



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DISEÑO DE REDES DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN
PARA LA EMPRESA AIR-E**

Autor

Andrés Felipe Garrido Méndez

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería

Eléctrica

Medellín, Colombia

2021



DISEÑO DE REDES DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN PARA LA EMPRESA AIR-E

Andrés Felipe Garrido Méndez

Informe de práctica como requisito para optar al título de:
Ingeniero Electricista

Asesores (a)

Walter Mauricio Villa Acevedo

Ingeniero Electricista

José Álvarez Palomino

Ingeniero Electricista

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Medellín, Colombia

2021

DISEÑO DE REDES DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN PARA LA EMPRESA AIR-E

Contenido

.....	1
1 RESUMEN.....	5
2 INTRODUCCIÓN.....	5
3 OBJETIVOS.....	6
3.1 OBJETIVO GENERAL	6
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
4 MARCO TEÓRICO.....	7
4.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
4.1.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS	7
4.1.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN O SECUNDARIAS	9
4.1.3 CONFIGURACIÓN ESPECIAL.....	9
4.1.4 REDES TRENZADAS.....	10
4.1.5 REDES CHILENAS	10
4.1.6 CABLE MENSAJERO.....	12
4.1.7 REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....	12
4.1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD	12
4.1.9 NORMATIVIDAD VIGENTE	13
4.1.10 CONVENCIONES.....	14
4.1.11 CARGAS DE DISEÑO.....	15
5 METODOLOGÍA.....	15
6 RESULTADOS	16
6.1 DISEÑO MT-C1855 BARRIO MANZANARES.....	16
6.1.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE Y ALCANCE DEL PROYECTO.	16
6.2 MEMORIAS DE CÁLCULO.....	18
6.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	18
6.2.2 CUADRO DE CARGA EXISTENTE Y PROYECTADO.....	20
6.2.3 REGULACIÓN DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	20
6.2.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.....	22

6.3	CÁLCULOS MECÁNICOS.	27
6.3.1	DATOS DE LA RED.	27
6.3.2	CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCTORES.....	27
6.3.3	CÁLCULOS MECÁNICOS DE POSTES AUTO SOPORTADOS.	28
6.3.4	CÁLCULOS MECÁNICOS DE APOYOS CON RETENIDAS.	29
7	CONCLUSIONES	30
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

Figuras

Fig. 1 Configuración especial [3].	10
Fig. 2 Cable mensajero [3].	11
Fig. 3 Vista lateral del mensajero [3].	12
Fig. 4 Convenciones.	14
Fig. 5 Cargas de diseño.	15
Fig. 6 Cálculos de regulación de media tensión.	21
Fig. 7 Cálculos de pérdida de media tensión.	21
Fig. 8 TP-001 - GB(1) -EPP001-6,8 kVA	22
Fig. 9 TP-001 - GB(5) -EPP001-3,4 kVA	22
Fig. 12 Riesgo por arco eléctrico.	23
Fig. 13 Riesgo por contacto directo.	24
Fig. 14 Riesgo por contacto indirecto.	24
Fig. 15 Riesgo por corto circuito.	25
Fig. 16 Riesgo por rayos.	25
Fig. 17 Datos de los apoyos.	27
Fig. 18 Vanos ideales de regulación de conductor.	28
Fig. 19 Cálculos de eolovanos y gravivanos.	28
Fig. 20 Características de los apoyos.	29
Fig. 21 Características de los apoyos.	29
Fig. 22 Solicitaciones individuales de los apoyos.	29
Fig. 23 Cálculo mecánico de retenidas.	29
Fig. 24 Solicitaciones combinadas en el apoyo.	29

Tablas

Tabla 1 Normas.	13
Tabla 2 Característica del transformador a usar en el proyecto C1855	19
Tabla 3 Característica del transformador a usar en el proyecto C1855	19
Tabla 4 Consolidado clientes transformadores actual.	19
Tabla 5 Proyección tipo de medida	19
Tabla 6 Características de los usuarios actuales	20
Tabla 7 Cuadro de carga existente	20
Tabla 8 Cuadro de carga proyectado	20

1 RESUMEN

Bien es sabida la problemática que ha presentado la región caribe por muchos años, debido a la pésima prestación del servicio de energía eléctrica por cuenta de su antiguo operador de red Electricaribe. El inconformismo ciudadano y la pésima gestión administrativa por parte de esta entidad supuso un dolor de cabeza no solo en la región donde prestaba el servicio, sino también a nivel nacional. La nueva empresa de prestadora de energía Air-E llegó y tomó las riendas de la infraestructura eléctrica en los departamentos de Magdalena, Guajira y Atlántico, con el fin de alivianar y acabar con muchos años de mala gestión de la antigua electrificadora. El diseño y la construcción de nuevos proyectos, con el fin de mejorar la infraestructura y aumentar la confiabilidad del servicio de energía en varios sectores de estos departamentos, fueron realizados por la empresa Energizando SAS. Energizando es una empresa que se dedica a la prestación integral de servicios de ingeniería eléctrica. En este informe, se plasmó el trabajo realizado durante seis meses de práctica empresarial en el área de diseño de la empresa Energizando. Los diseños de las nuevas redes de media y baja tensión tuvieron lugar en ciudades como Santa Marta, Riohacha y Maicao.

2 INTRODUCCIÓN.

Cuando se aborda un proyecto de diseño de redes eléctricas unos de sus primeros aspectos en los que se percata, es la falta de información que se tiene del espacio donde se va a hacer el diseño, sin embargo, con la ayuda de diferentes personas de planta ubicado en el sitio del diseño se puede hacer de forma efectiva y eficiente las soluciones de dicho problema, obviamente con las respectivas normas que se debe cumplir en dicho sector.

En el proyecto se realizó diseños de redes eléctricas internas y externas. Cualquier diseño debe cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica (RETIE) y con la norma del operador de red donde se vaya a llevar a cabo la contracción o remodelación de la red.

La característica principal para cumplir dicho proyecto que diferencia de otras redes es su disposición geográfica, una red eléctrica de distribución de media tensión aérea se hace a través de postes, herrajes y conductores aéreos, es decir, a la vista. Una red eléctrica de distribución de media tensión subterránea se hace a través de ductos, accesorios y conductores aislados de cobre que se introducen en los ductos subterráneos.

El proyecto contó con un diseño de redes eléctricas con una configuración especial, un método de construcción que permite la instalación de redes de media tensión a una distancia cercana a la mínima establecida por el RETIE, buscando que se eviten la manipulación del sistema eléctrico por parte de persona ajenas a los operadores de red. El diseño debe contar con tratamientos especiales para ofrecer mayor seguridad al operador de red, estos métodos deben asegurar que nadie pueda manipular los medidores de energía y con esto tener una gestión comercial más efectiva.

De esta forma, se empleó la ejecución de este proyecto en la empresa ENERGIZANDO S.A.S, la cual está encargada de ofrecer servicios de ingeniería en media y baja tensión, en este caso es un diseño de construcción externa, pero además tiene distintos servicios como el diseño de sistema de iluminación, entre otras actividades. Dicho proyecto buscó personas integrales, disponibles, atentas, responsables y con entusiasmo en aprender para capacitarlos, para generar resultados positivos y entregar un trabajo de calidad para la empresa. Durante el proceso de la práctica se diseñó redes con base a sus normas, presentando informes que muestren la metodología y resultado de los trabajos obtenidos.

3 OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar redes eléctricas de media y baja tensión en la ciudad de Santa Marta, según los requerimientos exigidos por el RETIE y el operador de AIR-E, mediante la aplicación técnicas ingenieriles.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar el área urbana de la ciudad de Santa Marta para hacer el levantamiento de la información de disposición física y geográfica para el diseño de una red de distribución.
- Realizar los planos eléctricos de la disposición de postería y disposición de cables, la vestida de postes en AutoCad, a partir de la información recolectada de la zona.
- Justificar por medio de memorias y anexos los diseños de las redes de media y baja tensión, con cálculos mecánicos para los apoyos, matrices de riesgo, regulación de tensión en los conductores a utilizar y número total de medidores monofásicos y bifásicos del proyecto.

4 MARCO TEÓRICO.

4.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

La instalación eléctrica de distribución según el (RETIE) es todo conjunto de dispositivos y de circuitos asociados para el transporte y la transformación de energía eléctrica, cuyas tensiones sean iguales o superiores a 120 V y menores a 57,5 kV.

4.1.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN AÉREAS

En esta modalidad, el conductor que usualmente está desnudo va soportado a través de aisladores instalados en crucetas, en postes de madera o concreto [1].

Las partes principales que conforman un sistema aéreo son:

- A. POSTES:** pueden ser de madera, concreto o metálicos y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 12 metros con resistencia de rotura habitualmente de 750 kgf, 1050 kgf, 1350 kgf [1].
- B. CONDUCTORES:** Para circuitos primarios se utilizan conductores de aluminio con acero reforzado, más conocido por sus siglas en inglés como ACSR, los calibres de este conductor pueden ir desde 4/0, 2/0, 1/0 y 2 AWG

para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados. Estos circuitos son de 3 y 4 hilos con neutro puesto a tierra. Paralelo a estos circuitos van los conductores de alumbrado público [1].

- C. CRUCETAS:** son utilizadas crucetas de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado de 2 metros para 13,2 kV y 11,4 kV. Con diagonales en varilla o de ángulo de hierro (pie de amigo) [1].
- D. AISLADORES:** Son de tipo ANSI 55.5 para media tensión (espigo y disco) y ANSI 53.3 para baja tensión (carretes) [1].
- E. HERRAJES:** todos los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y mediana tensión son de acero galvanizado. (Grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, eslabones en u, espigos, etc) [1].
- F. EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO:** el seccionamiento se efectúa con cortacircuitos y seccionadores monopolares para operar sin carga (100 A - 200 A) [1].
- G. TRANSFORMADORES Y PROTECCIONES:** se emplean transformadores monofásicos con los siguientes valores de potencia o nominales: 15 kVA , 25 kVA y 37,5 kVA protegidos por cortacircuitos, fusible y pararrayos tipo válvula [1].

En este tipo de redes el conductor va soportado sobre aisladores instalados en crucetas que a su vez se encuentran en postes. En las redes aéreas también se puede encontrar el uso de torres o torrecillas que no llevan crucetas. Los conductores usados en su mayoría son desnudos y los materiales de la estructura van de acuerdo con el nivel y tipo de contaminación de la zona [2].

Estas redes se encuentran normalmente en los sistemas de distribución del país. La principal razón para el uso de este tipo de redes es el costo inicial de su construcción, pero también cuenta con otras ventajas sobre las redes subterráneas. Algunas son [2]:

- A.** Son las más comunes y por lo tanto trabaja con materiales de fácil consecución.
- B.** Costo inicial de construcción más bajo.

- C. Tiempos de construcción más bajos.
- D. Fácil mantenimiento.
- E. Fácil localización de fallas.
- F. Los tiempos en la reparación de daños son menores

También, se debe tener en cuenta las desventajas que tiene este tipo de construcción respecto a las redes subterráneas, que en su mayoría se refieren a mantenimiento y seguridad. Algunas de estas son [2]:

- A. Se encuentran a la vista, esto les quita estética a las ciudades.
- B. Ofrecen menor confiabilidad debido a las diferentes situaciones a las que están expuestas.
- C. Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes).
- D. Requieren de mayores planes de mantenimiento preventivo para evitar fallas y cortes de energía.
- E. Están expuestas y son de fácil acceso para el vandalismo.

4.1.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN O SECUNDARIAS

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica a tensiones nominales menores o iguales a 1 kV. Este tipo de redes es el utilizado para llevar la energía eléctrica desde los transformadores de distribución tipo poste hasta las acometidas de los usuarios finales [2].

4.1.3 CONFIGURACIÓN ESPECIAL

Los conductores de la red de baja tensión se instalan en el extremo de la cruceta de media tensión en configuración bandera como se muestra en la Fig 1. Para soportar el conductor se utilizará un herraje en forma de U que permita aumentar la distancia vertical de separación entre la red media tensión y baja tensión. Esta red se usa para evitar fraudes, ya que la red de baja tensión queda protegida por la red de media tensión, de esta manera es más difícil llegar a ella [3].

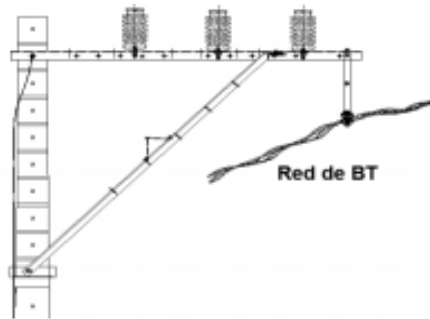


Fig. 1 Configuración especial [3].

4.1.4 REDES TRENZADAS

Como su nombre lo indica son redes abiertas entre lazadas y recubiertas formando un solo cable de baja tensión, siendo así más resistente y segura; además disminuye su manipulación y la contaminación visual, sus acometidas salen de una caja de abonado hasta los hogares [3].

4.1.5 REDES CHILENAS

La red se conforma con las acometidas agrupadas y amarradas a un mensajero en cable de acero galvanizado como se muestra en la Fig 2 y Fig 3. La acometida de mayor longitud no sobrepasa los sesenta (60) m y todas son alimentadas por transformadores monofásicos de baja capacidad (menor a 37,5 kVA). La fijación del cable mensajero al poste se hace mediante el mismo sistema de la configuración con aislador carrete [3].

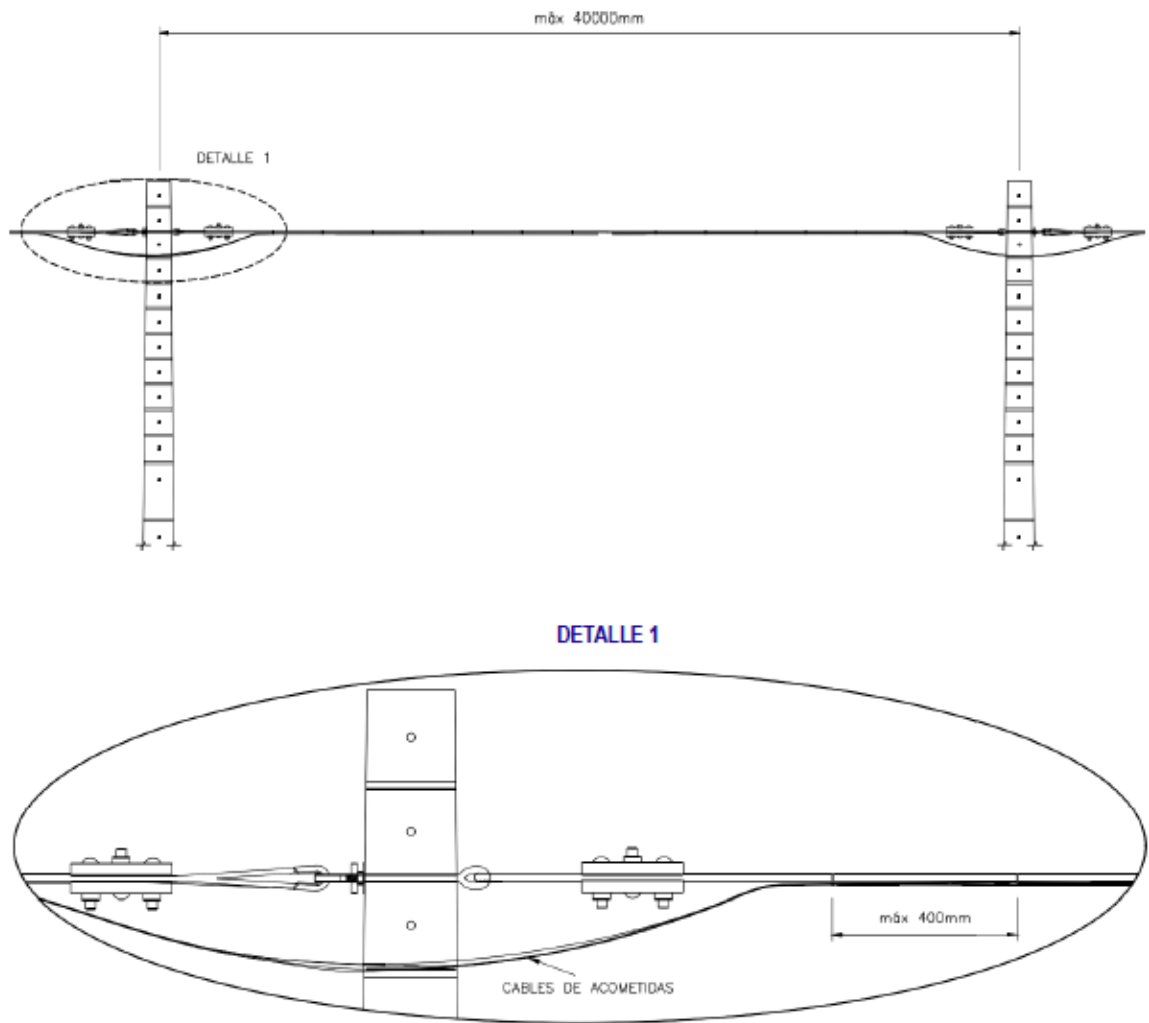


Fig. 2 Cable mensajero [3].

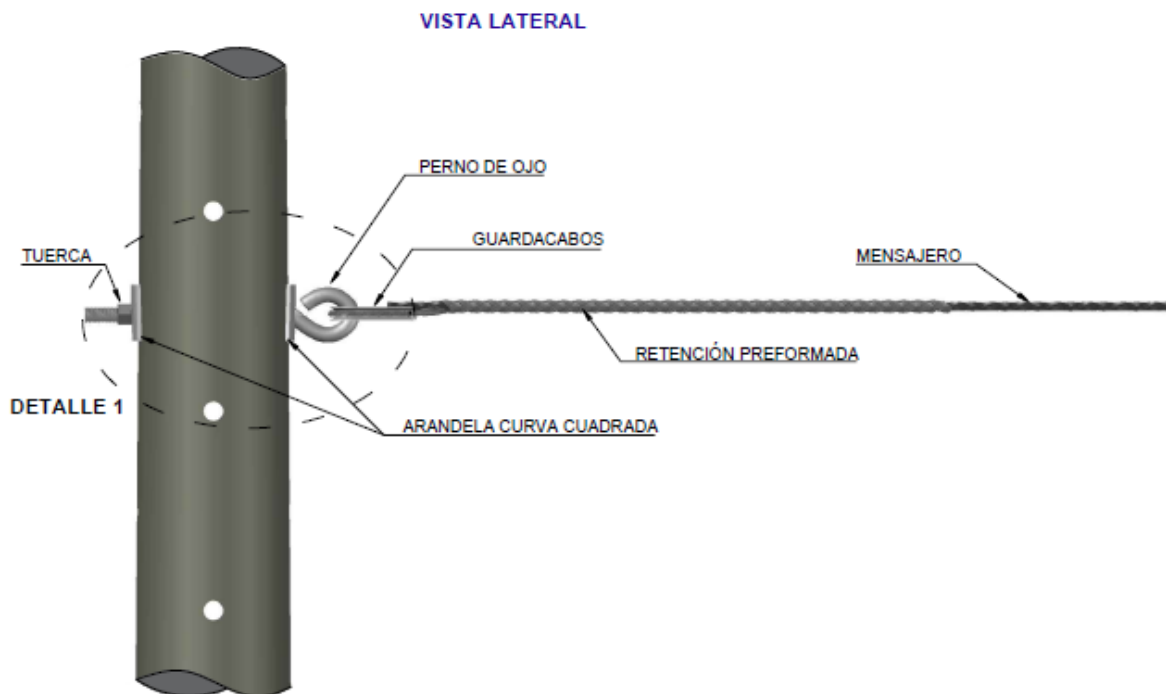


Fig. 3 Vista lateral del mensajero [3].

4.1.6 CABLE MENSAJERO

Cable de acero que sirve como soporte para las acometidas.

4.1.7 REDES AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN

Para el diseño de redes aéreas de media tensión es tan importante realizar tanto cálculos eléctricos como cálculos mecánicos, ya que las redes no sólo dependen de un buen conductor o un excelente aislamiento, también lo hacen de los apoyos y demás elementos presentes en las estructuras [4].

4.1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para el diseño de redes de distribución es necesario cumplir con las distancias de seguridad establecidas en el RETIE para cada uno de los casos que se puedan presentar dentro del alcance del diseño.

Las distancias de seguridad son los valores mínimos de separación que deben tener los conductores y partes energizadas de una estructura, con respecto a

construcciones civiles y otros conductores, para cumplir con las siguientes funciones [4]:

- Dificultar el contacto entre personas y circuitos o equipos energizados.
- Impedir que las redes de un distribuidor entre en contacto con ellas mismas o con redes de otro y con la propiedad pública o privada.

Todas las distancias de seguridad se deben medir desde las superficies de los conductores o elementos energizados y se deberá cumplir esta distancia tanto vertical como horizontalmente. Las distancias de seguridad se encuentran establecidas en el RETIE y en la NTC 2050 [5] [6].

4.1.9 NORMATIVIDAD VIGENTE

La Tabla 1 muestra la normatividad que aplica para los proyectos realizados para la empresa Air-E.

Normas			
Criterios de Arquitectura de Red - Área Caribe.	Norma Técnica Colombiana NTC 2050.	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.	Norma Red Aérea: Criterios de Diseño Para Redes de Distribución - Colombia. 1999.
National Electrical Safety Code (NESC) - Estados Unidos. Edición 1997.	Normas ANSI.	Norma IEEE 80 – 2000. Sistemas de Puesta Tierra.	Decreto 0283 del Ministerio de Minas y Energía del 30 enero de 1.990

Tabla 1 Normas

4.1.10 CONVENCIONES

A continuación, en la Fig 4 se pueden observar las convenciones a utilizar en los proyectos de Air-E

TABLA DE CONVENCIONES:			
EXISTENTE:		PROYECTADO:	
	POSTE PRIMARIO		
	POSTE PRIMARIO REUBICADO		
	POSTE PRIMARIO EN MAL ESTADO		
	POSTE PRIMARIO PARA DESMONTAJE		
	POSTE SECUNDARIO		
	POSTE SECUNDARIO REUBICADO		
	POSTE SECUNDARIO EN MAL ESTADO		
	POSTE SECUNDARIO PARA DESMONTAJE		
EXISTENTE:		EXISTENTE:	
	TRANSFORMADOR		LINEA M.T. 34.5 kV
	TRANSFORMADOR PARTICULAR		LINEA M.T. 13.2 kV
	TRANSFORMADOR REUBICADO		LINEA B.T. RED ABIERTA
	TRANSFORMADOR PARA DESMONTAJE		LINEA B.T. RED TRENZADA
	CORTACIRCUITOS FUSIBLES		LINEA B.T. RED CHILENA
	SECCIONADORES		CORRIDO O DE PASO PRIMARIO M.T.
	CAJA DE DERIVACIÓN MONOFÁSICA		TERMINAL PRIMARIO M.T.
	CAJA DE DERIVACIÓN TRIFÁSICA		DOBLE TERMINAL PRIM. ABIERTO M.T.
	ACOMETIDA		DOBLE TERMINAL PRIM. PUENTEADO M.T.
EXISTENTE:		PROYECTADO:	
	CORRIDO O DE PASO SECUNDARIO B.T.		
	TERMINAL SECUNDARIO B.T.		
	DOBLE TERMINAL SEC. ABIERTO B.T.		
	DOBLE TERMINAL SEC. PUENTEADO B.T.		
	GABINETE PARA MEDIDORES		GB-000
0000 — ①	1. Numero medidor.		1. EPE: Estructura Primaria Exist.
TRXX — ②	SCI-00: Suministro Conectado Ilegal		EPP: Estructura Primaria Project.
2H-9H — ③	NV-00: Numero medidor no Visible.		ESE: Estructura Secundaria Exist.
2. Numero del Transformador.			ESP: Estructura Secundaria Project.
3. Acometida.			2. Serie-Numera dón apoyo.
	VEGETACIÓN.		3. Material poste: PF: Poste en Fibra.
			3. P.C: Poste Metálico, PH: Poste de Hormigón.
			4. Estructura-Armado Red M.T.
			5. Estructura-Armado Red B.T.
			6. Con fig. AL: Alineación, AG: Angulo, AC: Anclaje, FL: Fin línea
			7. Altura del Poste.
			8. Resistencia del poste.

Fig. 4 Convenciones.

4.1.11 CARGAS DE DISEÑO

A continuación, en la Fig 5 pueden ver los valores de diseño dependiendo de la carga, el valor que se utilizara es el de la potencia inicial

Rango	Consumo promedio (kWh/mes)	Potencia inicial (kW)	Tasa Anual de crecimiento (%)	Potencia de Diseño (kW)
Bajo Bajo	De 105 a 144	1.00	2.0	1.35
Bajo	De 145 a 189	1.20	2.0	1.62
Medio	De 190 a 279	1.70	1.0	1.97
Medio Alto	De 280 a 379	2.20	1.0	2.55
Alto	De 380 a 660	3.80	1.0	4.41

Fig. 5 Cargas de diseño.

5 METODOLOGÍA

Se procede a describir la metodología seguida para implementar un diseño y cálculo óptimo

- A.** Recolección de la información de la zona donde se realizará el proyecto, la cual va desde el punto de conexión a la red principal, el número de usuarios, distribución física, resistividad del terreno y cartografía de la zona.
- B.** Teniendo esta información, se comenzó la elaboración en planos de la distribución de los postes y cables de red de media y de baja.
- C.** Luego de tener el diseño, se comenzó con la elaboración de los anexos y las memorias exigidas por el operador de red. Esta memoria contiene la información de los cálculos mecánicos para los apoyos, regulación de la red de media y baja tensión, matriz de riesgo, cálculos económicos para los conductores y el total de transformadores y usuarios que se alimentó.
- D.** Al final se realizan los presupuestos de acometidas e instalaciones eléctricas, así como el presupuesto global.

6 RESULTADOS

6.1 DISEÑO MT-C1855 BARRIO MANZANARES.

El plano existente y proyectado.

- Proyecto MT-C1855 – Plano Existente
- Proyecto MT-C1855 – Plano Proyectado

Se encuentran anexos junto a este informe, en formato PDF.

6.1.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE Y ALCANCE DEL PROYECTO.

La empresa Air-E requiere un rediseño de las redes de distribución existentes, además de la actualización de los planos de estas, debido a que la infraestructura es deficiente y facilita el fraude, lo que ocasiona grandes pérdidas. Energizando S.A.S esta encargada de efectuar estos rediseños. Los proyectos están separados por barrio y estos a su vez están subdivididos por el transformador alimentador, en este caso es el C1855, el cual se encuentra en el barrio Manzanares, tiene una potencia de 50 kVA y alimenta 22 cargas las cuales se encuentra en el rango medio (estrato tres), por lo cual poseen una potencia de diseño de 1,7 kVA cada una de las cargas.

Los transformadores para utilizar deben ser de 15 kVA, 25 kVA y 37,5 kVA dependiendo de las cargas a alimentar, para las acometidas se utilizará red chilena, el conductor utilizado para las acometidas es un N°6 AL, los vanos de esta red no pueden superar los 40 metros y no pueden ir sujetos más de 12 cables, de ser necesario se hará reubicación, reemplazo o se eliminaran los postes existentes que sean innecesarios o estén dañados, si es necesaria la implementación de una red de baja tensión se utilizara la configuración especial, el conductor utilizado es trenzado 1/0 cuando se proyecte transformadores de 15 kVA, 25 KVA, y 4/0 cuando se proyecte transformadores de 37,5 kVA . Para la red de media tensión se usará un conductor 123.3 AAAC.

Pautas de diseño dadas por el cliente:

- No debe haber instalaciones de red BT o equipos de medida en las trocales de los circuitos de media tensión, con el fin de no comprometer los índices de calidad de AIR-E S.A.S E.S.P.
- Los elementos de cortes existentes en la red de media tensión se deben mantener, si se realizan nuevas derivaciones de red se debe instalar un elemento de corte visible o si actualmente se encuentran una derivación sin elemento de corte se debe proyectar.
- Cuando la cantidad de usuarios lleva uno o dos cajas de medida, su cruceta de media tensión bandera será armado sencillo (si y solo si el apoyo es alineado), si llega a necesitar 3 o 4 cajas de medida la cruceta en bandera será un armado doble "llamado ángulo".
- Los transformadores en red chilena estarán entre los rangos de 10 a 25 kVA.
- Los amarres deben ser lo más detallado para poder realizar el diseño óptimo.
- El criterio para dimensionar la cantidad de cajas de medida inteligente es: tener en cuenta el límite de espacios para las medidas el cual no puede superar los 32 espacios. Aquí deberán tener en cuenta: (reservas, alumbrado público operadores de comunicación y otros. Nota: por espacio se entiende que una medida a 110 ocupa un espacio y una medida 220 (mono o trifásico) ocupa dos espacios).
- El alumbrado público es a 220 V por tanto se dejará 2 espacios en una caja de medida por cada transformador.
- La alimentación se hará con acometida concéntrica 2x6 +8 y se utilizará la grapa, ojo de aluminio y cinta band it, para su instalación.
- Para la conexión de otros operadores como: comunicación, CCTV, semáforo. se puede instalar una caja de abonado para la prestación del servicio, esta caja podrá contar con un limitador de intensidad.
- Para la acometida de los usuarios se implementarán las cajas de policarbonatos existentes y en las mismas se realizarán los empalmes. Se debe determinar las características de los conectores.

- Los planos deberán contener toda la información necesaria de los usuarios (medidor, tipo de acometida, calibre, usuario especial y transformador a que pertenece), mensajero y su calibre.
- Mostrar en plano característica de todos los apoyos de medias y baja tensión. con sus armados de acuerdo con la nemotecnia de las normas.
- Mostrar en plano capa para identificar alumbrado público.
- El presupuesto se presentará en poste a poste con unidades constructivas y de materiales.
- Toda la información consignada en diseño debe coincidir tanto en planos, presupuestos, memorias, formatos y cálculos.

Air-e proporciona la siguiente información.

- Planos existentes.
- Cantidad de usuarios
- Tablas de cálculos.
- Información de la infraestructura.

El alcance es:

- Red de media tensión.
- Red de baja tensión.
- Cajas concentradoras.
- Amarres de usuarios.
- Acometidas.
- Unidades constructivas.

Adicionalmente se hace entrega de; planos existentes, planos proyectados, memorias de cálculos y los anexos con los cuales se realizaron,

6.2 MEMORIAS DE CÁLCULO.

6.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

A continuación, en la Tabla 2 y Tabla 3 se describen las principales características de los transformadores proyectados en este diseño, la consolidación de clientes en el transformador actual y su tipo de medida. La cantidad, la potencia y la distribución

de los transformadores dependen de la ubicación, la cantidad y la potencia de diseño de las cargas, es recomendable proyectar los transformadores en el centro de carga.

Transformador 1

DESCRIPCION	UNIDADES	VALOR
Potencia	kVA	37,5
Aislante	Aceite	
Tensiones	Vp	13.200
	Vs	240
Tipo de transformador	Tipo Poste	
Grupo de conexión	Dyn5	
BIL	kV	95

Tabla 2 Característica del transformador a usar en el proyecto C1855

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	VALOR
Medidor		
Tipo de Medida	1	directa
Tensión de servicio	V	240/120

Tabla 3 Característica del transformador a usar en el proyecto C1855

Actualmente el transformador MT-C1855 de 50 kVA tiene conectados 22 usuarios de los cuales 13 poseen un nivel de tensión de 120V, 9 poseen un nivel de tensión de 240V.

CAPACIDAD (kVA)	CANTIDAD DE TRANSFORMADORES	CANTIDAD DE SUMINISTROS POR TRANSFORMADOR
50	1	22

Tabla 4 Consolidado clientes transformadores actual

Actualmente se cuenta con un tipo de medida directa, se desea que la proyección de esta sea de tipo centralizada.

TIPO DE MEDIDA PROYECTO		
Convencional	Centralizada	Prepago
	x	

Tabla 5 Proyección tipo de medida

MEDICIÓN DIRECTA				
TIPO	CANTIDAD	UBICACIÓN: INTERIOR/EXTERIOR	VOLTAJE	USO DEL SERVICIO INDICADO
MONOFASICO	13	Exterior	120	Residencial
BIFÁSICO	9	Exterior	240	Residencial

TRIFÁSICO				
TOTAL	22			

Tabla 6 Características de los usuarios actuales

6.2.2 CUADRO DE CARGA EXISTENTE Y PROYECTADO.

Aunque inicialmente el transformador C1855 alimentaba 22 usuarios, cuatro de ellos se decidió alimentarlos desde un proyecto vecino (C1866) por razones de facilidad de diseño. A su vez, también se decidió incluir dos usuarios del proyecto C1840 al proyecto C1855 por los mismos criterios antes mencionados. Como resultado se tiene que el número total de usuarios que va a alimentar este proyecto son veinte.

CUADRO DE CARGAS DE EXISTENTE		
CAPACIDAD (kVA)	CANTIDAD DE TRANSFORMADORES	CANTIDAD DE SUMINISTROS POR TRANSFORMADOR
50	1	18
C1840-75 kVA	1	2

Tabla 7 Cuadro de carga existente

Los valores de la carga de diseño fueron tomadas de la Fig 5, y dependen del rango que se les ha asignado por Air-E. En este caso la carga de diseño es de 1,70 kW.

La selección del transformador se realiza partiendo del consumo de energía de los usuarios existentes en los últimos tres meses; para los usuarios que no se tenga registro del consumo de energía se procede a calcular basados en los kVA por usuarios estimados y un porcentaje de simultaneidad de acuerdo con la cantidad de usuarios.

CUADRO DE CARGAS PROYECTADO			
CAPACIDAD (kVA)	CANTIDAD DE TRANSFORMADORES	CANTIDAD DE SUMINISTROS POR TRANSFORMADOR	CARGABILIDAD
TP001-37,5	1	20	90,67%

Tabla 8 Cuadro de carga proyectado

El factor de potencia que se utilizara para todas las cargas es de 0,90; por ser un área urbana

6.2.3 REGULACIÓN DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

- **Regulación media tensión.**

La regulación de media tensión calcula la caída de tensión debido a la impedancia serie de los conductores, en este proyecto esta regulación debe ser menor al 5%.

Los cálculos de regulación de media tensión se realizan desde los cortacircuitos hasta el transformador más alejado de él. El corta circuito se encuentra en el punto de conexión del proyecto, que por lo general es una red de media tensión ya existente. Este cálculo se realizó por tramos y teniendo en cuenta la potencia total del diseño, la cual se calcula sumando la potencia de los transformadores proyectados y el resultado es de 80 kVA.

PROYECTO:	C1855 BARRIO MANZANARES				FECHA:	21/12/2020					
MUNICIPIO:	SANTA MARTA				DISEÑO:	María Gómez					
REG MAX (%):	5				DEMANDA MAX (kVA):	37,5					
FP:	0,9				PERDIDA MAX (%kW):	0,0004					
REG (%):	0,00044										
PROYECTO: C1855 BARRIO MANZANARES					Tipo de Subestación:	Trifasica		V (L - N)	7621		
								V (L - L)	13200		
DESCRIPCION	LONG (KM)	D. MAX (kW)	CORIENTE (h)	F.P.	CONDUCTOR			TIPO DE ESTRUCTURA	REGULACION		
					MATERIAL	CALIBRE	CANT		K	PARCIAL	ACUM.
EPP004-EPP003	0,0080	33,8	1,64	0,9	AAAC	123,3	3	Bandera	0,0004775	0,00013	0,00013
EPP003-EPP002	0,0390	33,8	1,64	0,9	AAAC	123,3	3	Bandera	0,0004775	0,00063	0,00063
EPP002-EPP001	0,0270	33,8	1,64	0,9	AAAC	123,3	3	Bandera	0,0004775	0,00044	0,00044

Fig. 6 Cálculos de regulación de media tensión.

PROYECTO:	C1855 BARRIO MANZANARES				FECHA:	21/12/2020					
MUNICIPIO:	SANTA MARTA				DISEÑO:	María Gómez					
REG MAX (%):	5				DEMANDA MAX (kVA):	37,5					
FP:	0,9				PERDIDA MAX (%kW):	0,00036					
REG (%):	0,00044										
PROYECTO: C1855 BARRIO MANZANARES					Tipo de Subestación:	Trifasica		V (L - N)	7621		
								V (L - L)	13200		
DESCRIPCION	LONG (KM)	D. MAX (kW)	CORIENTE (h)	F.P.	R75°C (Ω/km)	CONDUCTOR			PERDIDAS		
						MATERIAL	CALIBRE	CANT	K	PARCIAL	ACUM.
EPP004-EPP003	0,0080	33,8	1,64	0,9	0,6316	AAAC	123,3	3	0,0003979	0,000107	0,00011
EPP003-EPP002	0,0390	33,8	1,64	0,9	0,6316	AAAC	123,3	3	0,0003979	0,000524	0,00052
EPP002-EPP001	0,0270	33,8	1,64	0,9	0,6316	AAAC	123,3	0	0,0003979	0,000363	0,00036

Fig. 7 Cálculos de pérdida de media tensión.

Como se puede evidenciar en las Fig 6 y Fig 7 la red de media proyectada presenta una caída de tensión menor a la máxima permitida. Esta caída fue de 0,00044%

• **Regulación de baja tensión.**

Como se puede observar en el plano proyectado anexado con este informe, existe red de baja tensión para alimentar cajas concentradoras ubicados en apoyos diferentes donde se encuentra el transformador, esto con el fin disminuir la distancia de las acometidas para ciertos usuarios que sobrepasan los 60 metros, a esta proyección es lo que se le conoce como configuración especial. Aun así, existen 10 metros de distancia entre las cajas concentradoras y el secundario del transformador.

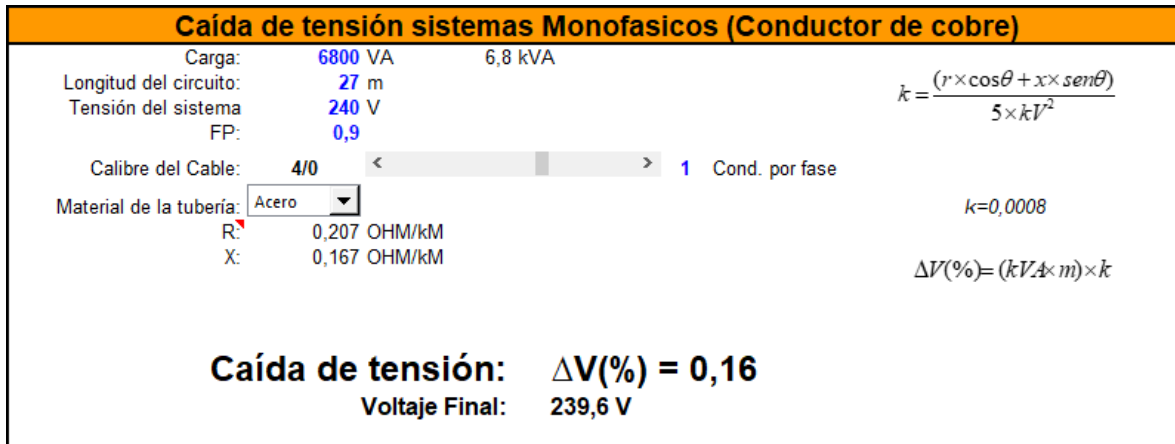


Fig. 8 TP-001 - GB(1) -EPP001-6,8 kVA

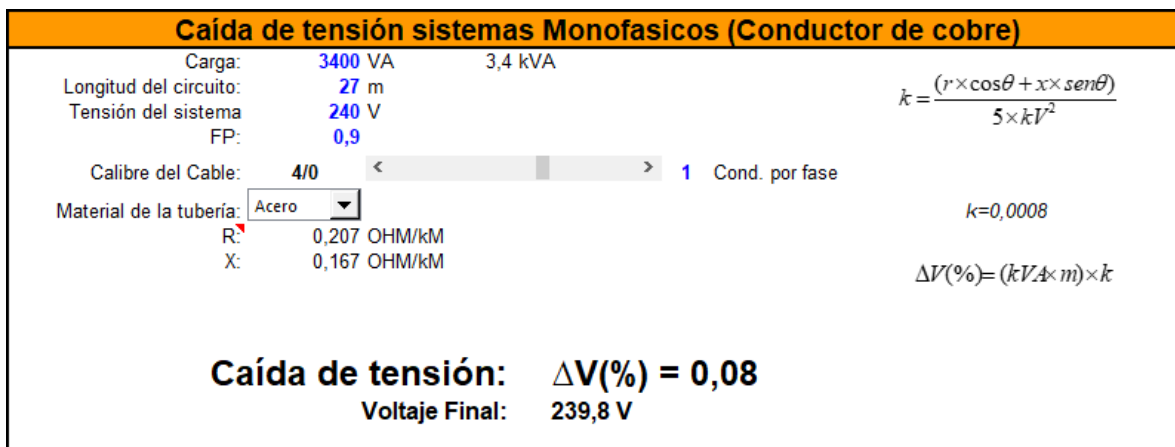


Fig. 9 TP-001 - GB(5) -EPP001-3,4 kVA

La carga con la que se realiza la caída de tensión corresponde a los usuarios que estén proyectados en la respectiva caja concentradora, en el anexo de amarres se encuentra la respectiva distribución de los usuarios. En la caja uno hay cuatro usuarios, mientras que la caja cinco hay dos. Como se puede observar en las Fig 8 y Fig 9 la caída de tensión está por debajo del máximo permitido (3%).

6.2.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

El construir o manipular una instalación eléctrica produce un riesgo inminente, por esta razón deben ser evaluados, y en concordancia a esa evaluación debe buscarse la manera de eliminarlos o mitigarlos, dependiendo de la gravedad de estos. A continuación, se presenta una matriz de riesgos asociada al proyecto, teniendo en cuenta el RETIE en su artículo 9.

Para el proyecto Barrio Manzanares, teniendo en cuenta la categoría de la obra (construcción de red de distribución con nivel de tensión de 13,2 kV), encontramos que el efecto que se puede presentar son las quemaduras y se pueden presentar por los siguientes factores de riesgo por arcos eléctricos, contacto directo e indirecto de áreas energizadas, cortocircuitos y descargas atmosféricas, en las Fig 12, Fig 13, Fig 14, Fig 15, Fig 16 se puede observar la matriz de riesgo para cada uno de estos factores.

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS											
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto , cortocircuitos.											
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar avisos de precaución, tableros bien cerrados y debidamente rotulados.											
RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura			por	Arcos Eléctricos			(al) o (en)		Barrio Manzanares	
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
POTENCIAL				REAL	FRECUENCIA						
C O N S E C U E N C I A S	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 mas muertes E2	Daño grave en infraestructura a 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	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Fig. 10 Riesgo por arco eléctrico.

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación primaria en media tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de seguridad.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas.										
RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura:		por		Contacto directo		(al) o (en)			
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE			Barrio Manzanares		
POTENCIAL	REAL		FRECUENCIA							
	E	D	C	B	A					
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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		
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes ES	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Fig. 11 Riesgo por contacto directo.

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.										
RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras		por		Contacto indirecto		(al) o (en)			
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE			Barrio Manzanares		
POTENCIAL	REAL		FRECUENCIA							
	E	D	C	B	A					
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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		
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes ES	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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	MEDIO	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 E2	Efecto menor	Local E2	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Fig. 12 Riesgo por contacto indirecto.

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO												
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.												
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.												
RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras		por		Cortocircuitos		(al) o (en)		Barrio Manzanares		
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE		
POTENCIAL		REAL		FRECUENCIA								
				E		D		C		B	A	
En personas		Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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	
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO		ALTO		MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente E4	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO		MEDIO		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. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO		MEDIO		MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO		BAJO		MEDIO

Fig. 13 Riesgo por corto circuito.

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS												
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.												
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras solidas, equipotencialización.												
RIESGO A EVALUAR:		Quemaduras, Electrocción		por		Rayos		(al) o (en)		Barrio Manzanares		
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE		
POTENCIAL		REAL		FRECUENCIA								
				E		D		C		B	A	
En personas		Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	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	
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes E5	Daño grave en infraestructura. Interrupción	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		MEDIO		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. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO		MEDIO		MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO		BAJO		MEDIO

Fig. 14 Riesgo por rayos.

Las matrices de riesgo para cada uno de estos factores se llenaron como lo estipula en el RETIE [5]. A continuación, se especifican la metodología a seguir para evaluar el nivel de riesgo de tipo eléctrico.

- Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- Definir si el riesgo es potencial o real.
- Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
- Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- Tomar las decisiones o acciones.

Como se puede observar en Fig 12, Fig 13, Fig 14, Fig 15, Fig 16 y obedeciendo la metodología que imparte el RETIE, la instalación tiene un nivel de riesgo medio para cada uno de los factores antes mencionados.

Las medidas de protección y mitigación que se adopta para prevenir estas situaciones de riesgo son:

- Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.
- Se deben respetar las distancias de seguridad, el personal que realice manipulación de equipos eléctricos debe ser personal calificado, la herramienta a utilizar debe ser la apropiada para la actividad y con los niveles de aislamiento adecuados, utilizar elementos de protección con el nivel de protección adecuado según las actividades a efectuar.

- Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.
- Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
- Se deben instalar obstáculos o barreras que impidan el acceso de las personas no autorizadas a las partes energizadas. Se debe asegurar el alejamiento de las personas a partes bajo tensión.

6.3 CÁLCULOS MECÁNICOS.

6.3.1 DATOS DE LA RED.

En la Fig 17 se muestran las características de los apoyos y conductores que se tienen en cuenta para los cálculos.

- **TRAMO 1**

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO N°1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1																		
No. Apoyo	Tipo de Apoyo	Altura Poste	CARGA ROTURA				ARMADOS MT				PESOS ADICIONALES EN EL APOYO			ZONA POR VELOCIDAD DE VIENTO		ZONA POR CONTAMINACION		
			Kg	daN	No. Postes Soportan Esfuerzo	Total (daN)	Posición Armado Poste	No. Fases Armado	Tipos de Esfuerzos Adicionales	Nivel de Tensión del Último Armado	Trafo 1	Trafo 2	Interruptor	ZONA POR VELOCIDAD DE VIENTO	CODIGO	ZONA POR CONTAMINACION	CODIGO AISLADOR	
EPP001	FL	12	1350		1	1.323,53	1	3		1			1C8CD		A URBANA	2	ALTA	2
EPP002	AL	12	1350		1	1.323,53	1	3		1	37,5-2		3C8CD		A URBANA	2	ALTA	2
EPP003	AL	12	750		1	735,29	1	3		1			1C8CD		A URBANA	2	ALTA	2
EPP004	FL	12	1350		1	1.323,53	1	3		1					A URBANA	2	ALTA	2

Fig. 15 Datos de los apoyos.

6.3.2 CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCTORES.

Este cálculo se realiza para conocer la tensión mecánica de los conductores ante condiciones climáticas y esfuerzo provocado por el mismo conductor, esto en aras de evitar fallas que puedan poner en riesgo la seguridad o la continuidad del servicio.

Los resultados de los cálculos mecánicos a conductores se presentan en la Fig 18 y Fig 19.

- **TRAMO 1**

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO Nº1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1												
Cantón No.	Apoyo Inicial	Apoyo Final	Longitud Cantón (M)	Vano de Regulación (M)	Tensión en el conductor - Viento Máximo	Tensión en el conductor - Viento Reducido	Tense de Flecha Máxima (daN)	Tense de Flecha Mínima (daN)	Flecha Máxima (m)	Flecha Mínima (m)	Parámetro de Flecha Máxima (m)	Parámetro de Flecha Mínima (m)
0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	EPP001	EPP003	73,44	37,82	201,19	117,84	40,81	202,45	0,74	0,14	242,90	1.205,08
0	EPP002	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	EPP003	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	EPP004	EPP004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 16 Vanos ideales de regulación de conductor.

El eolovano es la distancia para determinar la carga transversal debido a la acción del viento sobre los conductores. Se calcula como la semisuma de las longitudes de los vanos anterior y posterior. Mientras que el gravivano es la distancia utilizada para determinar la carga vertical debido al peso propio del conductor. Se define como la distancia entre los vértices de las catenarias de dos vanos adyacentes.

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO Nº1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1			
No. Apoyo	Eolovano (m)	Hipótesis de Viento (20°C + V)	Gravivano (m)
			Flecha Mínima (15°C)
-	0,00	0,00	0,00
EPP001	13,95	13,95	13,95
EPP002	35,79	26,95	28,11
EPP003	22,77	31,61	30,45
EPP004	0,93	0,93	0,93

Fig. 17 Cálculos de eolovanos y gravivanos.

6.3.3 CÁLCULOS MECÁNICOS DE POSTES AUTO SOPORTADOS.

Se realizaron los cálculos mecánicos para los apoyos en condiciones normales y anormales, se hizo este cálculo individualmente, este cálculo depende de la función del poste (alineación, fin de línea, ángulo). Los esfuerzos se referirán a un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (verticales, transversales, longitudinales). Los resultados del cálculo mecánico de los postes autosoportados se presentan en Fig 20, Fig 21, Fig 22, dadas a continuación.

- **TRAMO 1**

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO N°1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1											
No. Apoyo	Tipo de Armado	Tipo de Apoyo	Tipo de Conductor	Ángulo Apoyo (°)	Cota Apoyo (x,y) en BDI		Altura Libre (m)	Vano Anterior (M)	Vano Posterior (M)	Tipo de Tense	Tense Máximo Conductor (daN)
-	-	-	-	0,00	-	-	0,000	0,0	0,0	-	-
EPP001	BANDERA	FL	AZUSA	0,00	586.121,00	1.241.806,00	10,050	0,0	27,9	NORMAL	221,73
EPP002	BANDERA	AL	AZUSA	178,59	586.148,00	1.241.799,00	10,050	27,9	43,7	NORMAL	221,73
EPP003	BANDERA	AL	AZUSA	100,48	586.190,00	1.241.787,00	10,050	43,7	1,9	NORMAL	221,73
EPP004	BANDERA	FL	AZUSA	0,00	586.190,83	1.241.788,67	10,050	1,9	0,0	NORMAL	221,73

Fig. 18 Características de los apoyos.

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO N°1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1											
No. Apoyo	Tipo Apoyo	Descripción del poste	Ángulo Apoyo (°)	Angulo de Deflexión(°)	Armado	Vano Anterior (M)	Vano Posterior (M)	Retenida			
								Bisectora	Conjunto 90°		
-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-		
EPP001	FL	Poste Nuevo 12/Mts 1324 daN	0,00	180,00	BANDERA	0,00	27,89	1 Calibre 3/8"	-		
EPP002	AL	Poste Nuevo 12/Mts 1324 daN	178,59	1,41	BANDERA	27,89	43,68	-	-		
EPP003	AL	Poste Nuevo 12/Mts 735 daN	100,48	79,52	BANDERA	43,68	1,86	-	-		
EPP004	FL	Poste Nuevo 12/Mts 1324 daN	0,00	180,00	BANDERA	1,86	0,00	1 Calibre 3/8"	-		

Fig. 19 Características de los apoyos.

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO N°1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1																			
No. Apoyo	Tipo Apoyo	Tipo de Conductor	No. de Fases	Cálculos de Esfuerzos sobre el poste								Validación Poste autosoportado a flexión		Validación poste en ANC/FL a Torsión					
				F _{IV} (daN)	F _{VC} (daN)	F _{IC} (daN)	F _{IE} (daN)	F _{EE} (daN)	F _{VE} (daN)	F _{UC} (daN)	M _r (daN)	Fuerza total horiz. Resultante (daN)	Carga de rotura del poste (daN)	C.S.	MT (daN) total	Momento torsor último del poste (daNm)	C.S.		
-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	-	0,00		
EPP001	FL	AZUSA	3	76,74	22,40	17,47	2,54	-	-	671,26	-	274,66	681,8	1.324	1,94	274,7	1.079,0	3,93	
EPP002	AL	AZUSA	3	76,74	71,11	27,40	7,38	-	-	-	-	175,31	1.324	7,55	-	-	1.079,0	0,00	
EPP003	AL	AZUSA	3	58,31	33,58	30,96	2,37	-	-	-	-	123,2	-	735	5,97	-	-	380,0	0,00
EPP004	FL	AZUSA	3	76,74	7,53	7,53	-	-	-	671,26	-	274,66	677,5	1.324	1,95	274,7	1.079,0	3,93	

Fig. 20 Solicitaciones individuales de los apoyos.

6.3.4 CÁLCULOS MECÁNICOS DE APOYOS CON RETENIDAS.

En Fig 23 y Fig 24 se muestra efectivamente los apoyos que necesitan retenida, el tipo de conductor y el calibre. Los apoyos que tienen un armado de final de línea se tienen que retener.

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO N°1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1																					
No. Apoyo	Armado deL Apoyo	Tipo de Conductor	Tipo de Red	Altura de Aplicación de la Retenida (m)	Tipo de Retenida	Fuerza total horiz. Resultante F _{IC} (daN)	Carga Mecánica total Absorbida por el cable de la Retenida Tr (daN)	Fuerza Residual Individual F _{RES}	Fuerza Vertical Individual que transmite la retenida al apoyo FVERT	Pre tensionado de la Retenida Tro	C.S.	Conformación de las Retenidas									
												Cable		Dimensiones del Ancla							
												Cant.	Calibre (")	Cant.	H(m)	a (m)	b (m)	c (m)	Refuerzo (parrilla)	Carga Maxima (daN)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0
EPP001	FL	AZUSA	MT	10,05	Bisectora	671,26	1.068,29	114,84	925,16	411,90	6,40	1	3/8"	1	0	0	0	0	0	3/8 @10cm	0
EPP002	AL	AZUSA	MT	10,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0
EPP003	AL	AZUSA	MT	10,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0
EPP004	FL	AZUSA	MT	10,05	Bisectora	671,26	1.068,29	114,84	925,16	411,90	6,40	1	3/8"	1	0	0	0	0	0	3/8 @10cm	0

Fig. 21 Cálculo mecánico de retenidas.

PROYECTO ELECTRIFICACIÓN BARRIO MANZANARES - TRAMO N°1 - CIRCUITO MANZANARES - MT-C1855 - TRAMO 1																				
No. Poste	Armado	Conductor	No. de Fases	Angulo de Deflexion	Vano Anterior	Vano Posterior	Fuerza Horizontal F _{IC} (daN)	Fuerza Residual F _{RES} (daN)	Fuerza Vertical por Retenida F _{VERT} (daN)	Peso de Cond. alij, herrajes de la Retenida (daN)	Peso de conductores, armados, traños (daN)	Validación Cable a Compresión		Validación del Cable de Retenida		Validación del Poste por Fuerza Residual				
												Fuerza Vertical Total (daN)	$\sqrt{\frac{F_{VERT}^2 + P_{C}^2}{P_{C}}}$	C.S.	Tensión Total del Cable de Retenida (daN)	Carga de Rotura del Cable de Retenida (daN)	C.S.	Fuerza Total Horizontal Resultante (daN)	Carga de Rotura del Poste (daN)	C.S.
-	-	-	0	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	0,0000	-	-	-	-	-	-		
EPP001	FL	AZUSA	3	180,00	0,00	27,89	671,26	114,84	925,16	22,16	99,35	1.046,7	0,0794	13,09	1.068,3	6.840,0	6,40	114,8	1.213,1	11,53
EPP002	AL	AZUSA	3	1,41	27,89	43,68	-	-	-	203,62	204,1	0,0221	4,803	-	6.840,0	-	-	-	1.213,1	-
EPP003	AL	AZUSA	3	79,52	43,68	1,86	-	-	-	26,25	95,1	0,0463	20,38	-	6.840,0	-	-	-	-	735,1
EPP004	FL	AZUSA	3	180,00	1,86	0,00	671,26	114,84	925,16	22,16	99,97	981,3	0,0786	13,09	1.068,3	6.840,0	6,40	114,8	1.213,1	11,53

Fig. 22 Solicitaciones combinadas en el apoyo.

7 CONCLUSIONES

- Este informe plasma las labores realizadas en los seis meses de prácticas, se detalló el trabajo realizado, se puede constatar el trabajo que ha tenido el estudiante.
- Se aprendió y comprendió la manera correcta de realizar labores específicas relacionadas con los proyectos.
- El diseño, la elaboración de los anexos y los recorridos en terreno han ayudado a tener una mejor noción acerca de la manera correcta de elaborar proyectos en media y baja tensión.
- Con la elaboración de planos y anexos se ha adquirido experiencia en el uso de las herramientas informáticas (AutoCAD, Office), lo cual ha ayudado a mejorar la eficacia con la que se hacen los mismos, sin disminuir la calidad.
- Revisar las normas de armado de los postes y compararlos con la realidad ayuda a comprender de una mejor manera el funcionamiento de las estructuras y cuando deben ser usados las mismas.
- A lo largo de los seis meses de práctica se fortaleció el crecimiento personal y profesional, gracias a las labores y las relaciones interpersonales con los diferentes agentes que estuvieron involucrados en el proyecto.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “DISEÑO DE RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA (BAJA TENSIÓN) PARA UN SECTOR DE 250 VIVIENDAS CORALES-CUBA BRAYAN STEVEN DUQUE POSADA CÓDIGO: 1088011545 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA PEREIRA,” 2016.
- [2] C. De, L. A. Cruz, Y. E. N. Lopez, and K. D. Prado, “DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSION PARA LA NORMALIZACIÓN DEL BARRIO EL PIÑONCITO DE,” 2012.
- [3] P. Tipo, N. El, R. T. De, and D. Versi, “PROYECTO TIPO TRENZADAS DE BAJA TENSIÓN Especificación / Hoja de datos,” pp. 6–8, 2011.
- [4] D. DE Electrica and I. Juan González Mena, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN Tesis Monográfico para optar al Título de Ingeniero Eléctrico,” 2008.

- [5] A. General and T. D. E. Contenido, *Anexo general del retie resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes*. 2013.
- [6] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], *Código eléctrico colombiano NTC2050*. 1998, p. 847.