso del amortiguador. (Durante el montaje) ❖ El ensamble cable - contrapeso no varía más de 5° por encima o por debajo del eje horizontal. ❖ Las superficies de los contrapesos son lisas y los bordes redondeados para reducir el efecto corona. ❖ Los contrapesos deben contar con agujeros de drenaje que impidan la acumulación de agua. ❖ El diseño de los contrapesos deberá estar de acuerdo con la frecuencia de resonancia deseada. ❖ La longitud del tornillo permite que ninguna parte de la grapa se desensamble cuando se abre para montar el amortiguador al conductor. ❖ El agujero donde entre el tornillo es pasante y roscado a través de toda su longitud. ❖ Torque óptimo de apriete del tornillo según lo estipulado por el fabricante, el mínimo debe ser según la Tabla 7 a continuación: 		
ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS
FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 21 de 110

180

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

 CAPITULO 11	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	NORMA: CNS-NT-11-22
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	

Torques de apriete		
Según tamaño del tornillo		
milímetros	(pulgadas)	kg - cm
10	(3/8)	200
12	(1/2)	300
16	(5/8)	600

Tabla 7. Torque de Apriete para los Tornillos de los Amortiguadores STOCKBRIDGE

Los elementos que componen el Amortiguador STOCKBRIDGE se muestran a continuación:

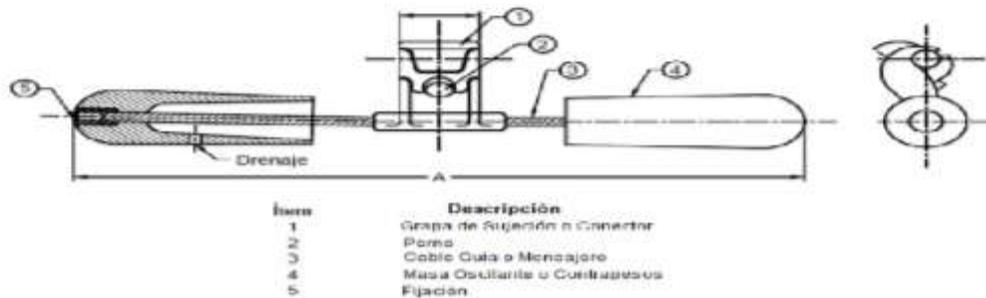


Figura 4. Amortiguador stockbridge

11.22.5.2. Diseño y Selección

El tamaño nominal del amortiguador se define como el peso en libras del par de contrapesos unidos por el cable guía, pero excluyendo el peso del cable y la grapa. Dicho peso y el conductor para el cual se usan según este peso se indica en la Tabla 8.

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 22 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
CAPITULO 11	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES
	NORMA: CNS-NT-11-22

Tamaño nominal	Peso del par de contrapesos		Diámetro "d" del conductor pulgadas (milímetros) para el cual se usan		Rango de cables AWG - ACSR
	libras (kg)	Peso libra (kg)	Máximo	Mínimo	
20 (9.1)	19.5 (8.85)	23 (10.44)	1.551 (39.39)	1.602 (40.69)	1 780 (84/19)
18 (8.2)	17.5 (7.95)	21 (9.53)	1.301 (33.03)	1.550 (39.37)	1 192 (45/7), 1 590 (54/19)
16 (7.3)	15.5 (7.04)	19 (8.63)	1.141 (28.97)	1.300 (33.02)	1 033.5 (45/7), 1 113.5 (54/19)
14 (6.4)	13.5 (6.13)	17 (7.72)	0.971 (24.65)	1.140 (28.96)	605 (30/19), 795 (26/7)
12 (5.5)	11.4 (5.22)	14 (6.36)	0.831 (21.09)	0.970 (24.64)	477 (18/1), 605 (54/7)
10 (4.5)	9.75 (4.43)	12 (5.45)	0.701 (17.79)	0.830 (21.08)	336.4 (26/7), 477.0 (18/1)
8 (3.6)	7.75 (3.52)	10 (4.54)	0.591 (15.00)	0.700 (17.78)	266.8 (18/1), 336.4 (18/1)
6 (2.7)	5.75 (2.61)	8 (3.63)	0.472 (11.97)	0.590 (14.99)	3/0 (6/1), 4/0 (6/1)
4 (1.8)	3.75 (1.70)	5 (2.27)	0.391 (9.92)	0.471 (11.96)	1/0 (6/1), 2/0 (6/1)
3 (1.4)	2.75 (1.25)	4 (1.82)	0.329 (8.34)	0.390 (9.91)	1/4"-3/8" Acero, # 1 (6/1), 1/0 (6/1)
2 (0.9)	1.75 (0.79)	3 (1.36)	0.261 (6.62)	0.328 (8.33)	# 2 (6/1)
1.5 (0.7)	1.25 (0.57)	2.5 (1.14)	0.216 (5.49)	0.260 (6.60)	# 4 (6/1)

Tabla 8. Amortiguadores de Vibración tipo Stockbridge

11.22.5.3. Número de Amortiguadores de Vibración tipo Stockbridge

La intensidad de la vibración depende directamente de la configuración del terreno sobre el cual se encuentra la línea. Véase la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Los mayores daños ocurren en las líneas que atraviesan regiones planas y abiertas.

Un estudio típico es el realizado por Liberman y Krukov, quienes por métodos estadísticos y observaciones a lo largo de muchos años obtuvieron los datos consignados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 23 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	NORMA: CNS-NT-11-22
CAPITULO 11		

Protección del conductor recomendada para la tensión media de trabajo			
Tensión media del conductor	Superior A	Entre	Inferior A
Conductor ACSR	5 kg/mm ² (49 N/mm ²)	4 kg/mm ² – 5 kg/mm ² (39 N/mm ² – 49 kg/mm ²)	4 kg/mm ² (39 N/mm ²)
Conductor de cable de guarda en acero	22 kg/mm ² (216 N/mm ²)	18 kg/mm ² – 22 kg/mm ² (176 N/mm ² – 216 N/mm ²)	18 kg/mm ² (176 N/mm ²)
Conductor de cobre	11 kg/mm ² (108 N/mm ²)	10 kg/mm ² – 11 kg/mm ² (98 N/mm ² – 108 N/mm ²)	10 kg/mm ² (98 N/mm ²)
Condiciones del terreno donde se encuentra la línea	Vano (m)	Cantidad de amortiguadores en cada extremo del vano	
En cualquier terreno	500 – 1 000	4	4
Terreno abierto, plano o levemente ondulado	150 – 500	2	1
	75 – 150	1	1
Terrenos accidentados con pocos árboles o arbustos	100 – 500	1	
a) Áreas de bosques cuya altura sobrepasa los puntos de suspensión de los conductores	Independiente del vano	No requiere de producción	
b) Línea que va a lo largo de un valle, en montañas o en el fondo del valle			

Tabla 9. Número de amortiguadores según característica del terreno

Nota. Tensión media de trabajo = T/S
Dónde:
T = carga mecánica a la que se somete el conductor (kg)
S = sección conductor (mm²)

11.22.5.3.1. Localización de los Amortiguadores

La posición óptima del amortiguador a partir del lugar indicado en la Figura 5:Figura 5. Localización de los **amortiguadores STOCKBRIDGE**, según el tipo de grapa, se calcula como 0,8 a 0,9 de la longitud de la media onda, correspondiente a la frecuencia más alta dentro de la faja peligrosa.

Esto garantiza que el amortiguador nunca sea ineficiente, es decir, que nunca caiga en un nodo para cualquiera de las frecuencias dentro de la faja peligrosa.

En el caso de más de un amortiguador a cada lado del vano, es común colocar los demás con el espacio igual a la distancia del primero a la grapa en cuestión.

Sin embargo, la experiencia muestra que, en casos de vanos extremadamente largos, se pueden utilizar hasta tres amortiguadores de cada lado del vano, ya que un número mayor es poco eficaz, aunque suele colarse por precaución.

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 24 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

 CAPITULO 11	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	NORMA:
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	CNS-NT-11-22

$$S_1 = 0,85 \frac{\lambda}{2} \text{ minimo} = 0,0013 d \sqrt{\frac{T}{W}}$$

$$S_2 = 0,0022 d \sqrt{\frac{T}{W}}$$

Dónde:

- S1 = distancia entre la grapa y el primer amortiguador (m).
- S2 = distancia entre la grapa y el segundo amortiguador (m).
- d = diámetro del conductor (mm).
- T = carga mecánica media de trabajo del conductor (kg).
- W = peso del conductor (kg/m).

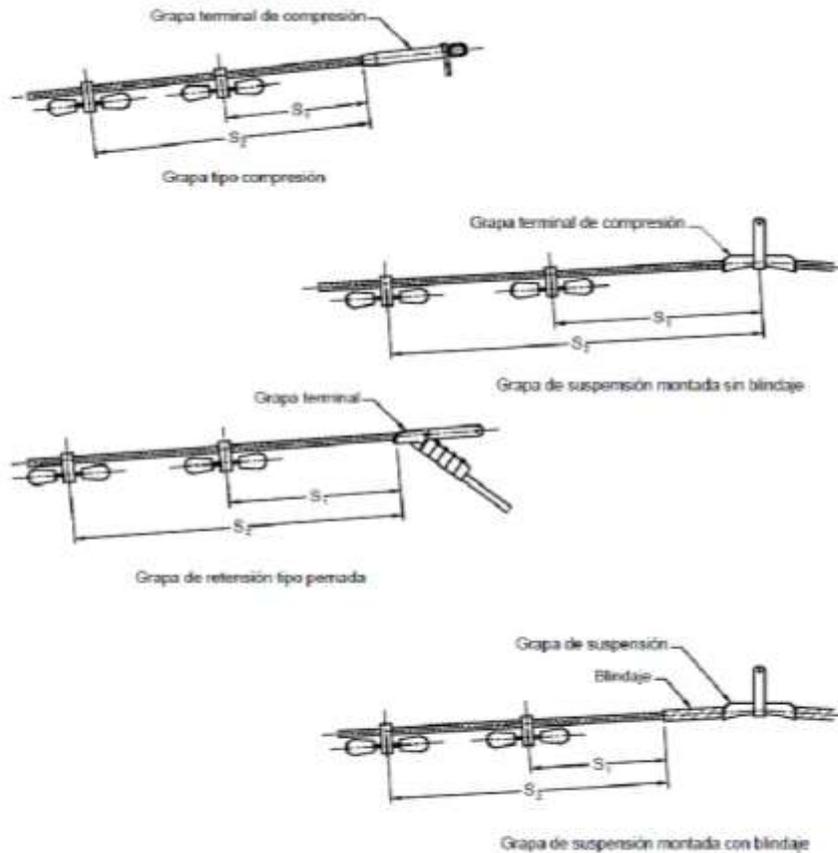


Figura 5. Localización de los amortiguadores STOCKBRIDGE

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 25 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CAPITULO 11	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES

NORMA: CNS-NT-11-22

11.22.5.4. Requisitos del Material

Grapa de sujeción: Es de aleación de aluminio de alta resistencia 356 T6, libre de porosidades, grietas, rebabas o aristas cortantes.

Cable guía o mensajero: En acero galvanizado, con alta resistencia a la fatiga y a la deformación permanente (buena deformación elástica).

Contrapesos: De hierro nodular galvanizado en caliente u otro material ferroso, resistente a la corrosión.

Tornillería y arandela de presión: De acero galvanizado o acero inoxidable.

11.22.5.5. Requisitos del Galvanizado

- ❖ Cable guía o mensajero: De acuerdo con la norma ASTM A475.
- ❖ Galvanizado de contrapesos, tornillería y arandela de presión:
- ❖ El espesor y el peso del recubrimiento de cinc es mínimo Clase C de acuerdo a la norma NTC 2076 o ASTM A153/A153M

11.22.6. ÁNGULOS, BAYONETAS, CRUCETAS Y DIAGONALES

11.22.6.1. Requisitos de Fabricación

- ❖ Requisitos y especificaciones según la norma NTC 2616.
- ❖ Los Ángulos, Bayonetas, Crucetas y Diagonales fabricados a partir de una sola pieza.
- ❖ Los Ángulos, Bayonetas, Crucetas y Diagonales libres de dobleces y rebabas en la zona de corte, perforadas o punzadas.
- ❖ Los Ángulos, Bayonetas, Crucetas y Diagonales libres de soldaduras, deformaciones, fisuras, aristas cortantes, protuberancias, bordes cortantes y defectos de laminación.
- ❖ El doblado y el perforado de los perfiles se deben efectuar antes del galvanizado.
- ❖ El diámetro de los agujeros es de 1,6 mm (1/16 de pulgada) mayor que el diámetro nominal del perno o elemento de fijación.
- ❖ El doblamiento de las diagonales angulares y en V debe realizarse en caliente.
- ❖ Clasificación:

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 26 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

 CAPITULO 11	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	NORMA: CNS-NT-11-22
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	

Dimensiones dadas antes del galvanizado.	SI	SI () - NO ()
Material		
Acero fundido o forjado con designación SAE 1030 de acuerdo a la norma NTC 422 y la NTC 2995.	SI	SI () - NO ()
Galvanizado		
Galvanizado por inmersión en caliente después de la fabricación de acuerdo a la norma NTC 2076 o ASTM A153/A153M.	SI	SI () - NO ()
El cinc utilizado para el recubrimiento es mínimo de "alto grado (Z15001)" de acuerdo a la norma NTC 1054 o ASTM B6-12.	SI	SI () - NO ()
El espesor y el peso del recubrimiento de cinc para los adaptadores ojal bola es mínimo Clase C de acuerdo a la norma NTC 2076 o ASTM A153/A153M.	SI	SI () - NO ()
Los adaptadores ojal bola están libres de burbujas, áreas sin recubrimiento, depósitos de escoria, manchas negras, escoriaciones y excesos puntuales de cinc.	SI	SI () - NO ()
Ensayos		
Ensayos aplicados a los adaptadores ojal bola según la norma NTC 3735 o NTC 2995.	SI	SI () - NO ()
Ensayos aplicados al galvanizado según las normas NTC 2076 o ASTM A153/A153M o NTC 3981 o NTC 3241.	SI	SI () - NO ()
Rotulado		
El rotulado cumple con la norma NTC 2995.	SI	SI () - NO ()

Tabla 18. Adaptador Ojal Bola

Descripción Técnica	Solicitado por CENS	Garantizado por el Fabricante
Fabricación		
Cumple requisitos y especificaciones según NTC 3524.	SI	SI () - NO ()
Cumple requisitos expuestos en la figuras 4 y 5.	SI	SI () - NO ()
El conjunto del amortiguador, incluida su grapa, está diseñado para evitar una excesiva radiointerferencia, cuando se utilice con los conductores.	SI	SI () - NO ()
El amortiguador está libre de defectos o imperfecciones tales como bordes cortantes, grietas y excesivas rugosidades.	SI	SI () - NO ()
Los amortiguadores deben entregarse totalmente ensamblados.	SI	SI () - NO ()
La distancia "S" se calcula según la NTC 3524.	SI	SI () - NO ()
Consigne la distancia "S" del amortiguador ofertado es:		
Amortiguador Stockbridge para cable ACSR #1/0	SI	
Amortiguador Stockbridge para cable ACSR #2	SI	

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 84 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CAPITULO 11	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	NORMA: CNS-NT-11-22
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	

Descripción Técnica	Solicitado por CENS	Garantizado por el Fabricante
Fabricación		
Amortiguador Stockbridge para cable ACSR #2/0	SI	
Amortiguador Stockbridge para cable ACSR #4/0	SI	
Grapa de sujeción		
Es de aleación de aluminio de alta resistencia 356 T6, libre de porosidades, grietas, rebabas o aristas cortantes.	SI	SI () - NO ()
Permite la instalación del amortiguador, sobre el tipo de conductor y calibre especificado. Los puntos de sujeción del conductor tienen bordes internos redondeados.	SI	SI () - NO ()
Facilidad para el montaje en altura mediante el uso de herramientas estándar para trabajo en caliente (línea viva). En caso de herramienta especial debe ser suministrada.	SI	SI () - NO ()
Estando abierta, parte de la grapa sostiene el peso del amortiguador.(Durante el montaje)	SI	SI () - NO ()
Cable guía o mensajero		
En acero galvanizado, con alta resistencia a la fatiga y a la deformación permanente (buena deformación elástica).	SI	SI () - NO ()
El ensamble cable -contrapeso no varía más de 5° por encima o por debajo del eje horizontal	SI	SI () - NO ()
El galvanizado de acuerdo con la norma ASTM A475.	SI	SI () - NO ()
Contrapesos		
Son de hierro nodular galvanizado en caliente u otro material ferroso, resistente a la corrosión.	SI	SI () - NO ()
Sus superficies son lisas y los bordes redondeados para reducir el efecto corona.	SI	SI () - NO ()
Cuentan con agujeros de drenaje que impidan la acumulación de agua.	SI	SI () - NO ()
El diseño de los contrapesos deberá estar de acuerdo con la frecuencia de resonancia deseada.	SI	SI () - NO ()
Tornillería y arandela de presión		
De acero galvanizado o acero inoxidable.	SI	SI () - NO ()
La longitud del tornillo permite que ninguna parte de la grapa se desensamble cuando se abre para montar el amortiguador al conductor.	SI	SI () - NO ()
El agujero donde entre el tornillo es pasante y roscado a través de toda su longitud.	SI	SI () - NO ()
Torque óptimo de apriete del tornillo deberá ser estipulado por el fabricante.	SI	SI () - NO ()
Cumple torque mínimo según tamaño del tornillo de acuerdo a la NTC 3524.	SI	SI () - NO ()
Galvanizado de contrapesos, tornillería y arandela de presión.		
Galvanizado por inmersión en caliente después de la fabricación de acuerdo a la norma NTC 2076 o ASTM A153/A153M.	SI	SI () - NO ()
El cinc utilizado para el recubrimiento es mínimo de "alto grado (Z15001)" de acuerdo a la norma NTC 1054 o ASTM B6-12.	SI	SI () - NO ()

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 85 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

 CENS Grupo eprj	CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER	
	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HERRAJES	NORMA: CNS-NT-11-22
CAPITULO 11		

Descripción Técnica	Solicitado por CENS	Garantizado por el Fabricante
Fabricación		
El espesor y el peso del recubrimiento de cinc son mínimo Clase C de acuerdo a la norma NTC 2076 o ASTM A153/A153M.	SI	SI () - NO ()
Ensayos		
Ensayos aplicados a los amortiguadores según NTC 3524.	SI	SI () - NO ()
Ensayos aplicados al galvanizado según NTC 2076 o ASTM A153/A153M.	SI	SI () - NO ()
Ensayos aplicados a los tornillos y arandelas según Norma NTC 2806.	SI	SI () - NO ()
Rotulado		
El rotulado cumple con la norma NTC 3524.	SI	SI () - NO ()

Tabla 19. Amortiguador Stockbridge

Descripción Técnica	Solicitado por CENS	Garantizado por el Fabricante
Fabricación		
Cumple requisitos y especificaciones según la norma NTC 2616.	SI	SI () - NO ()
Cumple requisitos expuestos en las figuras 6 a la 15.	SI	SI () - NO ()
Las crucetas, bayonetas y ángulos están libres de soldaduras, deformaciones, fisuras, aristas cortantes, protuberancias, bordes cortantes y defectos de laminación.	SI	SI () - NO ()
Las crucetas, bayonetas y ángulos están fabricados a partir de una sola pieza.	SI	SI () - NO ()
Dimensiones dadas antes del galvanizado.	SI	SI () - NO ()
Las crucetas, bayonetas y ángulos están libres de dobleces y rebabas en las zonas de corte, perforadas o punzadas.	SI	SI () - NO ()
El doblado y el perforado de los perfiles se deben efectuar antes del galvanizado.	SI	SI () - NO ()
El diámetro de los agujeros es de 1,6 mm (1/16 de pulgada) mayor que el diámetro nominal del perno o elemento de fijación.	SI	SI () - NO ()
Las crucetas, bayonetas y ángulos cumplen requisitos mecánicos según NTC 2616.	SI	SI () - NO ()
Las tolerancias en el ancho y en el espesor del perfil deben estar de acuerdo con la norma NTC 402.	SI	SI () - NO ()
Material		
Las crucetas, bayonetas y ángulos fabricados con acero estructural según NTC 1920 (para perfiles) o NTC 1985 (ASTM A572/A572M).	SI	SI () - NO ()
Galvanizado		
Galvanizado por inmersión en caliente después de la fabricación de acuerdo a la norma NTC 2076 o ASTM A153/A153M.	SI	SI () - NO ()
El cinc utilizado para el recubrimiento es mínimo de "alto grado (Z15001)" de acuerdo a la norma NTC 1054 o ASTM B6-12.	SI	SI () - NO ()

ELABORO: CET	REVISO: J.U. PROYECTOS	APROBO: J.U. PROYECTOS	FECHA DE APROBACION: FEBRERO-2015	VERSION: 3	PAGINA: 86 de 110
-----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---------------	----------------------

Fuente: CENS S.A. E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

b) TIERRAS

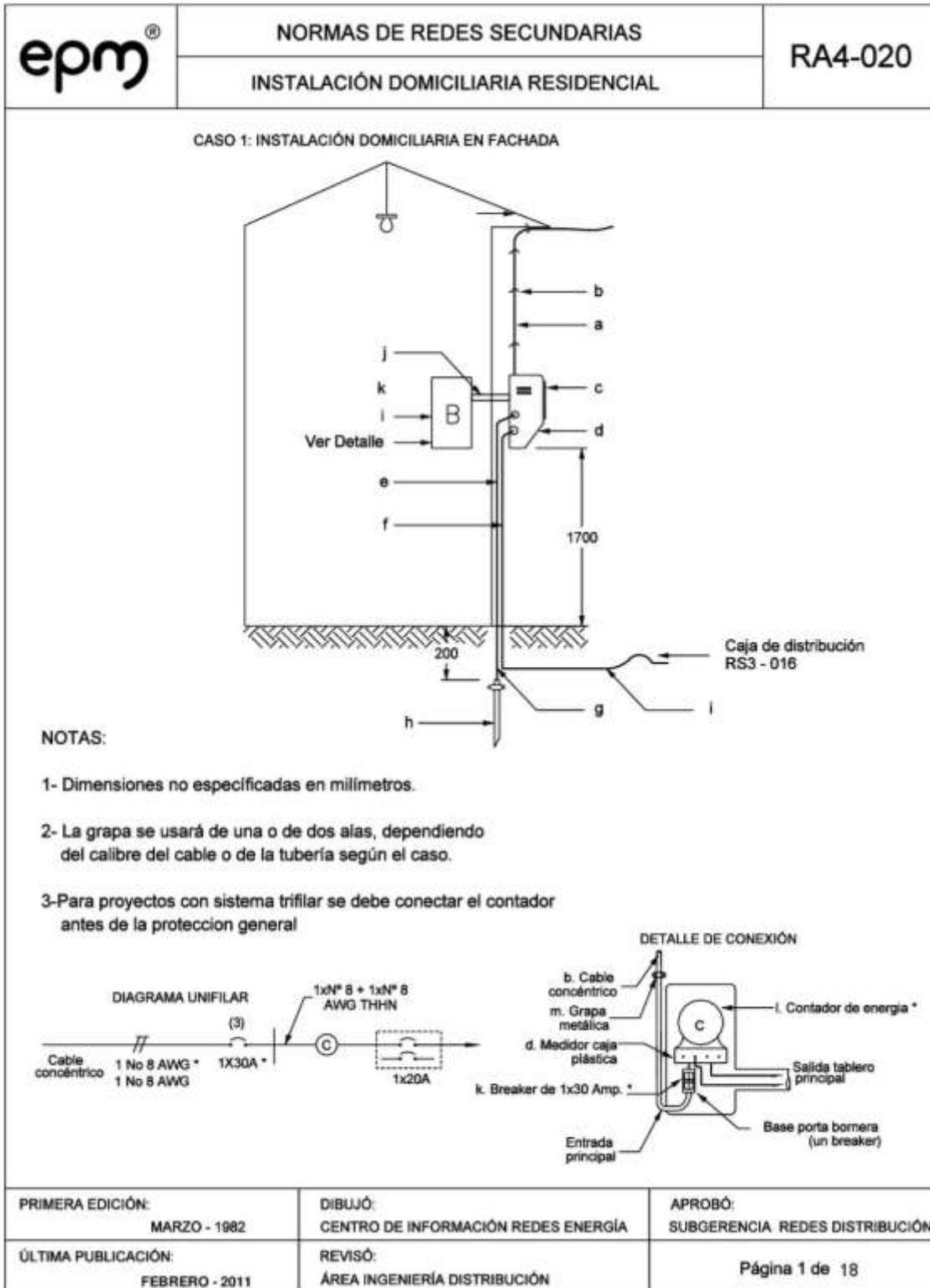
epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-017
	POSTE DE ACOMETIDA RURAL	

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	REFERENCIA	
d	Varilla para puesta a tierra (L= 2.40 m)	1	RA7-017	NOTAS: 1- Dimensiones en milímetros. 2- "x" debe ser mayor de 600 mm La varilla no debe quedar en el concreto. 3- Se debe garantizar una resistencia de tierra menor ó igual a 5 Ω. Si no se obtiene se debe reforzar por medio de mallas de tierra, varillas adicionales ó cualquier otro método que garantice este valor.
c	Alambre de cobre N°4 AWG.	8 m.		
b	Correa Plástica	1		
a	Conector de compresión tipo derivación (calibre según proyecto)	1	RA7-030	

PRIMERA EDICIÓN: OCTUBRE - 1986	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: MAYO - 1991	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA Y GESTIÓN	Página 1 de 1

Fuente: EPM E.S.P.

c) ACOMETIDAS



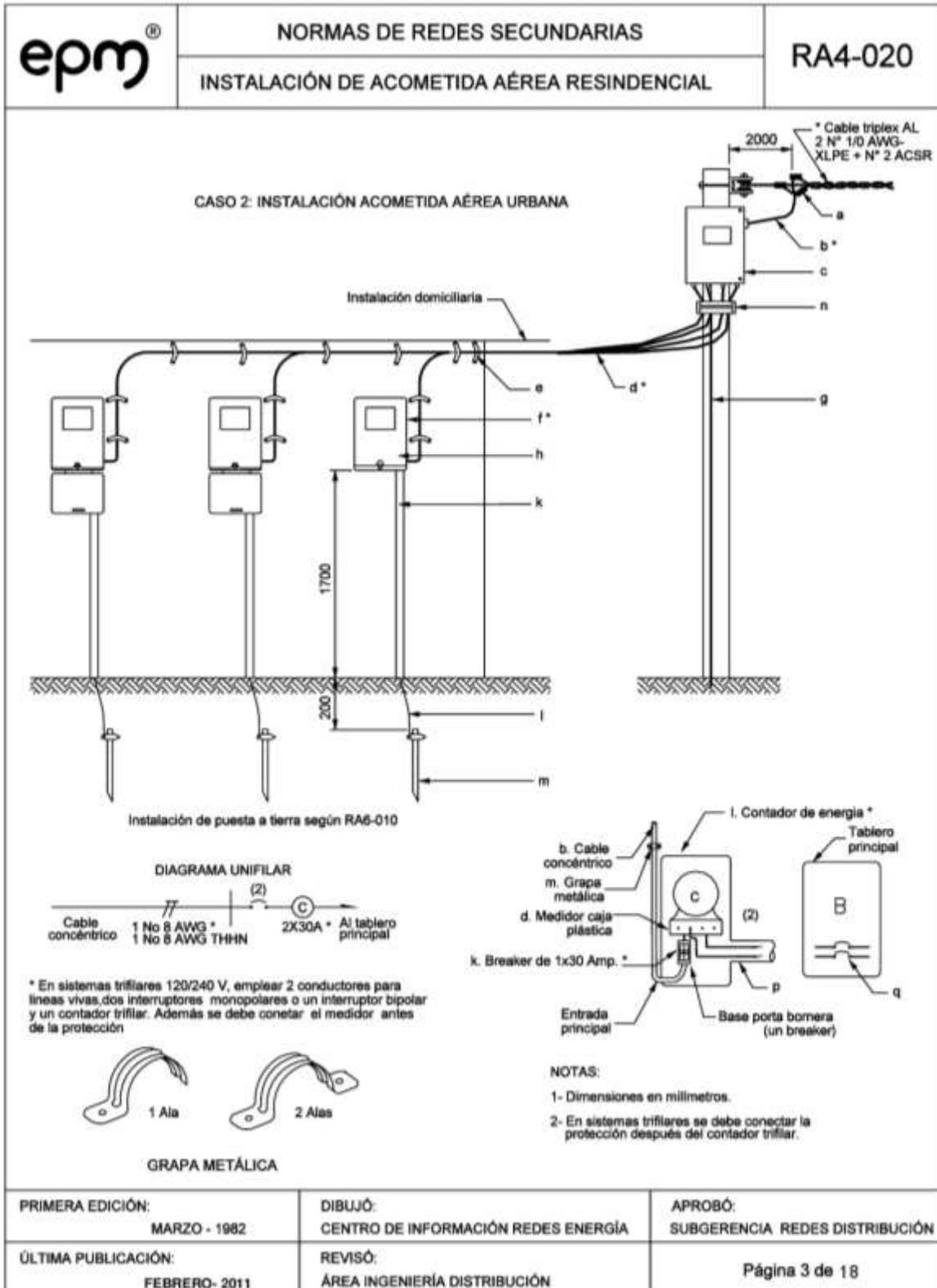
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm®	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL		
1. CASO 1: INSTALACIÓN DOMICILIARIA EN FACHADA			
La caja del medidor que se debe instalar de acuerdo a las características especificadas en la norma RA7-203. La conexión de la acometida aérea o subterránea a la red secundaria, se cubrirá con cinta autofundente y luego se cubrirá con cinta aislante.			
Cuando se trata de acometida aérea, el cable concéntrico se fijará a la fachada mediante grapas de una sola ala, tal como se detalla en esta norma.			
El calibre de las acometidas y las protecciones de las instalaciones residenciales en cada uno de los estratos deberá cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de acuerdo con la zona de demanda o estratificación:			
Tabla 1			
	CALIBRE ACOMETIDA (THW,Cu) AWG		PROTECCIÓN** (Amperios)
ZONA DE DEMANDA (estrato)	Línea Viva**	Neutro	
Baja baja (1)*	1No. 8	1No. 8	1 * 30
Baja (2)*	1No. 8	1No. 8	1 * 30
Media baja (3)*	1No. 8	1No. 8	1 * 30
Media (4)	1No. 8	1No. 8	1 * 30
Media alta (5)	1No. 8	1No. 8	1 * 40
Alta (6)	1No. 8	1No. 8	1 * 40
* En sistemas trifilares utilizar cable de cobre aislado con neutro concéntrico (2N°8+1N°8 AWG ó según proyecto)			
** En sistemas de distribución trifilares 120/240V utilizar dos interruptores termomagnéticos monopolares de 40 amperios ó según proyecto.			
A consideración de las EPM, se podrán aprobar proyectos de acometidas trifilares en calibre mínimo 2N°8+1N°8 AWG. Para estos, se deberán utilizar medidores de energía trifilares 120/240 voltios, 15(60) A. Cuando en un transformador se conecten dos (2) o más acometidas a la salida del barraje secundario, se colocará un medidor de energía electrónico monofásico, como integrador, según norma RA4 – 100.			
Cantidad de materiales caso 1:			
En la siguiente tabla se detalla los materiales. Ver figura página 1.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	NORMA
a.	Cable de cobre aislado con neutro concéntrico (1N°8+1N°8 AWG) ⁽¹⁾	(Según proyecto)	RA7-214
b.	Grapa metálica galvanizada de 3/8" tipo sencillo de una o de dos alas. ⁽²⁾	A criterio del interventor.	
c.	Medidor de energía monofásico bifilar 120V, 15 (60)A. ⁽²⁾	1	NTC-2288
d.	Caja hermética para medidor de energía	1	RA7-203
e.	Tubería de PVC de diámetro de ½" con una boquilla y contratuerca.	1.75m.	NTC-169
f.	Tubería de PVC de diámetro de 1" con una boquilla, contratuerca y un codo. (Cuando se use acometida subterránea)	(Según proyecto)	
g.	Alambre de cobre desnudo No 8 AWG.	2.7m.	NTC 2206- NTC 2050
h.	Varilla de puesta a tierra de longitud 2.40m.	1	NTC 2206- RA7-017
i.	Alambre de cobre AWG THHN (red subterránea)	(Según proyecto)	NTC 2050
j.	Tubería PVC de ½" y adaptadores	(Según proyecto)	RETIE
k.	Tablero eléctrico mínimo cuatro circuitos	1	RETIE
l.	Interruptor automático termo magnético	(Según proyecto)	RETIE
(1) En sistemas trifilares utilizar cable de cobre aislado con neutro concéntrico (2N°8+1N°8 AWG ó según proyecto).			
(2) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar un contador trifilar monofásico 120/240V, 15(60) Amperios, dos interruptores termomagnéticos monopolares de 40 amperios ó según proyecto.			
(3) En sistemas trifilares emplear grapa metálica galvanizada de 5/8"			
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN	
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 18	

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

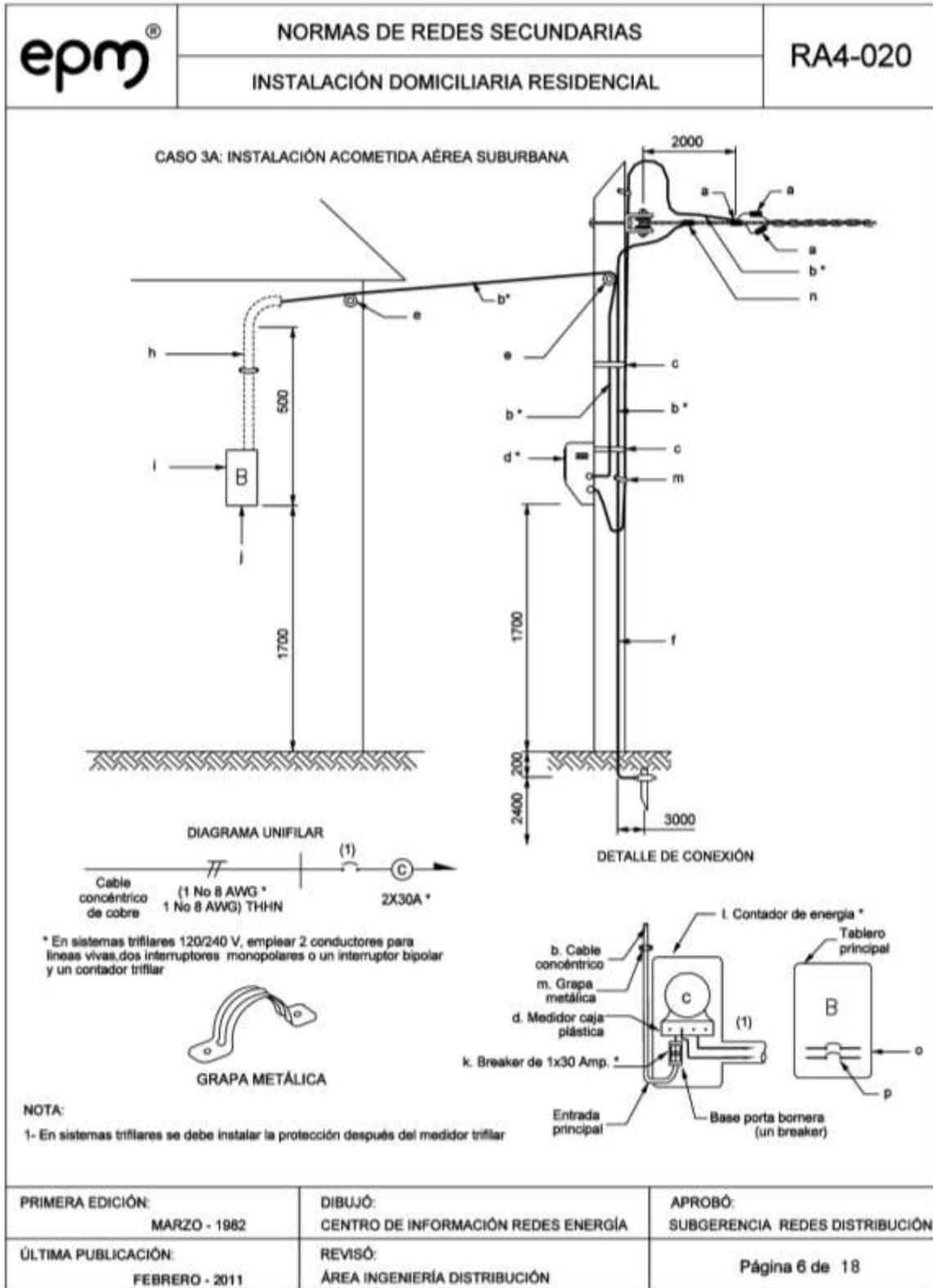
epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL	
2. CASO 2: INSTALACIÓN DE ACOMETIDA AÉREA URBANA		
<p>2.1 En el poste se colocará una caja portabornera tipo intemperie para derivar múltiples acometidas. La caja se seleccionará de acuerdo a la norma RA7-200.</p> <p>2.2 Para sistemas trifilares, el cable que se utilizará en la red secundaria y la caja portabornera será un cable triplex encajetado de cobre (Cu), calibre 2 * No. 4 + 1 No. 6 AWG – XLPE, 600V. La chaqueta exterior que cubre el cable triplex debe ser en polietileno (PE) duro, que permita evitar el robo de energía desde dicho punto.</p> <p>2.3 Se deben utilizar conectores de compresión tipo derivación de acuerdo con la norma NTC-2244 (NEMA CC1) adecuados para la conexión del cable de la red secundaria que normalmente es un cable triplex AL, 2 No. 1/0 AWG-XLPE, 600V + 1 No. 2 AWG-ACSR y el cable triplex que va a la caja portabornera que normalmente está construido en cable Cu, calibre 2 * No. 4 + 1 No. 6 AWG – XLPE, 600V. De todas formas el cable será del calibre indicado según la norma RA7-211. La conexión deberá aislarse utilizando cinta plástica y autofundente para las partes conductoras. Cuando existan balcones y terrazas cerca de dichos empalmes, EPM podrá exigir la instalación de crucetas voladas.</p> <p>2.4 La caja para alojar el medidor de energía se podrá instalar empotrada, embebida en cemento, o expuesta en la pared de la vivienda del usuario, en este último caso se debe rellenar el ladrillo, y sujetar la caja por medio de chazos plásticos y tornillos de 2 ½". Las dimensiones de dichas cajas deben cumplir con la norma RA7-203 establecida por las Empresas.</p> <p>2.5 El conductor de puesta a tierra de la acometida será alambre de cobre calibre No. 8 AWG, éste irá por tubería de PVC de ½", lisa o corrugada en forma expuesta o empotrada. Si la tubería va expuesta se debe asegurar al muro con grapas metálicas, de acuerdo con el numeral 250-94 NTC 2050 y el dibujo anexo a la presente norma.</p> <p>2.6 La varilla de puesta a tierra, de 2.40 metros, se instalará lo más cercano al paramento del usuario, evitando al máximo las curvas.</p> <p>2.7 La acometida se hará en cable concéntrico de un calibre mínimo de 1 No. 8 + 1 No. 8 AWG. El cable cumplirá con las características establecidas especificaciones y características garantizadas de EPM. Se deberá sujetar al techo o a la fachada, mediante grapas metálicas de ¾", usando tornillos golosos de 1" para asegurar en madera o chazo plástico con tornillo y usando taladro, para asegurar el concreto. Se debe garantizar que la grapa no dañe la chaqueta exterior ni permita el deslizamiento del cable. Cuando dos o más acometidas se deban sujetar por la fachadas, estas se deberán asegurar usando grapas múltiples o canastillas que agrupen las acometidas, también se deberán utilizar correas plásticas para agrupar las acometidas antes de llegar a las fachadas. A consideración de las EPM, se podrán aprobar proyectos de acometidas trifilares con cable concéntrico apantallado de calibre mínimo 2N°8+1N°8 AWG. Para estos, se deberán utilizar medidores de energía trifilares 120/240 voltios, 15(60) amperios e interruptores termomagnéticos de 40 amperios (ó según proyecto).</p> <p>2.8 Con el cable concéntrico se debe tener cuidado, ya que al retirar el aislamiento de dicho cable, los hilos que conforman el neutro son frágiles. Por lo tanto se debe utilizar una herramienta adecuada para pelar este tipo de cable.</p> <p>2.9 Se deben instalar grapas metálicas, una por cada metro de cable concéntrico instalado.</p>		
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERIA DISTRIBUCIÓN	Página 4 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

epm®	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL		
2.10 Cantidad de materiales Caso 2. En la siguiente tabla se detallan los materiales a utilizar cuando se realiza un trabajo de acometida aérea urbana.			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	NORMA
a.	Conectores de compresión tipo derivación	3	NTC-2244
b.	Cable triplex de Cu 2 No4+ No6 AWG XLPE	Según proyecto	
c.	Caja portabornera tipo intemperie para derivar múltiples acometidas.	1	RA7-200
d.	Cable de cobre aislado con neutro concéntrico (1N"8+1N"8 AWG) ⁽¹⁾	Según proyecto	NTC 1099, 307, 2356.
e.	Grapa metálica galvanizada de 3/8" tipo sencillo con una sola ala. ⁽⁴⁾	Según proyecto	
f.	Caja hermética tipo intemperie para alojar el medidor de energía.	1	RA7-203
g.	Puesta a tierra para cable de guarda (cable de cobre desnudo)	1	RA6-010
h.	Medidor de energía monofásico bifilar 120V, 15 (60) Amperios ⁽²⁾	1	NTC - 2288
i.	Base porta breaker con abrazadera tipo enchufable de 1 x 30A	1	UL-50 y 67
j.	Breaker o interruptor magnético monopolar de 30A ⁽³⁾	1	NTC - 2116
k.	Tubería de PVC de diámetro de 1/2" con una boquilla y contratuerca.	1.75m	NTC - 169
l.	Alambre de cobre desnudo No. 8 AWG	2.7m	NTC 2206 y 2050
m.	Varilla de puesta a tierra de longitud 2.40m	1	NTC 2206 y 2050 RA7-017
n.	Percha de un puesto acanalada	1	RA7-019
o.	Tablero eléctrico mínimo cuatro circuitos.	1	RETIE
p.	Tubería PVC de 1/2" y adaptadores	Según proyecto	RETIE
q.	Interruptor automático termo magnético tipo enchufable	Según proyecto	RETIE
<p>(1) En sistemas trifilares, utilizar cable de cobre aislado con neutro concéntrico (2N"8+1N"8 AWG ó según proyecto)</p> <p>(2) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar un contador monofásico trifilar 120/240 V, 15(60) amperios.</p> <p>(3) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar dos interruptores monopolares de 40 amperios (ó según proyecto).</p> <p>(4) En sistemas trifilares emplear grapa metálica galvanizada de 5/8".</p>			
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982		DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011		REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 5 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPFS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL	
3. CASO 3A: INSTALACIÓN DE ACOMETIDA AÉREA SUBURBANA		
<p>3.1 En aquellas estructuras secundarias desde donde se deriven las acometidas; se deberá dejar una distancia de 2.0m entre el poste y los conductores de fase de la línea trenzada, punto a partir del cual, se deben realizar los empalmes con el cable apantallado, tal como se indica en el dibujo.</p> <p>3.2 Se aceptarán tanto conectores de presión tipo "C" con cuña, según norma NTC-2244 ANSI C119.4, como conectores de compresión tipo H (o de dos ranuras) Norma RA7-030, adecuados para la conexión del cable de la red secundaria y el apantallado; se deberá colocar cinta autofundente y plástica para aislar las partes conductoras.</p> <p>3.3 La puesta a tierra se debe realizar como lo indica la norma RA6-010 con varilla de acero recubierta de cobre de 2.4m.</p> <p>3.4 El cable con neutro concéntrico de la acometida, será del tipo cobre aislado 1N°8+ 1N°8 AWG. Este se deberá sujetar al poste o torrecilla, mediante cinta de acero inoxidable de 5/8", o con la utilización de grapas metálicas galvanizadas en caliente, de dos orificios. En cualquiera de los casos se deberá garantizar que la cinta o la grapa no dañe la chaqueta exterior ni permita el deslizamiento del cable. En algunos casos (según proyecto), donde se utilice sistema trifilar la acometida será del tipo cobre aislado 2N°8+ 1N°8 AWG. A consideración de las EPM, se podrán aprobar proyectos de acometidas trifilares con cable concéntrico apantallado de calibre mínimo 2N°8+1N°8 AWG. Para estos, se deberán utilizar medidores de energía trifilares 120/240 voltios, 15(60) amperios e interruptores termomagnéticos de 40 amperios (ó según proyecto).</p> <p>3.5 Cuando en un transformador se conecten dos (2) o más acometidas; a la salida del barraje secundario, se colocará un medidor de energía electrónico de conexión directa 5(100) A, 240 V, 1 fase, 3 hilos, como integrador, de acuerdo con la norma RA4 - 100.</p> <p>3.6 La caja para interruptores termomagnéticos y la tubería de PVC ubicada en las viviendas se deben empotrar, resanando para uniformidad de la fachada.</p> <p>3.7 Las acometidas para transformadores que atienden un solo usuario se debe realizar directamente desde los bujes secundarios del transformador.</p> <p>3.8 Todos los materiales y su instalación deben cumplir con el RETIE y las especificaciones técnicas de las EPM.</p> <p>3.9 En la siguiente tabla se detallan los materiales a utilizar cuando se realiza un trabajo de acometida aérea rural, en áreas suburbanas:</p>		
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 7 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]		NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-020
		INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	NORMA	
a.	Conector derivación compresión tipo H: 2 A 14 ACSR	3	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
b*.	Cable de cobre aislado con neutro concéntrico (1N*8+1N*8 AWG) ⁽¹⁾	Aprox. 8 m.	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
c.	Cinta de acero inoxidable de 1/2" con hebilla.	3o	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
d.	Caja plástica hermética tipo intemperie para alojar medidor de energía monofásico con un breaker con knock out calibre (1N*8 +1N*8)	1	RA7-203	
e.	Aislador de porcelana tipo carrete de 54 mm clase 53.1 incluye , tornillo goloso de 5/8 " x 4" (105 mm.) cabeza grande con diámetro externo mayor de 23 mm	2	RA7-101	
f.	Cable de acero con recubrimiento de cobre No. 4 AWG para puesta a tierra de la red secundaria	1	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
h.	Tubería PVC conduflex de 1/2"	1 m	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
i.	Tablero eléctrico de 4 circuitos (con 2 barras para fase, una para neutro y 1 barra para tierra)	1	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
k.	Interruptor automático termomagnético 30 A, 120 V, 10 kA (1 polo) ⁽²⁾	1	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
l.	Medidor de energía monofásico bifilar 120V, 15 (60)A. ⁽³⁾	1	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
m.	Grapa metálica galvanizada 1/8" con dos orificios.	3	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
n.	Conector compresión derivación tipo H: 2- 6 ACSR AWG	1	Especificaciones técnicas garantizadas EPM	
p.	Tablero eléctrico mínimo cuatro circuitos	1	RETIE	
q.	Interruptor automático termo magnético enchufable	Según Proyecto	RETIE	

(1) En sistemas trifásicos utilizar cable de cobre aislado con neutro concéntrico (2N*8+1N*8 AWG ó según proyecto).

(2) En sistemas de distribución trifásicos 120/240V, utilizar dos interruptores monopolares de 40 amperios (ó según proyecto).

(3) En sistemas de distribución trifásicos 120/240V, utilizar un medidor trifilar monofásico 120/240V, 15(60) Amperios.

PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 8 de 18

197

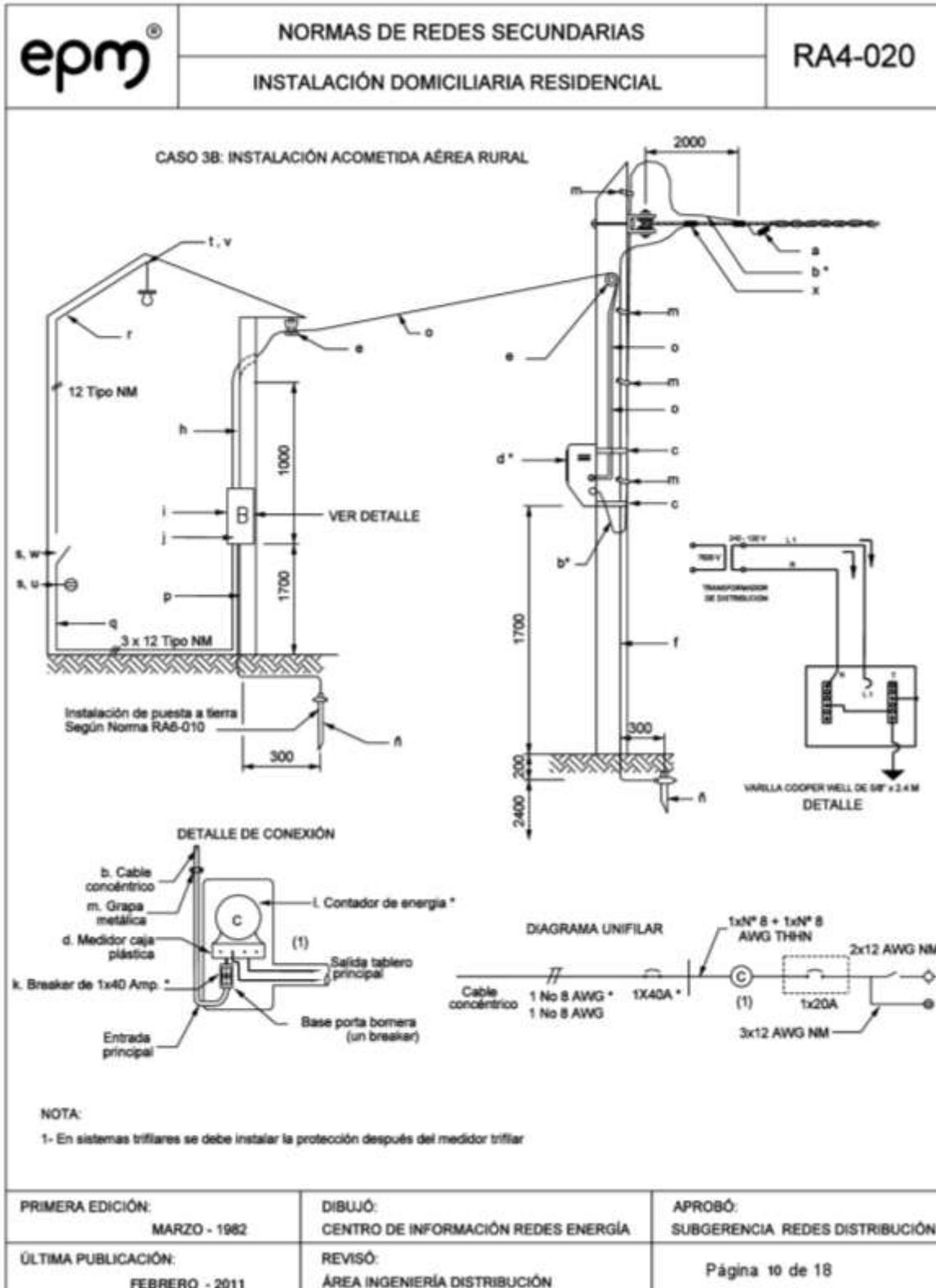
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL	
<p>Para el programa HV: Habilitación Vivienda, la instalación domiciliar interna básica deberá tener como mínimo los siguientes circuitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuito ramal de red interna para pequeños artefactos de cocina que consiste en el cableado interno en calibre 2 x N° 12 Tipo NM, un tomacorriente GFCI de 125 Voltios con 2 polos y conexión de puesta a tierra. • Circuito ramal de red interna para iluminación y tomacorrientes generales que consiste en el cableado interno en calibre 2 x N° 12 Tipo NM, cuatro salidas de iluminación, cuatro interruptores manuales de baja tensión; dos tomacorrientes dobles de 125 Voltios con 2 polos y conexión de puesta a tierra. • Un circuito para la conexión de plancha y lavadora de ropa, de capacidad no menor a 20A que consiste en el cableado interno en calibre 2 x N° 12 Tipo NM y una salida de tomacorriente proyectada de 125 Voltios con 2 polos y conexión de puesta a tierra. <p>El tablero general deberá ser como mínimo de tres (3) circuitos. El interruptor general termomagnético de 40 A. Para los circuitos, la protección deberá ser de 30A para el circuito de iluminación y tomacorrientes y de 20A para el circuito de pequeños artefactos de cocina y para el circuito de plancha y lavadora.</p>		
<p>1. Pequeños artefactos de cocina 2. Iluminación y tomacorrientes de uso general 3. Plancha y lavadora (Salida proyectada, incluye cableado)</p>		
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 9 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.



Fuente: EPM E.S.P.

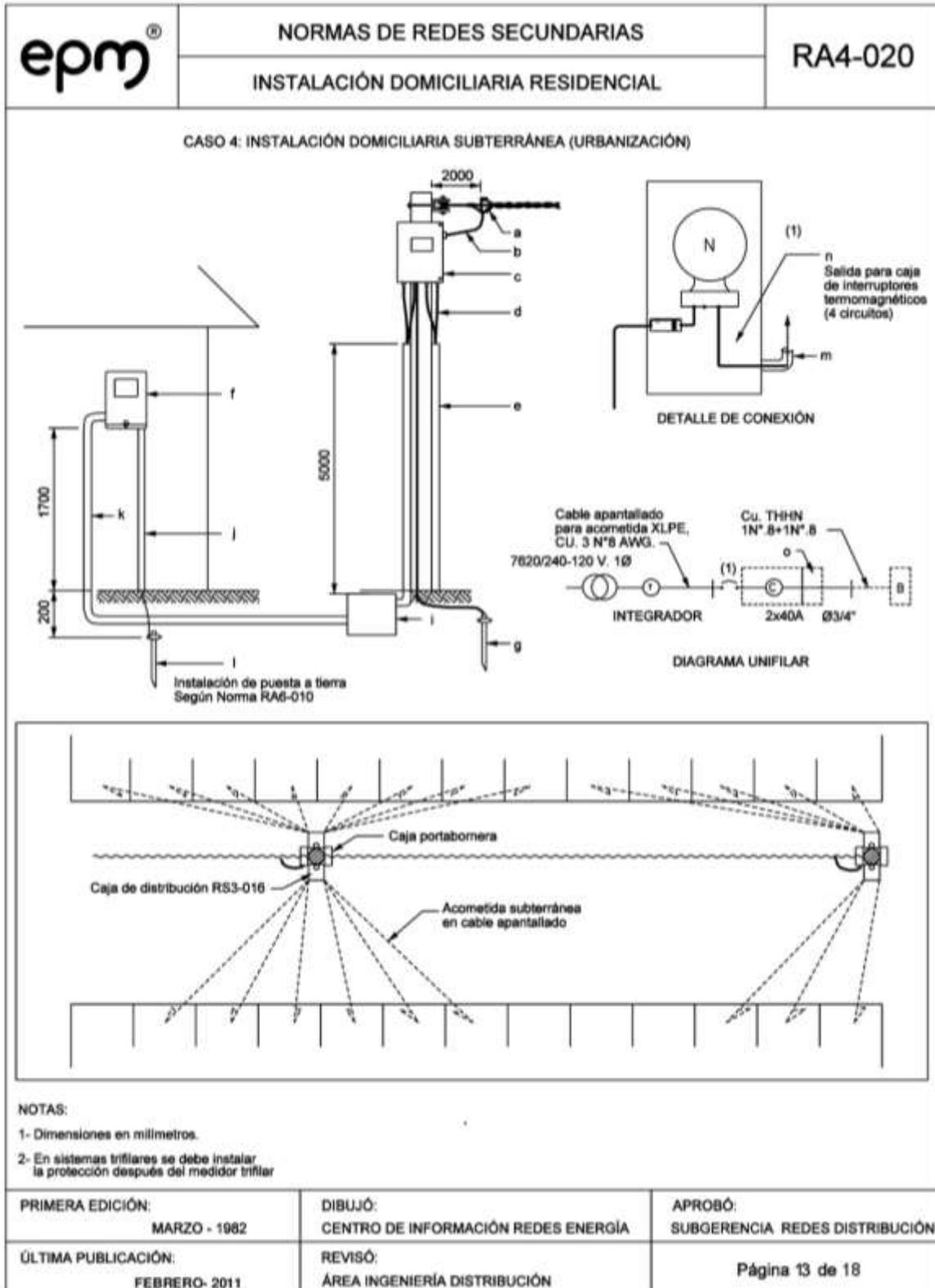
ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL	
3. CASO 3B: INSTALACIÓN DE ACOMETIDA AÉREA RURAL		
<p>3.1 Los transformadores de distribución que sirven a un solo usuario, deberán tener protegidos los bujes secundarios de fase, con una cubierta plástica, chaqueta termocontráctil o autofundente para evitar la vulnerabilidad al fraude de energía; en los transformadores con DPS (Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias) secundario, se debe tener la precaución de proteger el cable de conexión del DPS durante el proceso de la termocontracción de la cubierta plástica.</p> <p>3.2 Las acometidas para transformadores que atienden un solo usuario se debe realizar directamente en cable de cobre apantallado o concéntrico (1xN[°]8+1xN[°]8 o según proyecto) desde los bujes secundarios del transformador de distribución; la conexión de los hilos de neutro se deberá realizar con un conector tipo adaptador (terminal) de compresión que permita adaptar los hilos del neutro concéntrico del cable apantallado al conector ojo de presión del bome neutro secundario. Adicionalmente, utilizar manta o cubierta termocontráctil para los bujes secundario, como indica el numeral 3.1. A consideración de las EPM, se podrán aprobar proyectos de acometidas trifilares con cable concéntrico apantallado de calibre mínimo 2N[°]8+1N[°]8 AWG. Para estos, se deberán utilizar medidores de energía trifilares 120/240 voltios, 15(60) amperios e interruptores termomagnéticos de 40 amperios (6 según proyecto).</p> <p>3.3 Cuando en un transformador con capacidad menor o igual a 15 KVA se conecten dos (2) o más acometidas, se colocará un medidor electrónico de energía de acuerdo con la norma RA4-100.</p> <p>3.4 En aquellas estructuras secundarias desde donde se deriven las acometidas; se deberá dejar una distancia de 2.0 m. entre el poste y los conductores de fase de la línea trenzada, punto a partir del cual se deben realizar los empalmes con el cable apantallado, tal como se muestra en el dibujo.</p> <p>3.5 Se podrán utilizar tanto conectores de presión tipo "C" con cuña, según norma NTC-2244 ANSI C119.4, como de compresión de dos ranuras (Tipo H) según Norma RA7-030 y las Especificaciones Técnicas Garantizadas, adecuados para la conexión del cable de la red secundaria y el apantallado; se deberá colocar cinta autofundente y plástica para aislar las partes conductoras.</p> <p>3.6 Cuando los conductores de la acometida se deriven de un cable triplex, se deberá tener la precaución de realizar el balance de las cargas entre los conductores de fase.</p> <p>3.7 Toda la red interna de la instalación debe ir sobrepuesta en cable # 12 del tipo NM y contará con un tablero eléctrico de 4 circuitos con un interruptor termomagnético monopolar para un circuito de 20 A para iluminación y tomacorrientes de uso general. (Este circuito se dotará con: un tomacorriente doble con polo a tierra, un portalámparas de policarbonato, un interruptor manual sencillo y su conexionado correspondiente).</p> <p>3.8 La distancia entre el poste secundario y la varilla de puesta a tierra de la red debe ser de 30 cm.</p> <p>3.9 Todos los materiales y su instalación deben cumplir con el RETIE, las Especificaciones Técnicas (ET's) y las Características Técnicas Garantizadas (CTG's) de las EPM.</p> <p>3.10 La caja para interruptores termomagnéticos se colocará sobrepuesta y la red interna con cable tipo NM asegurado a la pared con grapas según especificaciones técnicas de EPM.</p> <p>3.11 La distancia del cable entre el último poste de la red secundaria y la fachada de la vivienda, debe ser tal que soporte las tensiones mecánicas entre esos dos puntos. Este cable no debe superar los 20 metros lineales. Si por alguna razón el desnivel del terreno entre el poste de la red y la fachada es alta esa distancia podrá ser inferior garantizando la soportabilidad mecánica de la instalación.</p> <p>3.12. Se debe garantizar la regulación de la instalación de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma RA8-025</p> <p>En la tabla siguiente, se detallan los materiales a utilizar en la acometida aérea rural:</p>		
PRIMERA EDICIÓN: MARZO – 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: DICIEMBRE 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 11 de 18

200

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL	
<p>4. INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA SUBTERRÁNEA (URBANIZACIÓN)</p> <p>4.1 En el poste se colocará una caja portabornera tipo intemperie para derivar múltiples acometidas. La caja se seleccionará de acuerdo a la norma RA7-200. Se debe tratar de copar la caja portabornera hasta el máximo posible de acometidas.</p> <p>4.2 El cable que se utilizará en la red secundaria y la caja portabornera será un cable tripolar forma circular con chaqueta, en Cu, calibre 2 * No. 4 + 1 No. 6 AWG – XLPE, 600V. La chaqueta exterior que cubre el cable tripolar debe ser en polietileno (PE).</p> <p>Se aceptarán conectores de compresión tipo "C" con cuña, según norma NTC-2244 ANSI C119.4, como de compresión de dos ranuras norma RA7-030 adecuados para la conexión del cable de la red secundaria y el cable tripolar que va a la bornera, se deberá colocar cinta plástica y autofundente para aislar las partes conductoras de acuerdo con la norma RA7-221 o las especificaciones técnicas garantizadas de EPM. Cuando existan balcones y terrazas cerca de dichos empalmes, EPM podrá exigir la instalación de crucetas voladas.</p> <p>La caja para alojar el medidor de energía norma RA7-203, se podrá instalar empotrada, embebida en cemento, o expuesta en la fachada de la vivienda del usuario, en este último caso se debe rellenar el ladrillo, y sujetar la caja por medio de chazos plásticos y tornillos de 2 ½". Las dimensiones de dichas cajas deben cumplir con la norma RA7-203 establecida por las Empresas.</p> <p>El conductor de puesta tierra de la acometida será alambre de cobre calibre No. 8 AWG, éste irá por tubería de PVC de ½", lisa o corrugada en forma empotrada.</p> <p>La varilla de puesta a tierra, de 2.40 metros, se instalará lo más cercano al paramento del usuario, evitando al máximo las curvas.</p> <p>El cable con neutro concéntrico de la acometida, será del tipo cobre aislado, de un <u>calibre mínimo</u> de 1*No.8 + 1*No.8 AWG. Este deberá ser canalizado en un tubo de acero galvanizado utilizado como bajante hasta llegar a la caja de distribución subterránea, cercana al poste, y luego deberá continuar canalizado por tubería flexible de PVC de 1" hasta a llegar a la caja para alojar el medidor ubicada en la fachada de las viviendas. En cualquiera de los casos se deberá garantizar que no se dañe la chaqueta exterior del cable. La longitud máxima permitida del cable apantallado es de 35 m. A consideración de las EPM, se podrán aprobar proyectos de acometidas trifilares con cable concéntrico apantallado de calibre mínimo 2N°8+1N°8 AWG. Para estos, se deberán utilizar medidores de energía trifilares 120/240 voltios, 15(60) amperios e interruptores de 40 amperios (ó según proyecto).</p> <p>4.8 A la salida del barraje secundario de todo transformador, se colocará medidor de energía con integrador, el cual servirá como comparador, este deberá ir alojado en caja según la norma RA4-100.</p> <p>4.9 La caja de distribución subterránea se debe sellar con cemento, una vez sea realizada la interventoría por parte de EPM.</p> <p>4.10 <u>Cantidad de materiales Caso 4.</u> En la siguiente tabla se detallan los materiales a utilizar cuando se realiza un trabajo de acometida domiciliaria subterránea (urbanización).</p>		
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 14 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]		NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-020
		INSTALACIÓN DOMICILIARIA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	NORMA	
a.	Conectores de compresión universal o tipo cuña.	3	Especificaciones Técnicas Garantizadas EPM	
b.	Cable tripolar circular de Cu, calibre 2 No4+ 1No6 AWG XLPE	Según proyecto	Especificaciones Técnicas Garantizadas EPM	
c.	Caja hermética portabornera	1	Especificaciones Técnicas Garantizadas EPM	
d.	Cable de cobre aislado con neutro concéntrico (1N*8+1N*8 AWG) ⁽¹⁾	Según proyecto	Especificaciones Técnicas Garantizadas EPM	
e.	Tubo de acero galvanizado con Ø 4"	Según proyecto	Especificaciones Técnicas Garantizadas EPM -	
f.	Caja hermética tipo intemperie para alojar el medidor de energía.	1	RA7-203	
g.	Puesta a tierra para red secundaria, con alambre de cobre N ° 4 AWG.	1	RA4-017	
i.	Caja para distribución subterránea	1	RS3-016	
j.	Tubería plástica flexible PVC de ½"	Según proyecto	-	
k.	Tubería plástica flexible PVC de 1"	Según proyecto	-	
l.	Puesta a tierra con varilla y alambre de Cu aislado N*8	1	RA6-010	
m.	Alambre de cobre aislado N ° 8 AWG (m)	2	-	
n.	Medidor de energía monofásico bifilar 120V, 15 (60) Amp. ⁽²⁾	1	-	
o.	Interruptor termomagnético (1polo) 240V, 40A. ⁽³⁾	2	-	
t.	Integrador con medidor de energía de 50 A , 400%, 240/120V	Según proyecto	RA4-100	

(1) En sistemas trifilares utilizar cable de cobre aislado con neutro concéntrico (2N*8+1N*8 AWG ó según proyecto).

(2) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar un contador trifilar monofásico 120/240V, 15(60) Amperios.

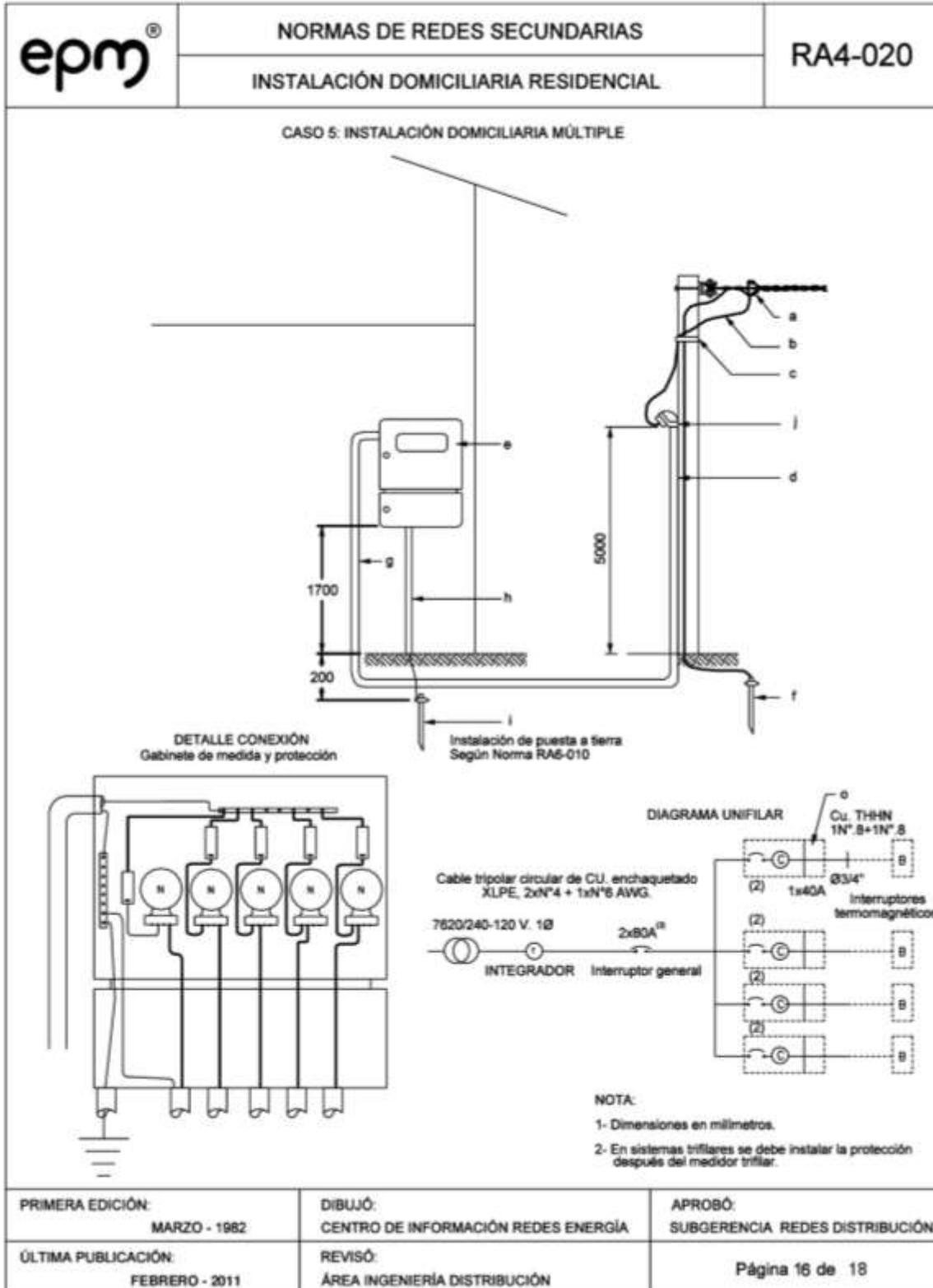
(3) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar dos interruptores monopolares de 40 amperios (ó según proyecto).

PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 15 de 18

203

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.



Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS	RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA RESIDENCIAL	
5. CASO 5: INSTALACIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA MULTIPLE		
<p>5.1 Cuando se requiera instalar más de cuatro (4) medidores de energía se hará mediante la utilización de gabinete metálico galvanizado empotrado en la pared de la vivienda, de tal forma que permita el libre acceso de personal autorizado por EPM, en caso contrario los medidores deberán ser instalados en la fachada, tal como lo estipula el numeral 1 de esta norma.</p> <p>5.2 El gabinete deberá estar diseñado del tal forma que los equipos de medida puedan ser maniobrados exclusivamente por el personal autorizado de EPM, mientras que los equipos de protección deben contar con acceso para la operación por parte del usuario.</p> <p>5.3 El cable que se utilizará entre la red secundaria y el gabinete será un cable tripolar forma circular con chaqueta, en Cu, calibre 2xN°4 + 1xN°6, AWG-XLPE o XLP, 600V (o según proyecto). La chaqueta exterior que cubre el cable tripolar debe ser en polietileno (PE).</p> <p>5.4 Se aceptarán tanto conectores de presión tipo "C" con cuña, según norma NTC-2244 ANSI C119.4, como de compresión de dos ranuras según especificaciones y características técnicas garantizadas de EPM, adecuados para la conexión del cable de la red secundaria y el cable que tripolar que va al gabinete; se deberá colocar cinta plástica y autofundente para aislar las partes conductoras. Cuando existan balcones y terrazas cerca de dichos empalmes, EPM podrá exigir la instalación de crucetas voladas.</p> <p>5.5 La acometida será en cable de cobre aislado con neutro concéntrico, 1N°8+ 1N°8 AWG. A consideración de las EPM, se podrán aprobar proyectos de acometidas trifilares con cable concéntrico apantallado de calibre mínimo 2N°8+1N°8 AWG. Para estos, se deberán utilizar medidores de energía trifilares 120/240 voltios, 15(60) amperios e interruptores de 40 amperios (ó según proyecto).</p> <p>5.6 El conductor de puesta a tierra de la acometida será alambre de cobre calibre N°4 AWG, este irá empotrado por tubería de PVC de ½" lisa o corrugada.</p> <p>5.7 La varilla de puesta a tierra, de 2.4m, se instalará lo más cercano al paramento del usuario, evitando al máximo las curvas.</p> <p>5.8 Los tubos que quedan en forma expuesta deben ser fabricados en acero galvanizado, con diámetro de acuerdo al calibre del cable tripolar de la acometida; para los tubos que van de forma empotrada se podrá utilizar PVC. En cualquiera de los casos se deberá garantizar que no se dañe la chaqueta exterior del cable.</p> <p>5.9 Cuando haya tránsito vehicular entre el poste y la fachada de la vivienda, se debe profundizar la tubería a 60cm del nivel del piso y atracar en concreto de 2000 PSI.</p> <p>5.10 A la salida del barraje secundario de todo transformador, se colocará medidor de energía integrador, el cual servirá como comparador, este deberá ir alojado en caja según norma RA7-203.</p> <p>5.11 Cantidad de materiales Caso 5. En la siguiente tabla se detallan los materiales a utilizar cuando se realiza un trabajo de acometida domiciliaria múltiple.</p>		
PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 17 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]	NORMAS DE REDES SECUNDARIAS		RA4-020
	INSTALACIÓN DOMICILIARIA		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE OBRA	NORMA
a.	Conector de compresión universal o tipo cufia	3	RA7-030
b.	Cable tripolar circular de Cu, calibre 2xN [°] 4 + 1xN [°] 6, AWG XLPE	Según proyecto	-
c.	Cinta de acero inoxidable 5/8" con hebilla.	1	-
d.	Tubo de acero galvanizado con Φ 1 1/2"	Según proyecto	-
e.	Gabinete hermético para alojar medidores de energía.	1	-
f.	Puesta a tierra para red secundaria.	1	-
g.	Tubería plástica flexible PVC de 1 1/2" (expuesta en galvanizado).	Según proyecto	-
h.	Tubería plástica flexible PVC de 1/2"	Según proyecto	-
i.	Puesta a tierra con varilla y alambre de Cu aislado N [°] 4	1	RA6-010
j.	Capacete metálico con niple	1	-
n.	Medidor de energía monofásico bifilar 120V, 15 (60)A. ⁽¹⁾	Según proyecto	-
t.	Integrador con medidor, 1 Φ , 3H, 120/240V (400%) 60Hz.	Según proyecto	RA4-100
o.	Interruptor termomagnético 120/240V, de 40 amp ⁽²⁾	1	-

(1) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar un medidor trifilar monofásico 120/240V, 15(60) Amperios.

(2) En sistemas de distribución trifilares 120/240V, utilizar dos interruptores monopolares de 40 amperios (ó según proyecto).

(3) Para conductor en ducto o canalizado utilizar protección de 2x80A. Si el conductor está al aire libre utilizar protección de 2x100A.

PRIMERA EDICIÓN: MARZO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACION REDES DE ENERGÍA	AUTORIZÓ: SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN
ULTIMA PUBLICACIÓN: FEBRERO - 2011	REVISÓ: AREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 18 de 18

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

d) TEMPLETES

epm ®	NORMAS DE MONTAJES COMPLEMENTARIOS	RA6-001
	INSTALACIÓN DE VIENTO CONVENCIONAL	
PRIMERA EDICIÓN: JUNIO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: GERENCIA TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN ENERGÍA
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: ABRIL - 2013	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN Y SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN	Página 1 de 2

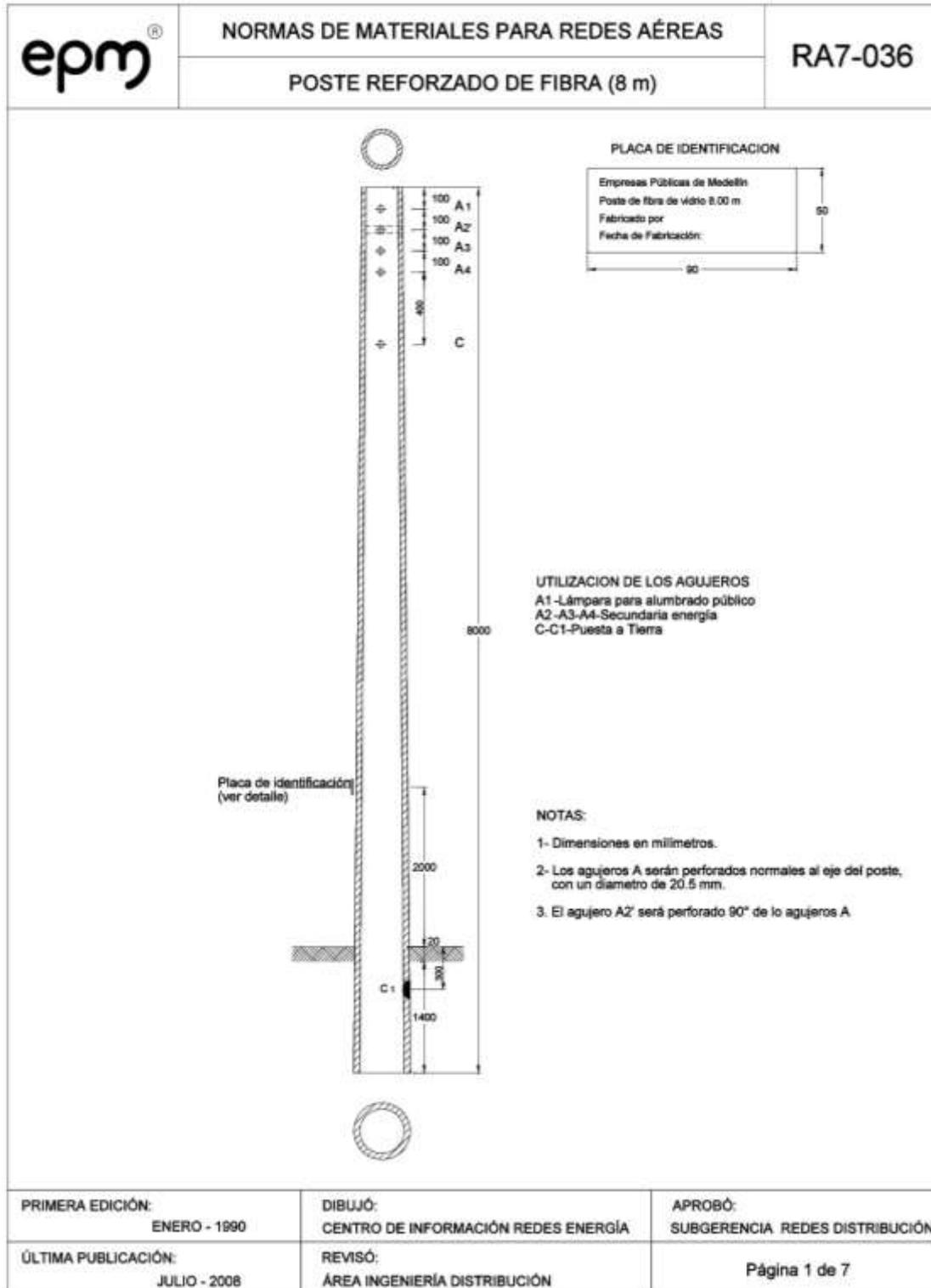
Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm ®	NORMAS DE MONTAJES COMPLEMENTARIOS		RA6-001																																										
	INSTALACIÓN DE VIENTO CONVENCIONAL																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ITEM</th> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> <th colspan="2">CANTIDAD</th> <th rowspan="2">REFERENCIA</th> </tr> <tr> <th>Prima</th> <th>Secund.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>Bloque de anclaje</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>RA7-039</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>Varilla de anclaje</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>RA7-038</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>Guardacabos</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>RA7-023</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>Camisa protectora (Debe cubrir guardacabos)</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>RA7-022 (ver nota 5)</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>Cable super GX de 9.53 mm (3/8")</td> <td>15 m.</td> <td>11.00 m.</td> <td>ASTM A475</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>Aislador de porcelana tipo (tensor)</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>Ver notas</td> </tr> <tr> <td>g</td> <td>Lazo de viento en el poste (cabezal)</td> <td>1</td> <td>--</td> <td>Ver nota 7</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Dimensiones en milímetros. 2- Para línea primaria a 44 kV, utilizar aislador tipo tensor de 171 mm, según ANSI C29.4 (1989). 3- Para línea primaria a 13.2 kV y 7.2 kV, utilizar aisladores tipo tensor de 108 mm. Según ANSI C29.4 (1989), para línea secundaria no se utilizará aislador tipo tensor. 4- La utilización de camisa protectora es de uso obligatorio. 5- La camisa protectora podrá ser de material plástico o PRF de acuerdo a las especificaciones técnicas y características técnicas garantizadas de E.P.M. 6- Si la camisa protectora es cilíndrica, debe ser de color amarillo con protección de rayos ultravioleta. Además, debe cubrir el guarda cabos y tener un tope en la parte superior para que no se deslice. Longitud mínima de 3 metros. 7- Para evitar que el lazo que envuelve el poste haga contacto con el conductor activo (línea viva), debe colocarse en la parte inferior del mismo. Igualmente, deberá en caso de necesitarlo una extensión de ojo para alejar los conductores y aisladores. 				ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		REFERENCIA	Prima	Secund.	a	Bloque de anclaje	1	1	RA7-039	b	Varilla de anclaje	1	1	RA7-038	c	Guardacabos	1	1	RA7-023	d	Camisa protectora (Debe cubrir guardacabos)	--	--	RA7-022 (ver nota 5)	e	Cable super GX de 9.53 mm (3/8")	15 m.	11.00 m.	ASTM A475	f	Aislador de porcelana tipo (tensor)	--	--	Ver notas	g	Lazo de viento en el poste (cabezal)	1	--	Ver nota 7
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD				REFERENCIA																																							
		Prima	Secund.																																										
a	Bloque de anclaje	1	1	RA7-039																																									
b	Varilla de anclaje	1	1	RA7-038																																									
c	Guardacabos	1	1	RA7-023																																									
d	Camisa protectora (Debe cubrir guardacabos)	--	--	RA7-022 (ver nota 5)																																									
e	Cable super GX de 9.53 mm (3/8")	15 m.	11.00 m.	ASTM A475																																									
f	Aislador de porcelana tipo (tensor)	--	--	Ver notas																																									
g	Lazo de viento en el poste (cabezal)	1	--	Ver nota 7																																									
PRIMERA EDICIÓN: JUNIO - 1982	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: GERENCIA TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN ENERGÍA																																											
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: ABRIL - 2013	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN Y SUBGERENCIA REDES DE DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 2																																											

Fuente: EPM E.S.P.

e) POSTES



UTILIZACION DE LOS AGUJEROS
 A1-Lámpara para alumbrado público
 A2-A3-A4-Secundaria energía
 C-C1-Puesta a Tierra

NOTAS:

- 1- Dimensiones en milímetros.
- 2- Los agujeros A serán perforados normales al eje del poste, con un diámetro de 20.5 mm.
- 3- El agujero A2' será perforado 90° de lo agujeros A.

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UPPS.

epm ®	NORMAS DE MATERIALES PARA REDES AÉREAS	RA7-036
	POSTE REFORZADO DE FIBRA (10 m)	
<p>PLACA DE IDENTIFICACION</p> <p>Empresas Públicas de Medellín Poste de fibra de vidrio 10.00 m Fabricado por Fecha de Fabricación:</p> <p>UTILIZACIÓN DE AGUJEROS A1-A2: Fijación de espigo de barra, bayoneta, cruceta A8: Fijación de pieamigo, cruceta A9- Instalación de transformador A12: Alumbrado público C-C1 Puesta a Tierra</p> <p>NOTAS: 1- Dimensiones en milímetros. 2- Los agujeros A serán perforados normales al eje del poste, con un diámetro de 20.5 mm. 3. El agujero A2' será perforado a 90° de los agujeros A</p>		
PRIMERA EDICIÓN: ENERO - 1990	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: JULIO - 2008	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 2 de 7

Fuente: EPM E.S.P.

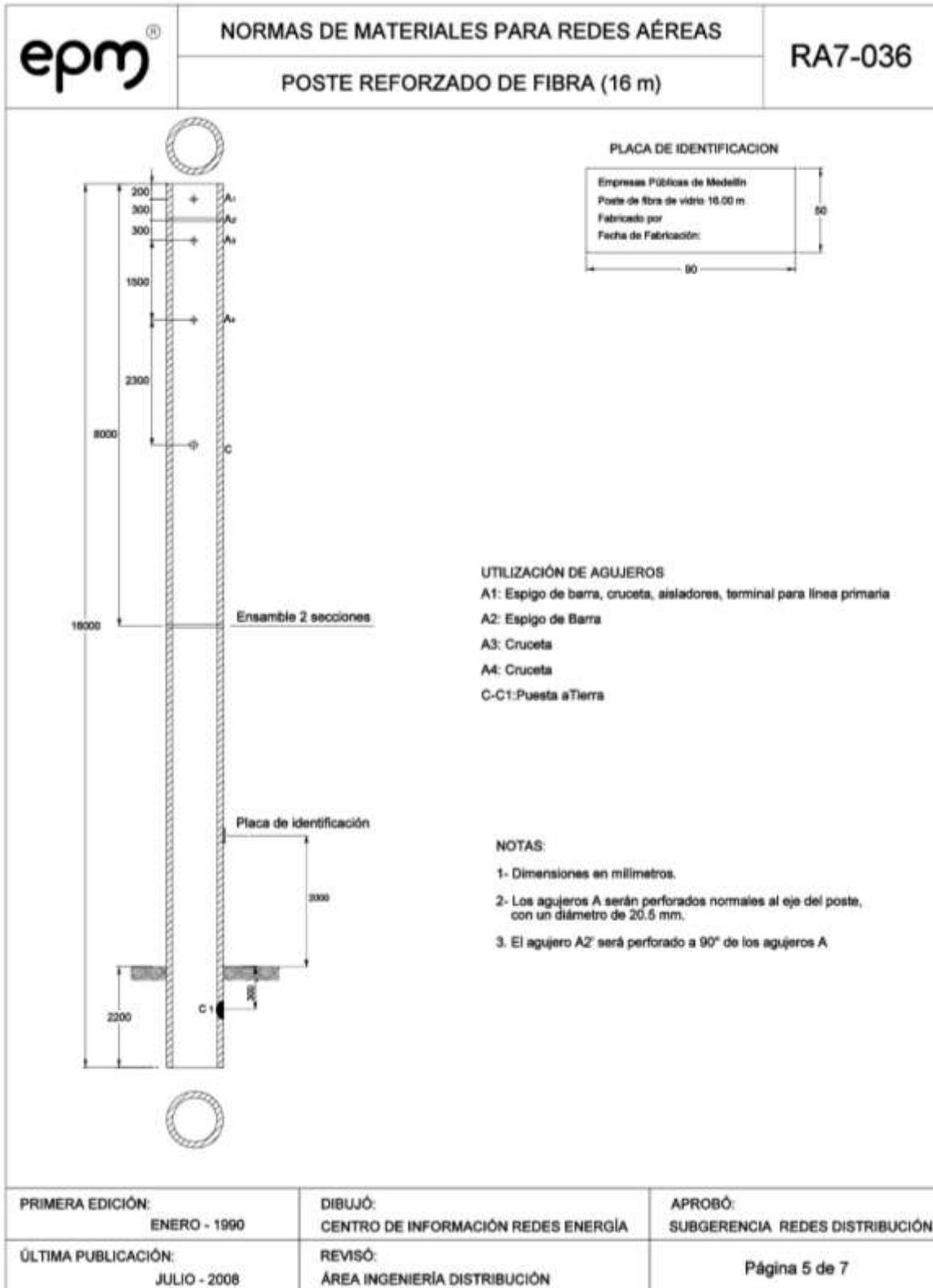
epm [®]	NORMAS DE MATERIALES PARA REDES AÉREAS	RA7-036
	POSTE REFORZADO DE FIBRA (12 m)	
PRIMERA EDICIÓN: ENERO - 1990	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: JULIO - 2008	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 3 de 7

Fuente: EPM E.S.P.

ELABORACIÓN DE DISEÑOS DE INGENIERÍA PARA SOLUCIONES ENERGÉTICAS POR MEDIO DE RED ELECTRICA INTERCONECTADO AL SIN PARA VIVIENDAS SECTOR RURAL EN LOS MUNICIPIOS DE ARBOLEDAS, CUCUTILLA, LOURDES, PAMPLONA, PAMPLONITA Y SALAZAR DEPARTAMENTO DEL NORTE DE SANTANDER, EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE ASOCIACIÓN CV-001-2017 UPME-IPSE-UFPS.

epm ®	NORMAS DE MATERIALES PARA REDES AÉREAS	RA7-036
	POSTE REFORZADO DE FIBRA (14 m)	
<p style="text-align: center;">PLACA DE IDENTIFICACION</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="margin: 0;">Empresas Públicas de Medellín</p> <p style="margin: 0;">Poste de fibra de vidrio 14.00 m</p> <p style="margin: 0;">Fabricado por</p> <p style="margin: 0;">Fecha de Fabricación:</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">90 50</p>		
<p>UTILIZACIÓN DE AGUJEROS</p> <p>A1: Espigo de barra, cruceta, aisladores, terminal para línea primaria</p> <p>A2: Espigo de Barra</p> <p>A3: Cruceta</p> <p>A8: Transformador</p> <p>C-C1: Puesta a Tierra</p>		
<p>NOTAS:</p> <p>1- Dimensiones en milímetros.</p> <p>2- Los agujeros A serán perforados normales al eje del poste, con un diámetro de 20.5 mm.</p> <p>3. El agujero A2' será perforado a 90° de los agujeros A</p>		
<p>PRIMERA EDICIÓN: ENERO - 1990</p>	<p>DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA</p>	<p>APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN</p>
<p>ÚLTIMA PUBLICACIÓN: JULIO - 2008</p>	<p>REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN</p>	<p>Página 4 de 7</p>

Fuente: EPM E.S.P.



Fuente: EPM E.S.P.

epm	NORMAS DE MATERIALES PARA REDES AÉREAS	RA7-036
	POSTE REFORZADO DE FIBRA (18 m)	
<p>UTILIZACIÓN DE AGUJEROS</p> <p>A1: Espigo de barra, cruceta, aisladores, terminal para línea primaria A2: Espigo de Barra A3: Cruceta A4: Cruceta C-C1: Puesta a Tierra</p> <p>NOTAS:</p> <p>1- Dimensiones en milímetros. 2- Los agujeros A serán perforados normales al eje del poste, con un diámetro de 20.5 mm. 3. El agujero A2 será perforado a 90° de los agujeros A</p>		
PRIMERA EDICIÓN: ENERO - 1990	DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA	APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN
ÚLTIMA PUBLICACIÓN: JULIO - 2008	REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN	Página 6 de 7

Fuente: EPM E.S.P.

epm [®]	NORMAS DE MATERIALES PARA REDES AÉREAS	RA7-036
	POSTE REFORZADO DE FIBRA (22 m)	
<p>PLACA DE IDENTIFICACION</p> <p>Empresas Públicas de Medellín Poste de fibra de vidrio 22.00 m Fabricado por Fecha de Fabricación:</p> <p>90 50</p>		
<p>UTILIZACIÓN DE AGUJEROS</p> <p>A1: Espigo de barra, cruzeta, aisladores, terminal para líneas primaria A2: Espigo de Barra A3: Cruzeta A4: Cruzeta C-C1: Puesta a Tierra</p>		
<p>NOTAS:</p> <p>1- Dimensiones en milímetros. 2- Los agujeros A serán perforados normales al eje del poste, con un diámetro de 20,5 mm. 3- El agujero A2' será perforado a 90° de los agujeros A</p>		
<p>PRIMERA EDICIÓN: ENERO - 1990</p>	<p>DIBUJÓ: CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA</p>	<p>APROBÓ: SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN</p>
<p>ÚLTIMA PUBLICACIÓN: JULIO - 2008</p>	<p>REVISÓ: ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN</p>	<p>Página 7 de 7</p>

Fuente: EPM E.S.P.

ANEXO 11. LISTADO DE USUARIOS.

Vereda	Usuarios			Coordenadas		
	Ítem	Nombres	Apellidos	Altitud	Este	Norte
Batatal	1	CIRO ROQUE	ANGARITA DURAN	1654	1135146	1360093
	2	LUIS ARTURO	ROJAS PAEZ	1561	1135245	1359994
	3	JOSE GREGORIO	LUNA SILVA	1374	1134793	1359495
	4	SEGUNDO	CARRILLO ANGARITA	1550	1135188	1359386
	5	EUCLIDES	ANGARITA CASADIEGOS	1513	1135152	1359091
	6	EVAGELINA	PINZON CONTRERAS	1513	1135152	1359091
	7	GUILLERMINA	ANGARITA CASADIEGOS	1370	1135360	1359031
	8	LUCIANO	ALARCON CHACON	1328	1135425	1358693
	9	JOSE RESURECION	GELVEZ	1379	1135506	1358575
	10	NINFA ROSA	ALARCON CHACON	1369	1135524	1358720
	11	JOSE BELEM	DURAN LUNA	1302	1136477	1358368
La Amarilla	1	ALIRIO	BAYONA SANCHEZ	1449	1137353	1349202
	2	LEIDY YAMILE	ROLON MORENO	1340	1134728	1348956
Las Mercedes	1	ALONSO	ROJAS CUY	1399	1130631	1355344
	2	WILMER ANTONIO	ROJAS CUY	1348	1130738	1355331
	3	ALIRIO ANTONIO	ROJAS BAYONA	1313	1130794	1355301
	4	MARIO	LIZCANO TAMAYO	1361	1130663	1355032
	5	OSCAR JAVIER	GRANADOS ROJAS	1697	1130004	1355196
Los Andes	1	JAVIER RICADO	JAIMES ARIAS	1624	1131000	1359871
	2	SANTIAGO	SOTO RAMIREZ	1395	1130807	1358731
	3	JOSE NOEL	ALBARRACÍN PEREZ	1397	1130829	1358713
	4	EXEQUIEL	ROA FUENTES	1383	1130954	1358697
	5	GONZALO	TORRES PEDRASA	1538	1130684	1358461
	6	JAIME	TORREZ PARDA	1616	1130803	1358275
	7	CARMEN MARIA	ROJAS GARCIA	1666	1131194	1360816
	8	JORGE ORLANDO	MOLINA PACHECO	1495	1132183	1358256
	9	ATANAEL	RAMIREZ PINEDA	1702	1129263	1359266
	10	NESTOR ALEJANDRO	CARDENAS RAMIREZ	1805	1129126	1359115
	11	JOSE ALIRIO	TORREZ GELVEZ	2257	1127342	1359622
Sanguino	1	EFRAIN	SALAZAR VILLAMIZAR	1611	1129551	1352885
	2	ADRIAN	RODRIGUES PEDRASA	1519	1129726	1352762
	3	ARNULFO	VILLAMIZAR SALAZAR	1779	1129122	1353158
	4	YAIR ALEXANDER	RIOS ROJAS	1657	1128563	1352935
	5	JOSE ALIRIO	ROJAS PEREZ	1926	1126835	1353455
	6	ROSENDO	ROJAS PAEZ	1998	1126719	1353524
	7	LUIS RAMON	CARDENAS ROJAS	1998	1126719	1353524
	8	ESCUELA		2012	1126640	1353490
	9	DANIEL	FLOREZ PINEDA	2073	1126477	1353175
	10	JOSE DE LOS ANGELES	MEDINA PEÑA	1958	1126921	1352676
	11	JORGE OVIDIO	FLOREZ SALAZAR	2049	1126544	1352626
	12	LUZ MARLENI	LLANES SANCHEZ	2160	1126162	1354126
	13	LUIS RAMON	CARDENAS ROJAS	2114	1126678	1354251
Santa Barbara	1	LUZ RAMONA	OSORIO SEGURA	2719	1130342	1363620
	2	JUAN ENRIQUE	LEAL RAMIREZ	2527	1130640	1362884
	3	LUIS FELIPE	GARCIA	2361	1129934	1363007
	4	ANA AIDE	ROJAS DE RODRIGUEZ	2427	1129584	1363019
	5	GLADYS MARIA	OSORIO ROJAS	2332	1129715	1362746
	6	CARLOS HUMBERTO	ARIAS RIVERA	2372	1129594	1362641
	7	HERRY AGUSTO	FLOREZ CASTRO	2348	1129351	1362527
	8	MARIA EMA	PALACIOS MONCADA	1899	1129589	1361516
	9	BERNARDO ELITH	VELANDIA PALACIOS	1868	1129727	1361299

	10	ANIBAL	TORRES OLLANTES	1662	1131205	1360854
Santa Fe	1	ARISTIVE	GARCIA FLOREZ	2229	1127937	1361198
Uribante	1	MILERMA	SUESCUN CUY	1322	1130826	1354300
	2	YULIT MARIELA	MEDINA ROJAS	1498	1130488	1353994
	3	OSCAR	MEDINA PEÑA	1513	1130468	1353941
	4	ISMAEL	VILLAMIZAR	1496	1130159	1354190
	5	ESCUELA		1568	1130335	1353831

Fuente: Segen Ingeniería S.A.S.

ANEXO 12. AUTORIZACIÓN PUNTOS DE CONEXIÓN



CE7100

20181030000125

San José de Cúcuta, 03 de enero de 2018

Doctor
 DORANCE BECERRA MORENO
 Director Técnico Plan de Energización Rural Sostenible – Norte de Santander
 Universidad Francisco de Paula Santander
 Avenida Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag,
 Teléfono 0576655

Asunto: Respuesta radicado CENS 20171020032779 del 28 de noviembre del 2017,
 "Solicitud de puntos de conexión a red eléctrica".

218

Respetado ingeniero Dorance.

En el marco de la elaboración PERS Norte de Santander realizado por la Universidad Francisco de Paula Santander, hemos recibido solicitud con radicado CENS 20171020032779 donde nos solicitan punto de conexión para 730 usuarios en los municipios de Arboledas, Cucutilla, Lourdes, Pamplona y Salazar de las Palmas.

Teniendo en cuenta lo anterior, CENS considera importante citar los siguientes antecedentes:

- ▣ El día 30 de noviembre de 2017 se emite correo electrónico, donde se solicitan las coordenadas de los usuarios en formato Excel (csv o xlsx) o AutoCAD (dwg o dxf).
- ▣ El día 14 de diciembre de 2017 se emite nuevamente correo electrónico donde se reitera la solicitud de los usuarios georeferenciados en archivo Excel y en formato DWG con el fin de validar los puntos de conexión. Como respuestas a este correo se envían archivos solicitados el mismo 14 de diciembre de 2017.
- ▣ Una vez analizada la información enviada encontramos una diferencia respecto al radicado CENS 20171020032779, donde se había solicitado punto de conexión para **730 usuarios**, y el día 14 de diciembre de 2017 se recibe correo electrónico donde se relacionan **750 usuarios** en archivo EXCEL y DWG.



De acuerdo a lo anterior y en respuesta a su solicitud, se anexa archivo en formato EXCEL con el nombre **"Usuarios_PERS_UFPS_750"** informando el punto de conexión más cercano para los usuarios solicitados, en dicho archivo se analizó la posibilidad de la conexión por medio de la red de baja tensión existente, así como por la red de media tensión, teniendo cuenta la distancia del usuario a la red de distribución de la empresa.

Por otra parte, se resalta que una vez culminados la formulación de los proyectos para los 750 usuarios, CENS emitirá aval técnico, donde los puntos de conexión entregados en la presente comunicación podrán modificarse, de acuerdo con la regulación vigente.

Sin otro en particular.

Atentamente,

Subgerente Distribución

Anexo: Relación Usuarios_PERS_UFPS_750

219

ANEXO 13. CANTIDADES DE ESTRUCTURAS DEL MUNICIPIO DE SALAZAR

Se Anexa al presente informe las cantidades de estructuras del Municipio de Salazar.