UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA

Tesis Monográfica para optar al Título de

Ingeniero Eléctrico

Titulo:

"PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA EN LA COMUNIDAD SANTA MARIA, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO LIBRE".

Autores:

- Gimel Alberto Agurcia Aguado 2012-42275
- Delber Erick Ruiz Nicaragua 2012-42255

Tutor:

Msc. Sandro Chavarría

Managua, agosto 2020

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedicamos a Dios y a nuestros padres por el deseo de superación y amor que nos brindaron cada día en que han sabido guiar nuestras vidas por el sendero de la verdad a fin de poder honrar a nuestra familia con los conocimientos adquiridos, brindándonos el futuro de su esfuerzo y sacrificio por ofrecernos un mañana mejor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción 1

II. Antecedente 3

III.Justificación 4

IV.Objetivos 5

4.1 Objetivo General 5

4.2 Objetivo Especifico 5

V. Marco Teórico 6

5.1 Redes de distribución eléctrica 6

5.2 Redes de distribución de energía eléctrica según su tensión nominal 6

5.3 Redes de distribución de energía eléctrica según su ubicación geográfica 7

5.4 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción 8

5.5 Redes aéreas de distribución eléctrica 10

5.6 Diseño de redes aéreas de media tensión 11

VI.Metodología 12

VII. Diseño de la red de distribución eléctrica 14

7.1. Planos eléctricos 18

7.2. Estaqueo 21

7.3. Cálculo de transformadores 24

7.4. Cálculo de caída de tensión 25

7.5. Cálculo de retenida 27

7.6. Presupuesto 31

VIII.Conclusiones..... 34
IX. Bibliografía..... 35
X. Anexos……36

I. Introducción

El presente trabajo se encuentra enfocado en la propuesta del diseño de la red de distribución eléctrica en la comunidad Santa María, municipio de San Francisco Libre.

El alcance del estudio pretende abarcar el diseño de los planos eléctricos en AUTOCAD, además presentar el presupuesto del proyecto, cálculos eléctricos y mecánicos, los cuales son requisitos para poder desarrollar proyectos de electrificación, cumpliendo así tanto con las Normas de construcción eléctricas en baja Tensión y Media Tensión de DISNORTE-DISSUR y norma ENEL de ser necesario.

El diseño consiste en llevar la energía a la comunidad Santa María desde el punto más cercano mediante la construcción de una línea de media tensión conectados a un punto existente con un voltaje primario 7.6 kV/13.2 kV (Kilo-Voltios) y Secundario de 120/240 V (Voltios) para la distribución a las viviendas.

Por lo tanto, en este tipo de proyectos de electrificación se implementa el uso de postes de concreto (de 35 y 40 pies de altura) para el tendido de los conductores primarios y secundarios y la utilización de retenidas primarias y secundarias para el anclaje de los postes, además la instalación de transformadores.

Por lo anterior expuesto el diseño debe de cumplir con la normativa del manual de Construcción de Redes de Distribución de Media Tensión 7.6 kV / 13.2 kV de DISNORTE-DISSUR que garantice las condiciones mínimas de sostenibilidad de diseño.

En este marco, el estudio busca presentar, en forma simplificada, los requerimientos que se deben tener en cuenta durante el diseño de un proyecto de electrificación, para las urbanizadoras bajo las normativas vigentes de construcción.

El protocolo está dividido en una pequeña introducción que hace una breve síntesis del trabajo de tesis, lo que se pretende lograr, a continuación, los antecedentes relacionados a los proyectos en comunidades implementados en Nicaragua.

Así como el planteamiento del problema del por qué la necesidad de desarrollarlos y los objetivos del estudio.

Para finalizar la justificación del mismo y su impacto positivo en los estudiantes de grado, así como en la sociedad, se presenta el marco teórico haciendo referencia a la generación y distribución de la energía.

Posteriormente se presenta la metodología de trabajo a seguir para el desarrollo del trabajo de tesis sobre dicho proyecto de electrificación desde el diseño de la red de media tensión cumpliendo con las normas de construcción eléctrica vigente en el país.

Ubicación del proyecto

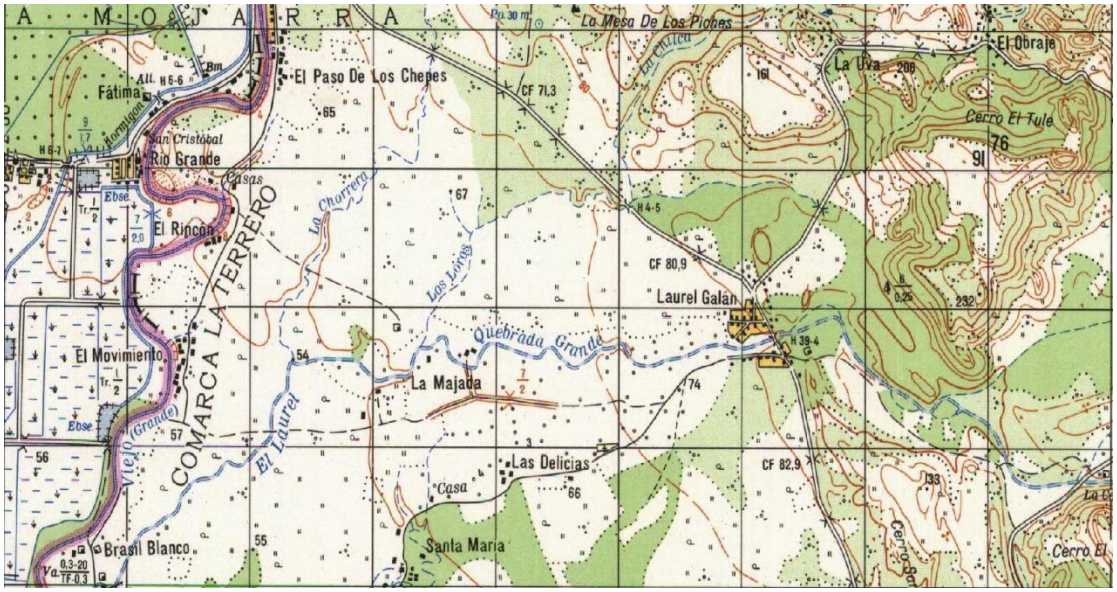


Ilustración 1. Mapa de ubicación del proyecto

II. Antecedente

En 2001, sólo el 47% de la población de Nicaragua tenía acceso a la electricidad. Los programas de electrificación desarrollados por la antigua Comisión Nacional de Energía (CNE) con recursos del Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica Nacional (FODIEN).

En 2004, la Comisión Nacional de Energía (CNE) desarrolló el Plan Nacional de Electrificación Rural (PLANER), que estableció objetivos y cifras de inversión para el período 2004-2013.

En el 2006 el gobierno a través del Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial y el Fondo de Contravalor Suizo para la Electrificación Rural (FCOSER), han aumentado el acceso a la energía a un 55% (el 68% según el censo, que también tiene en cuenta las conexiones ilegales)

Esta política de electrificación Rural fue aprobada en septiembre de 2006 como guía principal para la implementación del PNER. Sin embargo, las fuentes de financiación para la electrificación rural son limitadas. El Fondo para el Desarrollo de la Industria Eléctrica Nacional (FODIEN) recibe sus recursos de las concesiones y licencias otorgadas por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

Debido a que, los fondos no han sido suficientes, el Banco Mundial (a través del proyecto PERZA) y el gobierno suizo (a través de FCOSER) también han aportado fondos y ayuda para avanzar con los objetivos de la electrificación rural en el país.

Por lo tanto, esta cobertura todavía se encuentra entre las más bajas de la región y muy inferior al promedio del 94,6% de América Latina y el caribe. La cobertura en las áreas rurales es inferior al 40%, mientras que en áreas urbanas alcanza el 92%.

1

[1] PNER: Plan Nacional de Electrificación Rural
FCOSER: Fondo de Contravalor Suizo para la Electrificación Rural

III. Justificación

La normalización de las redes eléctricas es una parte fundamental en este proceso de electrificación. Se debe realizar un proyecto, basado en un diseño de redes de distribución eléctrica que cumpla con dos objetivos: brindar el servicio de energía eléctrica a las comunidades y urbanizaciones.

El proyecto debe constar con la propuesta de un diseño de las redes eléctricas que cumpla con las normas de construcción eléctrica DISNORTE–DISSUR, que permite la instalación de las redes de media tensión y baja tensión, que a su vez garantice la conservación del medio ambiente.

El diseño también contempla la instalación de medida centralizada como método de comercialización de la energía, este tipo de medida brinda mayor seguridad al operador de red, ya que no permite la manipulación de los medidores de energía y la gestión comercial es más efectiva.

El diseño de redes eléctricas propuesto en este documento asegura el cumplimiento total de las necesidades, teniendo en cuenta una proyección a futuro de la urbanización, una mejora en la calidad del servicio de energía y que permita a la empresa de energía ver esta recuperación como una inversión.

Es importante destacar que este proyecto impactará positivamente en los estudiantes, docentes y personas externas que desearan conocer y adentrarse en el diseño y cálculo para electrificación de urbanizaciones bajo las normas de construcción en media y baja tensión, ya que es importante, tanto en el área de servicio de operación y mantenimiento como en la construcción.

IV. Objetivos

4.1 Objetivo General

- Realizar un diseño de la red de distribución eléctrica en la comunidad Santa María, municipio de San Francisco Libre.

4.2 Objetivo Especifico

- Planificar un estudio de campo en la zona que nos permita conocer cuál es el punto más cercano para conectarse a la red eléctrica nacional con el apoyo de GPS.
- Elaborar los planos eléctricos de la red de electrificación cumpliendo con las normas eléctricas de construcción ENEL y DISNORTE-DISSUR.
- Proyectar el estudio de costo del proyecto de electrificación tanto de la red de media tensión como la red interna domiciliar.
- Realizar el cálculo de transformadores que cumplan con la demanda requerida.

V. Marco Teórico

5.1 Redes de distribución eléctrica

La distribución de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico en la que la energía es llevada desde las subestaciones de alta tensión hasta las subestaciones de distribución o entre dos subestaciones de distribución.

En Nicaragua el proceso de distribución, según el código de instalaciones eléctricas CIEN, lo componen "todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados para transporte y transformación de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 110 V y menores a 36,6 kV". [1]

5.2 Redes de distribución de energía eléctrica según su tensión nominal

- Redes de distribución de media tensión o primarias

Es el conjunto de equipos o elementos que se utilizan para transportar la energía eléctrica desde una subestación de distribución hasta un centro de transformación de media tensión, el cual puede pertenecer a una subestación de distribución de menor capacidad MT/MT o una subestación de distribución tipo poste MT/BT.

Se considera una red de distribución primaria cuando los niveles de tensión son de Media Tensión (MT), considerados superiores a 1000 V e inferior a 36,6 kV.[2]

[1] Código instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN)
[2] Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN)

- Redes de distribución de baja tensión o secundarias

Es el conjunto de equipos o elementos que se necesitan para transportar la energía eléctrica a tensiones nominales menores o iguales a 1000V. 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

5.3 Redes de distribución de energía eléctrica según su ubicación geográfica

- Redes de distribución urbana

Son las redes de distribución ubicadas dentro de las ciudades y/o en el sector urbano de los municipios. Las principales características delas redes de distribución urbana son las siguientes:

a) Usuarios muy concentrados.
b) Cargas monofásicas y trifásicas.
c) En general se usan postes de concreto.
d) Es necesario coordinar los trazados de la red eléctrica con las redes telefónicas, redes de acueducto, alcantarillados y otras redes, igualmente tener en cuenta los parámetros de las edificaciones.
e) Mayor densidad de clientes industriales y comerciales.
f) La separación entre apoyos de media y baja tensión es de máximo 50m.
g) En caso de mantenimientos preventivos se procura realizar trabajos en tensión para no realizar cortes del servicio.

- Redes de distribución rural

Estas redes son las encargadas de llevar el servicio de energía eléctrica a zonas dispersas de los municipios. Las áreas rurales no cuentan con calles y no están organizados por manzanas. Por lo general se encuentran en zonas dedicadas a la agricultura y la ganadería. Las principales características de las redes de distribución rural son las siguientes:

a) Usuarios dispersos.
b) Principalmente cuenta con usuarios residenciales.
c) Poca demanda de energía.
d) Promedio de distancias entre apoyos es mayor a 50m.
e) Dificultad para acceder a algunos tramos de las redes.
f) Presencia de fallas en los circuitos debido al contacto de las redes con las ramas de los árboles.

5.4 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción

- Redes de distribución subterráneas

Este tipo de redes consiste en instalar los conductores eléctricos debajo de las calles, ocultos a la vista, ya sea directamente o por medio de tuberías o ductos. Los conductores utilizados son aislados de acuerdo al voltaje de operación y conformados por varias capas aislantes y cubiertas protectoras. Este tipo de redes es utilizado principalmente en ciudades donde por razones de urbanismo, estética, o condiciones de seguridad no es aconsejable o no se puede utilizar el sistema aéreo. Adicionalmente, las redes de distribución eléctrica subterránea presentan ciertas ventajas para la labor del mantenimiento y calidad del servicio en cuanto a continuidad. Algunas de estas son:

a) La mayor parte de los daños que se presentan en redes aéreas no afectan a las redes subterráneas.
b) No interfieren con el aspecto de las ciudades, pues no están a la vista.
c) Son mucho más seguras porque no están expuestas a aves ni a humanos.
d) No están expuestas a vandalismo.
e) Se evitan realizar algunos planes de mantenimiento preventivo como poda y lavado.
f) Este tipo de redes también presenta unas desventajas en comparación con las redes aéreas. Algunas de estas son:
g) La inversión inicial es mucho mayor.
h) Se dificulta la localización de daños o causas de falla.
i) El mantenimiento es más complicado y reparaciones más demoradas.
j) Están expuestas a la humedad y a la acción de roedores si no se tienen las precauciones adecuadas en su construcción y/o mantenimiento.

- Redes de distribución aéreas

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 podemos 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 al nivel y tipo de contaminación de la zona.

Estas redes son las que encontramos 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:

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 es menor.

También debemos 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:

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.

- Redes de distribución de energía eléctrica según el tipo de usuarios finales

Aunque en la práctica una sola red de distribución de energía eléctrica puede llegar a todo tipo de usuarios, la finalidad a la cual el usuario destina la energía eléctrica genera diferencias en el comportamiento de la red. Los operadores de red intentarán separar estos sectores por circuitos para mejorar la gestión de los mismos. Una diferencia muy importante entre este tipo de redes son las horas pico o de mayor consumo.

Existen redes de distribución eléctrica para cargas:

- Residenciales.
- Comerciales.
- Industriales.

5.5 Redes aéreas de distribución eléctrica

En Nicaragua, las redes aéreas para la distribución de energía eléctrica son las más utilizadas, esto debido, principalmente, al costo de construcción de redes subterráneas.

- **Materiales**

Todos los materiales usados en las instalaciones eléctricas de Nicaragua, incluyendo los utilizados para la construcción de redes de distribución eléctrica, deben tener una certificación que asegure el cumplimiento de las normas exigidas en el CIEN, norma ENEL para cada uno de los materiales.

Por ejemplo, ESTRUCTURAS DE APOYO Y HERRAJES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN:
"Las redes de distribución se soportarán sobe estructuras tales como torres, torrecillas, postes de concreto en cualquiera de sus técnicas de construcción (armado o pretensado); postes de hierro, postes de madera, acrílicos u otros materiales; siempre que cumplan con los siguientes requisitos y los establecidos en el numeral 17.15 del presente anexo, que les aplique." [2]

[2] Manual de Normas de Construcción de Media 7.6/13.2 KV y baja tensión en Poste Redondo de concreto.

Como en la mayoría de las redes se usan como apoyos los postes, salvo en casos especiales, estos son los que se tendrán en cuenta a continuación para realizar la descripción de materiales utilizados en redes aéreas:

- Postes.
- Conductores.
- Crucetas.
- Aisladores.
- Herrajes.
- Equipos de seccionamiento.
- Transformadores.
- Armados de media tensión.
- Estructuras de media tensión.

5.6 Diseño de 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.

Es importante destacar cada uno de los puntos clave que se deben tener en cuenta al momento de diseñar unas redes aéreas de distribución de media tensión según la normativa para el diseño de redes ENEL y DISNORTE-DISSUR vigente en el año 2016.[3]

[3] Manual de especificaciones técnicas Norma ENEL y manual de construcción de media 7.6/13.2kV.

VI. Metodología

Actualmente en Nicaragua las evaluaciones de proyectos de electrificación se rigen con la metodología desarrollada por el SNIP (Sistema nacional de inversiones públicas). Al ser esta metodología genérica para todos los posibles proyectos de electrificación rural, pierde claridad para las evaluaciones de pequeñas localidades aisladas.

Asimismo, si bien esta metodología permite incorporar los beneficios sociales asociados a la llegada de electrificación continua, en la práctica esta evaluación se torna compleja.

Por tal razón, se hace necesaria la visita al sitio o localidad para una evaluación de la demanda y análisis de los recursos energéticos, punto de conexión más cercano de la red de media tensión.

En esta metodología se hace un análisis de los pasos a realizar en el diseño de electrificación, así como los criterios que se tienen que considerar para poder ser aplicados, contemplando las normas de construcción eléctrica en media y baja tensión.

Breve descripción de cómo realizar el diseño eléctrico en una zona rural:

1. El diseño eléctrico de una red eléctrica comienza cuando el ingeniero eléctrico visita el lugar.

2. Teniendo en cuenta la ubicación de la comunidad se busca el punto más cercano de conexión, que para este caso será la comunidad Santa María ubicada en el municipio de San Francisco Libre.

3. Desde ahí se comienza a recorrer la trayectoria por donde se construirá la línea. Esto se realiza levantando con un GPS la trayectoria y anotando las observaciones geográficas del camino.

4. Se van anotando las casas ubicadas sobre la trayectoria de la línea construir.

5. Teniendo esta información digital, se comienza a trazar la red con los parámetros eléctricos obtenidos en los manuales de construcción eléctrica.
6. Se dibujan en el plano los postes de concreto de 35 pies o de 40 pies según sea necesario. Se utilizarán retenidas en los puntos donde se forme ángulos mayores a los cinco (5) grados. Se dibuja la línea primaria (primario y neutro) o secundaria cercana a las viviendas.

7. Luego de tener la línea dibujada se comienza la descripción del estaqueo, que no es más que decir lo que se instalará en cada punto o poste.

8. Adicionalmente se realizan los cálculos de caída de tensión, transformador y retenidas.

9. Al final se realizan los presupuestos de acometidas e instalaciones eléctricas, así como el presupuesto global.

VII. Diseño de la red de distribución eléctrica

Cálculos para el diseño de la comunidad Santa María

En este capítulo se presentan todos los cálculos y realizados para realizar el diseño de las redes de media y baja tensión en la comunidad Santa María.

Los cálculos se realizan con la finalidad de demostrar y asegurar que el diseño cumple con las normas establecidas en la norma ENEL y DISNORTE-DISSUR y en el Proyecto Tipo de Redes Aéreas del SIEPAC.

1. Delimitación de la zona

El presente diseño se hace para la normalización de redes en la comunidad Santa María del municipio de San Francisco Libre en el Departamento del Managua. Teniendo en cuenta el lugar de desarrollo del proyecto y los gráficos establecidos en el Proyecto de ENEL se pudo establecer la zona de viento.

El proyecto consiste en conectarse en el punto más cercano de la Red Nacional con una Línea de Media Tensión en un voltaje primario de 7.6/13.2 kV y Secundario de 120/240 V a la comunidad Santa María en San Francisco Libre del Departamento de Managua.

Electrificando toda la urbanización con la utilización de postes de concreto (de 35 y 40 pies de altura) para el tendido de los conductores primarios y secundarios, utilización de retenidas primarias y secundarias para el anclaje de los postes, instalación de dos transformadores Monofásicos de 10kVA y además se incorporará a este proyecto las instalaciones de todas las acometidas e instalaciones internas básicas de las viviendas.

2. Diseño del plano preliminar

Para realizar los cálculos eléctricos es necesario conocer las distancias y potencias proyectadas a transportar, entre otros parámetros, por lo que se hace necesaria la elaboración de un plano preliminar. Para la elaboración de este plano debemos realizar el levantamiento físico y/o cartográfico del área de diseño.

3. Levantamiento del diseño

El primer paso para elaboración del plano es realizar el levantamiento y/o recolección de información respecto al área de diseño, que nos debe entregar como resultado los siguientes datos:

- ✓ Descripción de la finalidad con la que se está usando la vivienda.
- ✓ Nivel de tensión y número de fases de las acometidas de los usuarios.
- ✓ Ubicación y clasificación de las redes existentes según nivel de tensión.
  Ubicación y distancias entre postes.
- ✓ Cantidad, ubicación y códigos de las placas de identificación de transformadores, donde se conoce como CT la placa de color blanco y MT la placa de color amarillo.
- ✓ Tipo de estructura por apoyo. Alineación AL, ángulo AG, anclaje AC, etc.
- ✓ Identificación de los apoyos que tienen luminarias de alumbrado público.
- ✓ Fotos de cada poste con sus respectivos armados (**Norma ENEL o DISNORTE** y de cualquier otro punto que se considere importante.
- ✓ Toda la información adicional que se considere relevante para el diseño. Ejemplo: arroyos, canales de aguas lluvias, etc.

Con toda esta información se procedió a la elaboración del plano existente, siguiendo las normativas establecidas por ENEL y DISNORTE-DISSUR.

4. Elaboración de plano

Como segundo paso se procedió a elaborar el plano del proyecto de electrificación y sus nuevas redes, donde se debe establecer la ubicación de los apoyos y las distancias entre estos,

En este plano ubicaron los transformadores, postes primarios y postes secundarios, recorrido de las redes de media y baja tensión, salida de acometidas desde cada poste, se identificaron los usuarios dependiendo del transformador al que se encuentran asociados.

El siguiente diseño eléctrico se ha realizado con las normas vigentes las cuales corresponden a:

NORMAS DE CONSTRUCCIÓN PARA POSTES REDONDO DE CONCRETO 7.6 / 13.2 kV ENEL y DISNORTE-DISSUR

Notas generales

1. Todos los materiales a instalarse deberán ser completamente nuevos y de primera calidad.

2. Las unidades secundarias se construirán con su debida polarización.

3. Solamente DISNORTE-DISSUR podrá energizar los bancos de transformadores.

4. El contratista debe gestionar ante la instancia correspondiente el permiso ambiental de poda.

5. Todo material existente que se retire del sitio debe entregarse a DISNORTE-DISSUR.

6. Se realizó diseño tomando en cuenta las indicaciones sobre retenidas dobles, conforme la reunión MEM-DISNORTE y norma ENEL 98.

7. El punto de medición se dispondrá frontal o diagonal al poste más cercano, considerando los detalles de acometidas y medidas según el caso, una vez construida la línea de MT y BT.

8. El contratista deberá considerar en su oferta los costos por remoción e instalación de los postes y triplex existentes ubicados desde el punto p1 al p8.

La simbología a utilizarse será la siguiente:

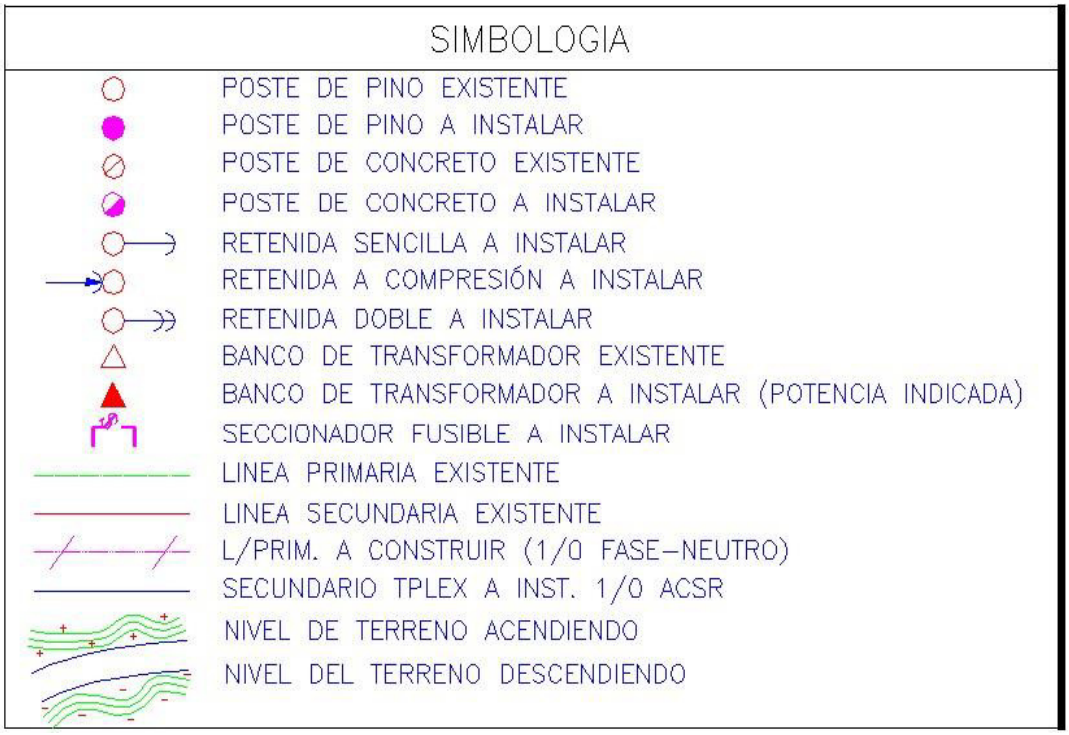


Ilustración 2. Simbología utilizada en el diseño

Los cálculos eléctricos para la red de media tensión nos van a permitir seleccionar los conductores de media y baja tensión que se usarán en el diseño. Para la selección del conductor se deben realizar dos cálculos fundamentales: Corriente nominal y regulación de tensión.

En el diseño de las redes de distribución de la comunidad Santa María, para realizar los cálculos realizados de Retenidas, Cálculo del Centro de Transformación, estaqueo, cálculo de caída de tensión, presupuesto etc. se utilizó la herramienta Excel para facilitar los cálculos. Esta herramienta realiza los cálculos eléctricos de acuerdo a las normativas establecidas para la construcción de redes eléctricas de MT y BT por DISNORTE-DISSUR y ENEL.

7.1. Planos eléctricos

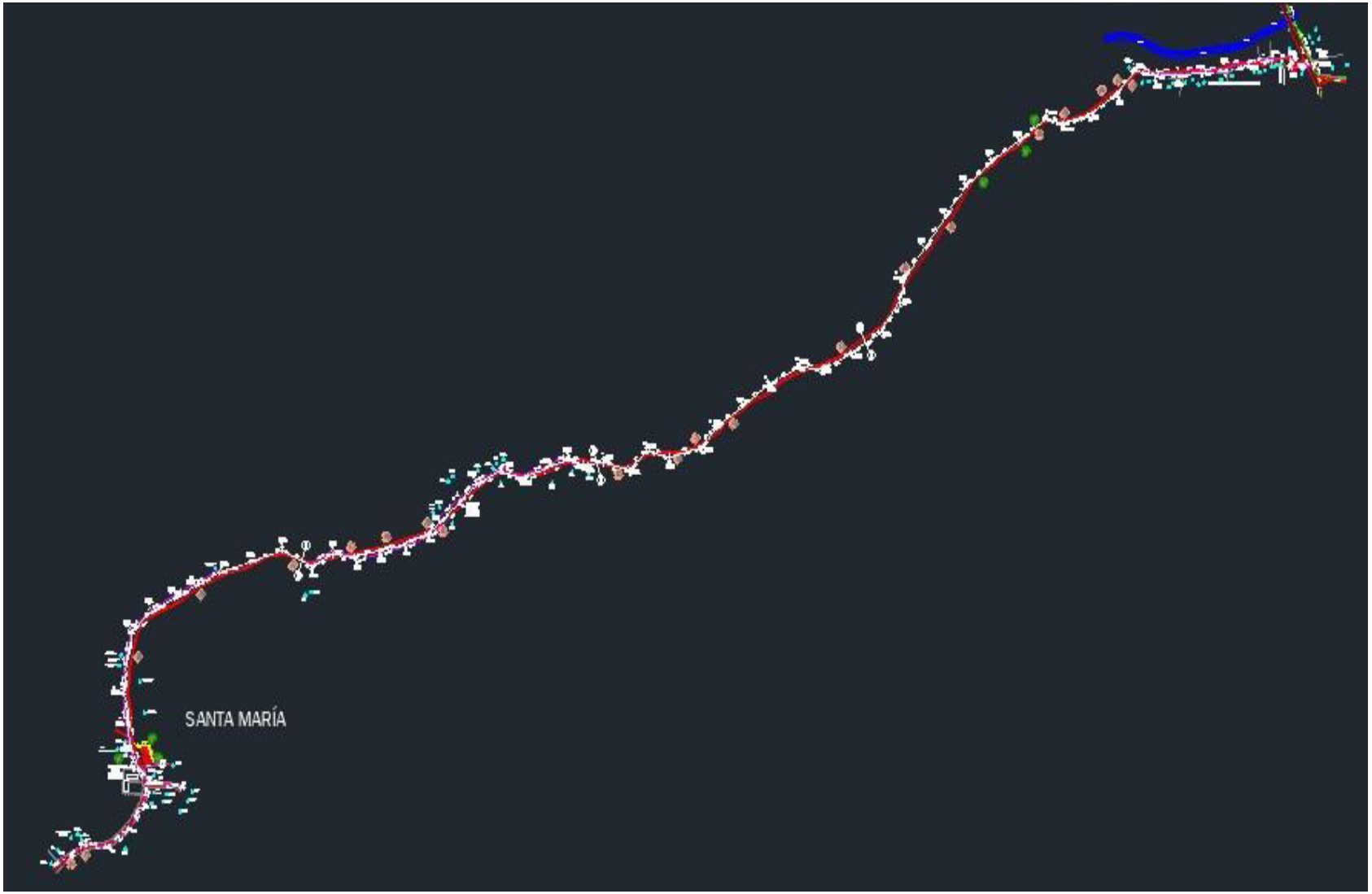


Ilustración 3. Diagrama del recorrido de la red de distribución (Ver Anexos)

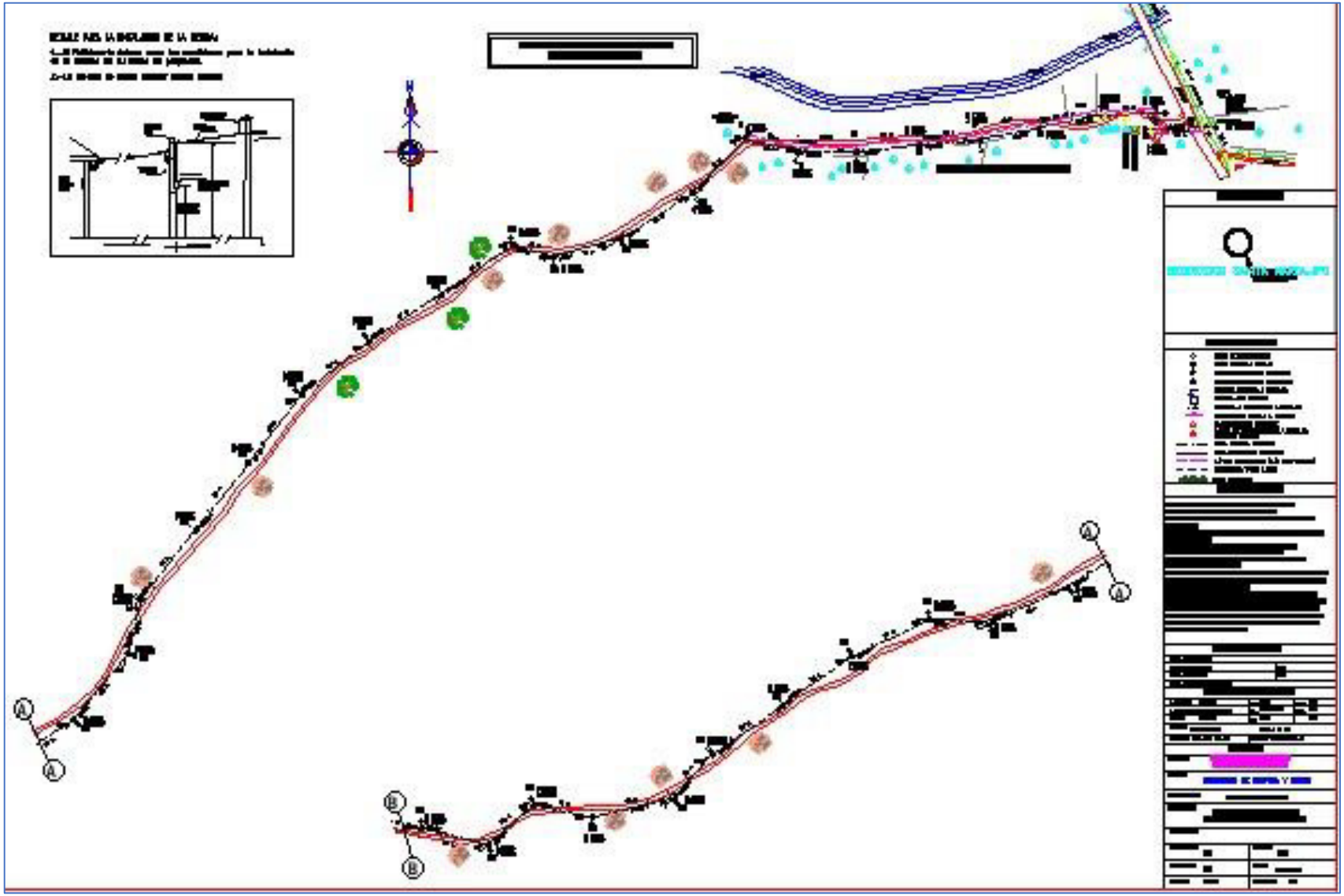


Ilustración 4. Plano del diseño de la red distribución (Ver Anexos)

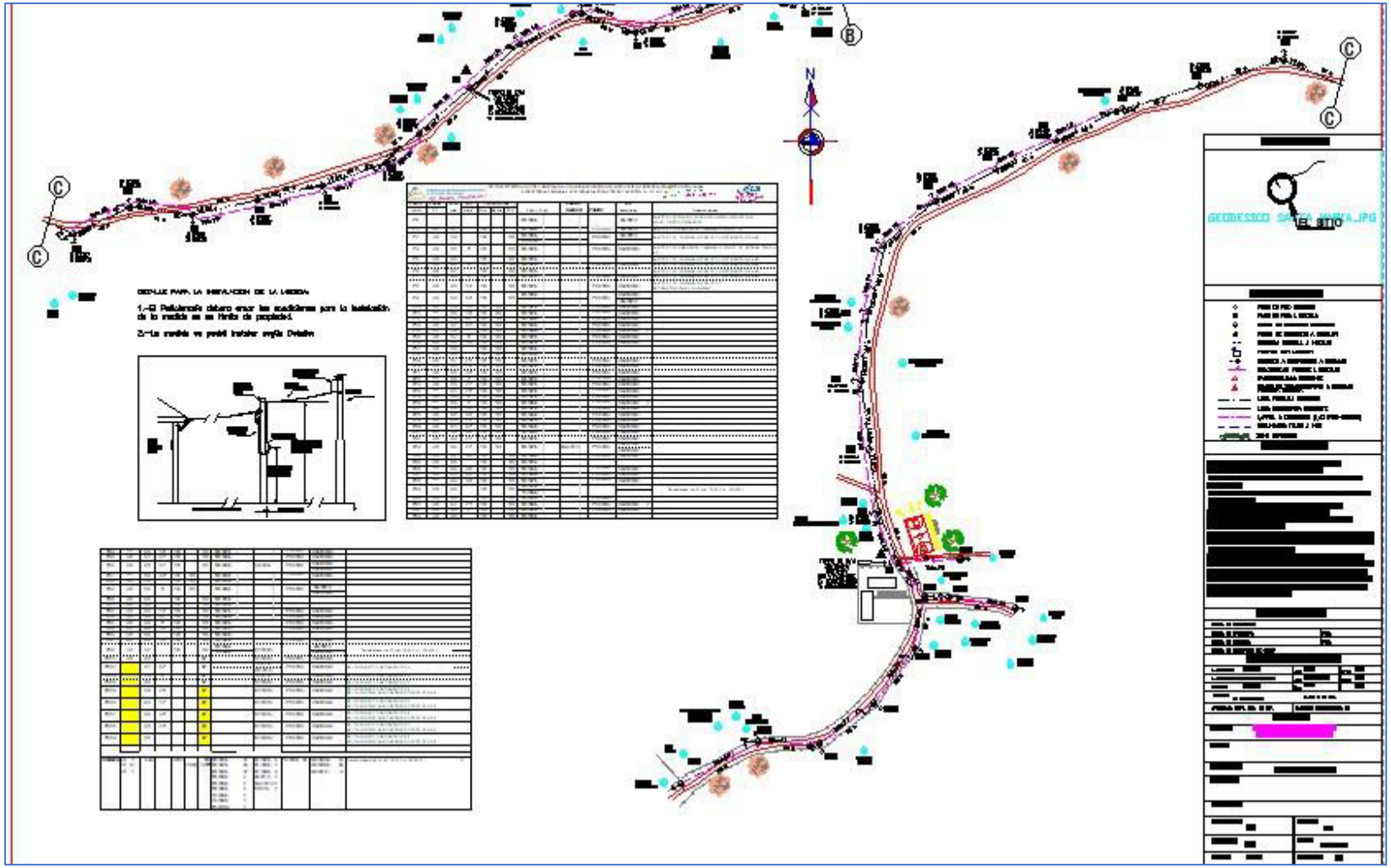


Ilustración 5. Plano de detalle de la red distribución (Ver Anexos)

7.2. Estaqueo

Tabla 1: Datos de estaqueo de la red de distribución

ESTRUCTURAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS EN POSTES DE CONCRETO 7.6 /13.2 KV										
PUNTO	Postes	Vano	Ang.	Conductor Mts			Estruc. Prim.	Polariz.	Inst.	Observaciones
Inicio	PC	(mts)	grds °	Prim.	Neutro	TPX			Retenidas	
PE							MT-105/C		HA-108 /c	EXISTE PC 40' TR-105/C 15 KVA 3520-120071 [121314], 2HA-100b/C, DE-BT/C EMBASADO.
P1	35'	51		1/0			MT-104/C	PR-101/C	HA-108 /c	EXISTE PC 30' EMBASADO, CAMBIARLO POR PC 35'.
P2	35'	16		1/0		1/0	MT-104/C PR-205/C	PR-101/C	HA-108 /c	EXISTE PC 30', CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2.
P3	35'	54	8°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	EXISTE PC 30' EMBASADO, CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2.
P4	35'	64		1/0		1/0	MT-101/C			EXISTE PC 30', CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2.
P5	35'	60	6°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	EXISTE PC 30', CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2.
P6	35'	62		1/0		1/0	MT-101/C			EXISTE PC 30', CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2.
P7	35'	63	5°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	EXISTE PC 30', CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2.
P8	35'	58	13°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	EXISTE PC 30', CAMBIARLO POR PC 35'. RETIRAR TRIPLEX # 2 Y HA-100a/C
P9	35'	54	59°	1/0		1/0	MT-104/C	PR-101/C	HA-100 b/c HA-108 /c	
P10	35'	75	14°	1/0	1/0		MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P11	35'	85	16°	1/0	1/0		MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P12	35'	70	32°	1/0	1/0		MT-103/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P13	35'	42	51°	1/0	1/0		MT-103/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P14	35'	86		1/0	1/0		MT-106/C	PR-101/C	HA-100 b/c 2	
P15	35'	87	5°	1/0	1/0		MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P16	35'	85	13°	1/0	1/0		MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P17	35'	85		1/0	1/0		MT-101/C			
P18	35'	85		1/0	1/0		MT-101/C			
P19	35'	87	24°	1/0	1/0		MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	
P20	35'	55	25°	1/0	1/0		MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c	

Tabla 2: Datos de estaqueo de la red de distribución

P21	35'	85	19°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P22	35'	85	7°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P23	35'	85	27°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P24	35'	61	28°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P25	35'	85	9°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P26	35'	85	1°	1/0	1/0		MT-106/C		PR-101/C	HA-100 b/c 2	
P27	35'	85	13°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P28	35'	58	34°	1/0	1/0		MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P29	35'	84	24°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P30	35'	61	52°	1/0	1/0		MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P31	35'	59	55°	1/0	1/0		MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P32	35'	69	21°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P33	35'	54	22°	1/0	1/0		MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c HA-100 a/c	
P34	35'	42	33°	1/0		1/0	MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P35	35'	65		1/0		1/0	MT-101/C				
P36	35'	65	36°	1/0		1/0	MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P37	35'	55	43°	1/0		1/0	MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P38	35'	66	16°	1/0		1/0	MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P39	40'	65		1/0		1/0	MT-101/C TR-104/C				Transformador de 10 kva, 7.6/13.2 kv, 120/240 v
P40	35'	65		1/0		1/0	MT-101/C		PR-101/C		
P41	35'	42	21°	1/0		1/0	MT-106/C		PR-101/C	HA-100 b/c 2	
P42	35'	65	8°	1/0		1/0	MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P43	35'	65		1/0		1/0	MT-101/C				
P44	35'	65	18°	1/0		1/0	MT-102/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P45	35'	61	31°	1/0		1/0	MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P46	35'	60	47°	1/0		1/0	MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c HA-100 a/c	
P47	35'	86	39°	1/0	1/0		MT-103/C		PR-101/C	HA-100 b/c	
P48	35'	85		1/0	1/0		MT-101/C				
P49	35'	85	9°	1/0	1/0		MT-106/C		PR-101/C	HA-108 /c HA-100 b/c	
P50	35'	65		1/0		1/0	MT-101/C				
P51	35'	65		1/0		1/0	MT-101/C				

Tabla 3: Datos de estaqueo de la red de distribución

P52	35'	65	13°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c		
P53	35'	65	37°	1/0		1/0	MT-103/C	PR-101/C	HA-100 b/c		
P54	35'	65	8°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c		
P55	35'	65	13°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c		
P56	35'	66		1/0		1/0	MT-101/C				
P57	35'	60	13°	1/0		1/0	MT-102/C	PR-101/C	HA-100 b/c		
P58	35'	52		1/0		1/0	MT-105/C TR-105/C		HA-108 /c HA-100 a/c 2	Transformador de 10 kva, 7.6/13.2 kv, 120/240 v	
P58.1	30'	60				#2		PR-101/C	HA-100 a/c		
P58.2		41	52°			#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P1.	
P58.3		23	9°			#2			HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P2.	
P58.4		65				#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P3.	
P58.5		50	25°			#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P4. REUTILIZAR TRIPLEX # 2 RETIRADO DESDE P1 A P8.	
P58.6		65	17°			#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P5. REUTILIZAR TRIPLEX # 2 RETIRADO DESDE P1 A P8.	
P58.7		65	38°			#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P6. REUTILIZAR TRIPLEX # 2 RETIRADO DESDE P1 A P8.	
P58.8		60	29°			#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P7. REUTILIZAR TRIPLEX # 2 RETIRADO DESDE P1 A P8.	
P58.9		85				#2		PR-101/C	HA-100 a/c	REUTILIZAR PC 30' RETIRADO DE P8. REUTILIZAR TRIPLEX # 2 RETIRADO DESDE P1 A P8.	
TOTALES	30' 1	4,399		3,885		189	MT-101/C 12	PR-101/C 54	HA-100 a/C 13	Transformador de 10 kva, 7.6/13.2 kv, 120/240 v	2
	35' 57				2,054	1,780	MT-102/C 26		HA-100 b/C 46		
	40' 1						MT-103/C 12		HA-108 /C 6		
							MT-104/C 3				
							MT-105/C 2				
							MT-106/C 4				
							TR-104/C 1				
							TR-105/C 1				
							PR-205/C 1				

7.3. Cálculo de transformadores.

Tabla 4 Datos del cálculo de transformadores de la red de distribución

Cálculo de Transformadores

CENSO DE CARGA TIPICO POR VIVIENDA			
No.	Descripción	Potencia (Kw)	Potencia Total (Kw)
3	Lamparas incandescentes de 40 W	0.08	0.24
1	Televisor	0.05	0.05
1	Radio 50W	0.05	0.05
Fp	0.95	TOTAL (KW)	0.44 kW
Fd	0.8	Los KVA resultante es:	0.37 KVA

Fp: Factor de Potencia.

Fd: Factor de Distribucion.

CALCULO DE TRANSFORMADOR				
No. DE VIVIENDAS	Fc. DE SIMULT.	POTENC. (KVA)	TF SELEC. (KVA)	PUNTO DE UBICACION
16	0.5	3.98	10	P39
23	0.5	5.73	10	P58
TOTAL 39		9.7 kVA	20 kVA	

Crecimiento Anual de Carga	3.00%
Numero de Años Proyectos	10 años

Calculo de Fusible tipo K (Para la red por fase)			
Derivacion	TF Mayor	Σ TF Restante	Fusible Selec.
			7.6
P1-P58.9	10 KVA	10 KVA	6 Amp

Para calcular el transformador que se usará en el proyecto se necesita la potencia de cada casa por el número total de viviendas dividido entre el factor de demanda luego el valor que se obtiene se divide con el factor de potencia: $(P * \frac{N° \, de \, viviendas}{FD} * FP)$[4]

[4] Ecuación 1

7.4. Cálculo de caída de tensión

Tabla 5: Datos del cálculo de la caída de tensión de la red distribución

Cálculo de Caída de Tensión en Redes de Baja Tensión (120 V, 208 V, 240 V, 120/240 V)													
AREA DE SELECCIÓN DE DATOS GLOBALES E INFORMACION DE PARAMETROS BASICOS PARA EL CALCULO													
Tipo de Red BT:	Rural	Caída Tensión Permisible (Rural)			Niveles de electrificación:				Coeficientes de Simultaneidad:				
Nivel de Electrific.:	Bajo	C.de T. máx. total:	0.05			Bajo	Medio	Alto	No. Sumin.	1	2 a 4	5 a 15	> 15
Factor de Potencia:	0.95	C.de T. máx. en línea:	4,2 %		Rural:	0.90	1.60	2.40	Coeficiente	1	0.8	0.6	0.4
Pot. Singular(Kw):	26	C.de T. máx. en acom.:	0,8 %		Urbana:	3.60	4.80	6.00					
Potencia (Kw):	0.45	Caída Tensión Permisible (Urbana)			Singular:	Mayor de 6 KW							
		C.de T. máx. total:	0.03			Demanda Máxima calculada							
		Comentarios:		Normas U.F									

AREA DE SELECCIÓN Y LLENADO DE DATOS									AREA DE RESULTADOS				
Pto. Inicial	Pto. final	Línea o acometida	Fases	Tensión (V)	Clientes Existentes	Conductor tramo	Nº clientes tramo	Longitud tramo (m)	Potencia tramo (kW)	Intensidad tramo (A)	Momento (P x L) (kW x m)	Caída de T. tramo (%)	C. de T. Acumulada final (%)
Transformador 1													
DERIVACION P39 al P33													
P39	P38	Línea	1F	240/120		Tríp. 1/0	3	65	1.17	5.132	76.05	0.168	0.168
P38	P37	Línea	1F	240/120		Tríp. 1/0	4	66	1.53	6.711	100.98	0.223	0.391
P37	P35	Línea	1F	240/120		Tríp. 1/0	1	120	0.45	1.974	54.00	0.119	0.511
P35	P34	Línea	1F	240/120		Tríp. 1/0	1	65	0.45	1.974	29.25	0.065	0.576
P34	P33	Línea	1F	240/120		Tríp. 1/0	1	42	0.45	1.974	18.90	0.042	0.617

Tabla 6: Continuación de datos del cálculo de la caída de tensión de la red distribución

DERIVACION P39 al P46													
P39	P40	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	5	65	1.80	7.895	117.00	0.259	0.259
P40	P46	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	2	358	0.81	3.553	289.98	0.641	0.900
DERIVACION P58 al P49													
P58	P57	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	4	52	1.53	6.711	79.56	0.176	0.176
P57	P56	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	1	60	0.45	1.974	27.00	0.060	0.236
P56	P55	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	1	66	0.45	1.974	29.70	0.066	0.301
P55	P54	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	2	65	0.81	3.553	52.65	0.116	0.418
P54	P49	Línea	1F	240/120		Trip. 1/0	1	325	0.45	1.974	146.25	0.323	0.741
DERIVACION P58 al P58.9													
P58	P58.2	Línea	1F	240/120		Tríplex 2	8	41	2.61	11.447	107.01	0.370	0.370
P58.2	P58.5	Línea	1F	240/120		Tríplex 2	1	50	0.45	1.974	22.50	0.078	0.448
P58.5	P58.7	Línea	1F	240/120		Tríplex 2	1	130	0.45	1.974	58.50	0.202	0.651
P58.7	P58.8	Línea	1F	240/120		Tríplex 2	3	60	1.17	5.132	70.20	0.243	0.894
P58.8	P58.9	Línea	1F	240/120		Tríplex 2	2	85	0.81	3.553	68.85	0.238	1.132

7.5. Cálculo de retenida

Tabla 7: Datos del cálculo de la retenida para la red de distribución

CALCULO DE RETENIDA HOJA DE ESPECIFICACIONES TECNICAS						
Condiciones Iniciales para estructuras en remate y en ángulos						
DESCRIPCION			**Postes**	**40'**	**35'**	**30'**
Numero de fases	**1**	**Monofasico**	X (m)	10.2	8.8	7.5
Calibre del conductor (fase)	1/0	**ACSR**	Y (m)	7.0	6.5	6.0
Calibre del conductor (neutro)	1/0	**ACSR**	Relación (X/Y)	1.46	1.36	1.24
Calibre del secundario (Barra abierta)	#2	**ACSR**	Fact/Mult (remates)			
Calibre del secundario	1/0	**Tríplex**	Fact/Mult (ángulos)	DE ACUERDO A TABLAS.		
Temperatura ambiente (promedio)	30	**C**	FORMULAS			
Tensión cable retenida (Siemens Martin)	3160	**kg**	Tensión máxima en la línea			
Tensión de ruptura Raven	1987	**kg**	$Tens_{(línea)} = (No_{(fases)} * Tens_{(Cond/prim)} + Tens_{(neutro/sec)})$			
Tensión de ruptura QUAIL	2004	**kg**				
Tensión de ruptura PIGEON	3000	**kg**				
Tensión de ruptura PENGUIN	3787	**kg**	Retensión necesaria			
Tensión de ruptura MERLIN	3937	**kg**				
Tensión de ruptura Sparrow	1293	**kg**	$retens_{(necesaria)} = Fac_{(multiplicación)} * Tens_{(línea)}$			
Tensión máxima 1/0 RAVEN	464	**kg**				
Tensión máxima 1/0 RAVEN	464	**kg**	Número de retenidas			
Tensión máxima #2 SPARROW	330	**kg**	$\#_{(retenidas)} = \frac{retens_{(necesaria)}}{tensión_{(siemens-martin)}}$			
Tensión máxima 3/0 ACSR (Tríplex)	830	**kg**				
Tensión máxima 1/0 ACSR (Tríplex)	559	**kg**				
Tensión máxima #2 ACSR (Tríplex)	362	**kg**				

Tabla 8: continuación de datos del cálculo de la retenida para la red de distribución

CALCULO DE RETENIDA											
PUNTO	POSTE	Est. Primaria	Est. Secund.	Angulo°	Remate	Fc de Mult.	Tens(línea) (kg)	Retens(nesesaria) (kg)	# Retenidas	Retenidas Requeridas	ESTRUCTURA
P1	35'	MT-104 /C				1.50	464	696	0.22	1.00	HA-108 /c
P2	35'	MT-104 /C			ls	1.50	1023	1535	0.49	1.00	HA-108 /c
P3	35'	MT-102 /C		8°		0.21	1023	215	0.07	1.00	HA-100 b/c
P5	35'	MT-102 /C		6°		0.16	1023	164	0.05	1.00	HA-100 b/c
P7	35'	MT-102 /C		5°		0.16	1023	164	0.05	1.00	HA-100 b/c
P8	35'	MT-102 /C		13°		0.37	1023	379	0.12	1.00	HA-100 b/c
P9	35'	MT-104 /C		59°	S	1.50	1023	1535	0.49	1.00	HA-100 b/c
P10	35'	MT-102 /C		14°		0.37	928	343	0.11	1.00	HA-100 b/c
P11	35'	MT-102 /C		16°		0.42	928	390	0.12	1.00	HA-100 b/c
P12	35'	MT-103 /C		32°		0.83	928	770	0.24	1.00	HA-100 b/c
P13	35'	MT-103 /C		51°		1.32	928	1225	0.39	1.00	HA-100 b/c
P14	35'	MT-106 /C				1.50	928	1392	0.44	1.00	HA-100 b/c
P15	35'	MT-102 /C		5°		0.16	928	148	0.05	1.00	HA-100 b/c
P16	35'	MT-102 /C		13°		0.37	928	343	0.11	1.00	HA-100 b/c
P19	35'	MT-102 /C		24°		0.62	928	575	0.18	1.00	HA-100 b/c
P20	35'	MT-102 /C		25°		0.67	928	622	0.20	1.00	HA-100 b/c
P21	35'	MT-102 /C		19°		0.52	928	483	0.15	1.00	HA-100 b/c
P22	35'	MT-102 /C		7°		0.21	928	195	0.06	1.00	HA-100 b/c
P23	35'	MT-102 /C		27°		0.73	928	677	0.21	1.00	HA-100 b/c
P24	35'	MT-102 /C		28°		0.73	928	677	0.21	1.00	HA-100 b/c
P25	35'	MT-102 /C		9°		0.26	928	241	0.08	1.00	HA-100 b/c
P26	35'	MT-106 /C		1°		0.16	928	148	0.05	1.00	HA-100 b/c
P27	35'	MT-102 /C		13°		0.37	928	343	0.11	1.00	HA-100 b/c
P28	35'	MT-103 /C		34°		0.88	928	817	0.26	1.00	HA-100 b/c

Tabla 9: continuación de datos del cálculo de la retenida para la red de distribución

P29	35'	MT-102 /C		24°		0.62	928	575	0.18	1.00	HA-100 b/c
P30	35'	MT-103 /C		52°		1.32	928	1225	0.39	1.00	HA-100 b/c
P31	35'	MT-103 /C		55°		1.41	928	1308	0.41	1.00	HA-100 b/c
P32	35'	MT-102 /C		21°		0.57	928	529	0.17	1.00	HA-100 b/c
P33	35'	MT-102 /C	CSU-BT/C	22°	ls	0.57	928	529	0.17	1.00	HA-100 b/c
P34	35'	MT-103 /C		33°		0.88	1023	900	0.28	1.00	HA-100 b/c
P36	35'	MT-103 /C		36°		0.30	1023	307	0.10	1.00	HA-100 b/c
P37	35'	MT-103 /C		43°		1.12	1023	1146	0.36	1.00	HA-100 b/c
P38	35'	MT-102 /C		16°		0.42	1023	430	0.14	1.00	HA-100 b/c
P41	35'	MT-106 /C		21°		0.57	1023	583	0.18	1.00	HA-100 b/c
P42	35'	MT-102 /C		8°		0.21	1023	215	0.07	1.00	HA-100 b/c
P44	35'	MT-102 /C		18°		0.47	1023	481	0.15	1.00	HA-100 b/c
P45	35'	MT-103 /C		31°		0.83	1023	849	0.27	1.00	HA-100 b/c
P46	35'	MT-103 /C	SU-BT/C	47°	S	1.22	1023	1248	0.39	1.00	HA-100 b/c
P47	35'	MT-103 /C		39°		1.03	928	956	0.30	1.00	HA-100 b/c
P49	35'	MT-106 /C		9°	ls	0.26	928	241	0.08	1.00	HA-108 /c
P52	35'	MT-102 /C		13°		0.37	1023	379	0.12	1.00	HA-100 b/c
P53	35'	MT-103 /C		37°		0.98	1023	1003	0.32	1.00	HA-100 b/c
P54	35'	MT-102 /C		8°		0.21	1023	215	0.07	1.00	HA-100 b/c
P55	35'	MT-102 /C		13°		0.37	1023	379	0.12	1.00	HA-100 b/c
P57	35'	MT-102 /C		13°		0.37	1023	379	0.12	1.00	HA-100 b/c
P58	35'	MT-105 /C	BT-103/C		**P**	1.50	1023	1535	0.49	1.00	HA-108 /c
P58.1	30'		BT-104/C		S	1.50	362	543	0.17	1.00	HA-100 a/c
P58.2			F2-BT/C	52°		1.32	362	478	0.15	1.00	HA-100 a/c
P58.3			F2-BT/C	9°		0.26	362	94	0.03	1.00	HA-100 a/c

Tabla 10: continuación de datos del cálculo de la retenida para la red de distribución

P58.4			BT-104/C		S	1.50	362	543	0.17	1.00	HA-100 a/c
P58.5			BT-102/C	25°		0.67	362	243	0.08	1.00	HA-100 a/c
P58.6			BT-102/C	17°		0.47	362	170	0.05	1.00	HA-100 a/c
P58.7			BT-102/C	38°		0.98	362	355	0.11	1.00	HA-100 a/c
P58.8			BT-102/C	29°		0.78	362	282	0.09	1.00	HA-100 a/c
P58.9			BT-104/C		S	1.50	362	543	0.17	1.00	HA-100 a/c
		Remate Primario		P							
		Remate Secundario		S							
		Inicio Secundario		Is							
Nota:											
Los valores del "Factor de multiplicación" son obtenidas de valores directos de tabla, de acuerdo a la relación X/Y y al ángulo formado en la línea.											

7.6. Presupuesto

Tabla 11: Presupuesto general de instalaciones internas y acometidas

LISTADO DE MATERIALES CON SUS COSTOS UNITARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES INTERNAS Y ACOMETIDAS															
													Acometidas Domiciliares		39
													Instalaciones Domiciliares		39
Breve Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precios Unitarios C$			VALOR CONTRATO Precios Totales C$									
			Materiales	Mano de Obra	Transp.	Materiales			Mano de Obra		Transp.		Total General		
A- ACOMETIDAS DOMICILIARES															
Conductor Duplex # 6 ACSR	mts	1,170	C$	15.98	C$ 3.20	C$ 2.30	C$	18,697.55	C$	3,739.51	C$	2,692.45	C$	25,129.51	
Varilla de Remate Preformada para conductor # 6 ACSR	Unid.	78	C$	10.79	C$ 2.16	C$ 1.55	C$	841.79	C$	168.36	C$	121.22	C$	1,131.37	
Conector a Compresión tipo C con separador 2-1/0 ACSR a # 6-1/0	Unid.	78	C$	7.47	C$ 1.49	C$ 1.08	C$	582.78	C$	116.56	C$	83.92	C$	783.26	
Aislador para Acometida (porcelana)	Unid.	39	C$	26.77	C$ 5.35	C$ 3.86	C$	1,044.15	C$	208.83	C$	150.36	C$	1,403.34	
							C$	21,166.27	C$	4,233.25	C$	3,047.94			
SUBTOTAL ACOMETIDAS													C$	28,447.47	

Tabla 12: Continuación presupuesto general de instalaciones internas y acometidas

B- INSTALACIONES INTERNAS																		
Panel de 2 espacios C-H o similar y accesorios, 120/240 v 70 A	Unid.	39	C$	148.39	C$	29.68	C$	21.37	C$	5,787.34	C$	1,157.47	C$	833.38	C$	7,778.18
Breakers de 15 Amperios 1 Polo C-H o similar	Unid.	39	C$	82.19	C$	16.44	C$	11.83	C$	3,205.29	C$	641.06	C$	461.56	C$	4,307.92
Varilla de Cobre Galvanizado de 5/8"x 4' para varilla de polo a tierra	Unid.	39	C$	162.09	C$	32.42	C$	23.34	C$	6,321.55	C$	1,264.31	C$	910.30	C$	8,496.17
Conector de Cobre para varilla 5/8"	Unid.	39	C$	51.89	C$	10.38	C$	7.47	C$	2,023.54	C$	404.71	C$	291.39	C$	2,719.64
Tomacorriente doble, polarizado, superficial, 120 V , 15 A	Unid.	39	C$	22.83	C$	4.57	C$	3.29	C$	890.36	C$	178.07	C$	128.21	C$	1,196.64
Apagador superficial sencillo (Ticino)	Unid.	39	C$	15.77	C$	3.15	C$	2.27	C$	615.16	C$	123.03	C$	88.58	C$	826.77
Cepo plástico (Ticino / Eagle)	Unid.	39	C$	16.81	C$	3.36	C$	2.42	C$	655.63	C$	131.13	C$	94.41	C$	881.16
Lampara Compacta de Alta Eficiencia 15 Watt	Unid.	39	C$	19.09	C$	3.82	C$	2.75	C$	744.66	C$	148.93	C$	107.23	C$	1,000.83
Grapas plásticas TSJ 3x12 y 2x12	Unid.	975	C$	1.66	C$	0.33	C$	0.24	C$	1,618.84	C$	323.77	C$	233.11	C$	2,175.71
Cable Triplex TSJ 3x12	Mts	156	C$	16.60	C$	3.32	C$	2.39	C$	2,590.14	C$	518.03	C$	372.98	C$	3,481.14
Cable Duplex TSJ 2x12	Mts	234	C$	12.66	C$	2.53	C$	1.82	C$	2,962.47	C$	592.49	C$	426.60	C$	3,981.56
Cable Duplex TSJ 2x8	Mts	117	C$	50.02	C$	10.00	C$	7.20	C$	5,852.09	C$	1,170.42	C$	842.70	C$	7,865.21
Alambre de cobre solido forrado # 8 THHN	Mts	117	C$	7.68	C$	1.54	C$	1.11	C$	898.45	C$	179.69	C$	129.38	C$	1,207.52
Conector Romex Ø 1/2"	Unid.	156	C$	9.96	C$	1.99	C$	1.43	C$	1,554.08	C$	310.82	C$	223.79	C$	2,088.69
									C$	35,719.60	C$	7,143.92	C$	5,143.62		
SUB TOTAL INSTALACIONES INTERNAS															**C$**	**48,007.15**
SUB TOTAL GENERAL = (INSTALACIONES INTERNAS + ACOMETIDAS); C = (A + B)															**C$**	**76,454.62**
IVA; D = 15% (C)															**C$**	**11,468.19**
TOTAL GENERAL; D = C + D															**C$**	**87,922.81**

Tabla 13: Presupuesto general para el montaje de la red de distribución

Descripción	Unidad	Cantidad	Materiales(C$)	Mano Obra (C$)	Transporte	Unitarios	Materiales(C$)	Mano de Obra(C$)	Transporte	Mat + MO+Trans
Línea Primaria (No. 1/0 ACSR)	m	3885	C$ 35.91	C$ 10.06	C$ 6.89	C$ 52.86	C$ 139,513.26	C$ 39,063.71	C$ 26,786.55	C$ 205,363.52
Conductor Neutro No. 1/0 ACSR	m	2,054	C$ 35.91	C$ 10.06	C$ 6.89	C$ 52.86	C$ 73,760.68	C$ 20,652.99	C$ 14,162.05	C$ 108,575.72
Línea Secundaria (Triplex No. 1/0 ACSR)	m	1,780	C$ 137.05	C$ 38.37	C$ 26.31	C$ 201.74	C$ 243,952.67	C$ 68,306.75	C$ 46,838.91	C$ 359,098.32
Poste de Concreto de 30'	c/u	9	C$ 7,417.54	C$ 2,076.91	C$ 1,424.17	C$ 10,918.62	C$ 66,757.87	C$ 18,692.20	C$ 12,817.51	C$ 98,267.59
Poste de concreto de 35'	c/u	57	C$ 9,737.20	C$ 2,726.42	C$ 1,869.54	C$ 14,333.16	C$ 555,020.52	C$ 155,405.75	C$ 106,563.94	C$ 816,990.21
Poste de Concreto de 40'	c/u	1	C$ 13,680.04	C$ 3,830.41	C$ 2,626.57	C$ 20,137.02	C$ 13,680.04	C$ 3,830.41	C$ 2,626.57	C$ 20,137.02
Transformador de 10 kva, 7.6/13.2 kv, 120/240 v	c/u	2	C$ 31,449.24	C$ 8,805.79	C$ 6,038.25	C$ 46,293.28	C$ 62,898.48	C$ 17,611.57	C$ 12,076.51	C$ 92,586.56
TR2-104/C	c/u	1	C$ 8,649.95	C$ 2,421.99	C$ 1,660.79	C$ 12,732.72	C$ 8,649.95	C$ 2,421.99	C$ 1,660.79	C$ 12,732.72
TR2-105/C	c/u	1	C$ 8,649.95	C$ 2,421.99	C$ 1,660.79	C$ 12,732.72	C$ 8,649.95	C$ 2,421.99	C$ 1,660.79	C$ 12,732.72
PR2-205/C	c/u	1	C$ 4,195.24	C$ 1,174.67	C$ 805.49	C$ 6,175.39	C$ 4,195.24	C$ 1,174.67	C$ 805.49	C$ 6,175.39
MT-101/C	c/u	12	C$ 4,170.52	C$ 1,167.74	C$ 800.74	C$ 6,139.00	C$ 50,046.19	C$ 14,012.93	C$ 9,608.87	C$ 73,667.99
MT102	c/u	26	C$ 1,112.14	C$ 311.40	C$ 213.53	C$ 1,637.07	C$ 28,915.58	C$ 8,096.36	C$ 5,551.79	C$ 42,563.73
MT103	c/u	12	C$ 1,598.70	C$ 447.64	C$ 306.95	C$ 2,353.28	C$ 19,184.37	C$ 5,371.62	C$ 3,683.40	C$ 28,239.40
MT104	c/u	3	C$ 2,475.55	C$ 693.15	C$ 475.31	C$ 3,644.01	C$ 7,426.65	C$ 2,079.46	C$ 1,425.92	C$ 10,932.02
MT105	c/u	2	C$ 1,448.56	C$ 405.60	C$ 278.12	C$ 2,132.28	C$ 2,897.12	C$ 811.19	C$ 556.25	C$ 4,264.56
MT106	c/u	40	C$ 1,454.12	C$ 407.15	C$ 279.19	C$ 2,140.46	C$ 58,164.80	C$ 16,286.14	C$ 11,167.64	C$ 85,618.58
Instalaciones Internas	c/u	39	C$ 1,533.71	C$ 306.74	C$ 220.85	C$ 2,061.30	C$ 59,814.58	C$ 11,962.92	C$ 8,613.30	C$ 80,390.80
Acometidas Domiciliares	c/u	39	C$ 908.82	C$ 181.76	C$ 130.87	C$ 1,221.46	C$ 35,444.17	C$ 7,088.83	C$ 5,103.96	C$ 47,636.97
SUBTOTAL							**C$ 1,438,972.10**	**C$ 395,291.49**	**C$ 271,710.22**	**C$ 2,105,973.81**
IMPUESTOS MUNICIPALES 1%										C$ 21,059.74
IMPUESTOS IVA 15%										C$ 315,896.07
TOTAL										**C$ 2,442,929.63**

El alcance social del proyecto para electrificar 39 viviendas, beneficiando a 234 personas (promedio de 6 personas por vivienda) el costo total, del proyecto es $70,291.44 para un costo por vivienda de $1,802.

VIII. Conclusiones

Se logró planificar el estudio de campo en la zona que nos permitió realizar el levantamiento para el estaqueo y además verificar cuál era el punto más cercano para conectarse a la red eléctrica nacional.

Se elaboró el diseño del plano eléctrico de la red de electrificación cumpliendo con las normas eléctricas de construcción ENEL y DISNORTE-DISSUR.

Se Proyectó el estudio de costo del proyecto de electrificación tanto de la red de media tensión como la red interna domiciliar.

Se realizó el levantamiento de la demanda eléctrica que permitió realizar el cálculo de transformadores que cumplan con la demanda requerida.

IX. Bibliografía

Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN). (1999). *Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN).* Managua.

Disnorte-Dissur. (s.f). *Memoria de redes de Distribución área de baja tensión, versión 7 proyecto tipo.* Managua.

Disnorte-Dissur. (s.f.). *Manual de normas de construcción de media tensión 7.6/13.2kV y baja tensión en poste redondo de concreto.* Managua.

ENATREL. (s.f.). *Transformadores de potencia de medida y de protección.* Managua.

ENEL. (1998). *Normas de construcción para estructuras aéreas de distribución 7.6/13.2kV en poste redondo de concreto.* Managua.

ENEL. (1999). *Normativas de enlace.* Managua.

ENEL. (s.f.). *Manual de especificaciones técnicas norma ENEL.* Managua.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación.* Ciudad de México: MCGRAW HILL.

Nassir Sapag Chain, R. S. (1989). *Preparación y evaluación de proyectos.* Ciudad de México: MCGRAW HILL.

X. Anexos

8.1 MONTAJE PRIMARIO MONOFASICO EN MEDIA TENSION

MONTAJE MONOFASICO ALINEAMIENTO CON ANGULO 0°-5°.

- En tramos rectos o con ángulos muy pequeños comprendidos hasta 5° se deberá usar la estructura o montaje denominados MT-101.

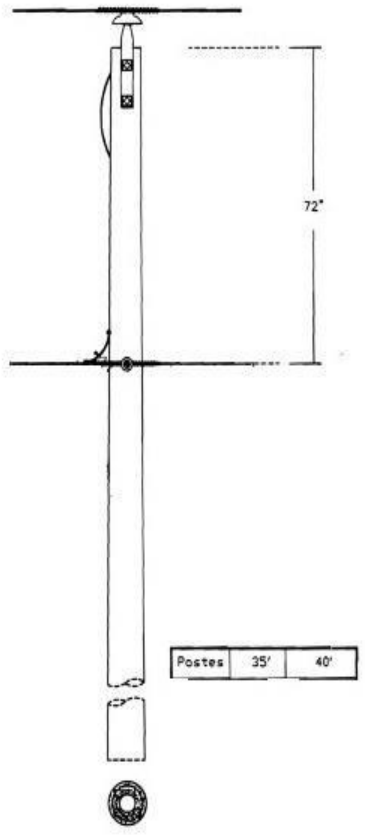


Ilustración 6. Estructura MT-101

8.2 MONTAJE MONOFASICO ALINEAMIENTO ANGULO 6°-30

❖ En tramos con ángulos comprendidos entre 6° a 30° se debe utilizar la estructura MT-102.

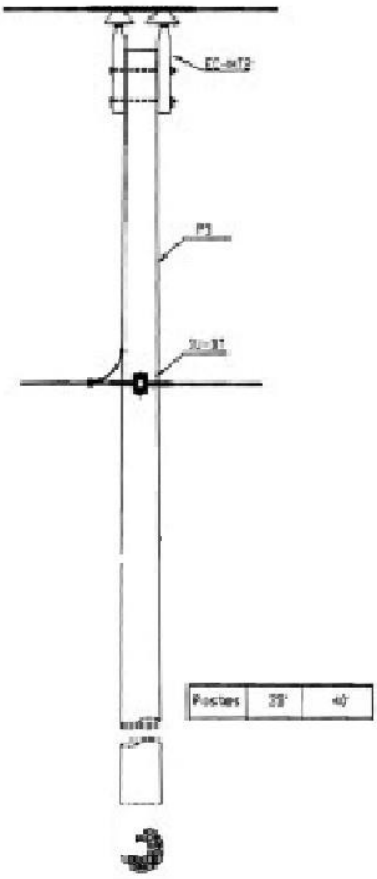


Ilustración 7. Estructura MT-102.

8.3 MONTAJE MONOFASICO ALINEAMIENTO CON ANGULO 30°-60

En tramos con ángulos entre 30° a 60°, se deberá usar la estructura MT-103, siempre que el conductor sea pequeño y permita doblado sin deteriorarse. En el caso contrario se deberá usar la estructura MT104

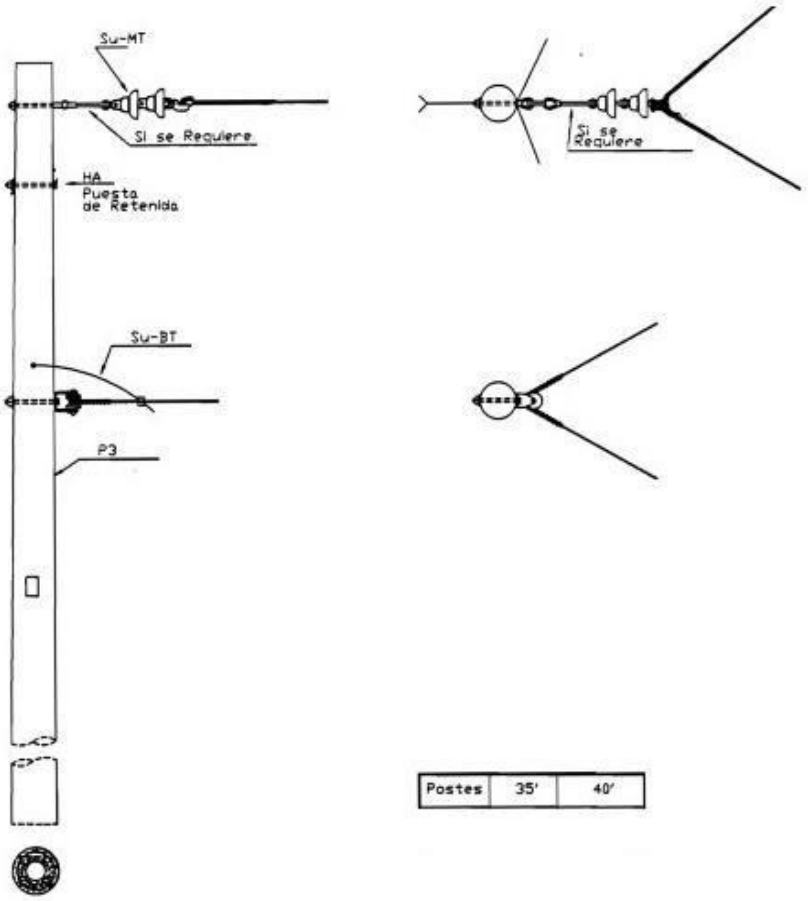


Ilustración 8. Estructura MT-104

8.4 MONTAJE MONOFASICO LINEA CON ANGULO 60°-90

- En tramos con ángulos muy grandes comprendidos entre 60°a 90°debera usar la estructura MT104

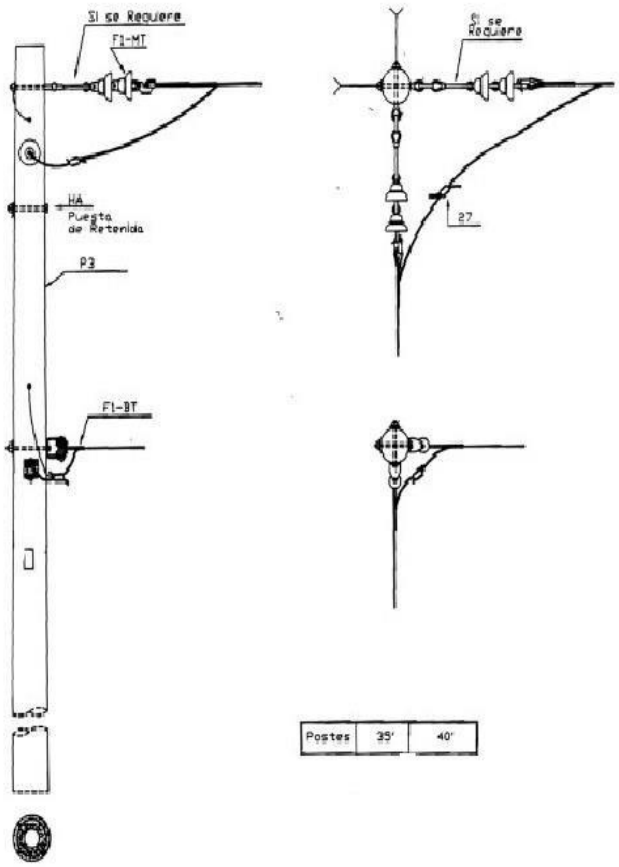


Ilustración 9. Estructura MT-104

8.5 MONTAJE MONOFASICO FIN DE LINEA

- En todo remate sencillo de líneas deberá usar una estructura MT-105.

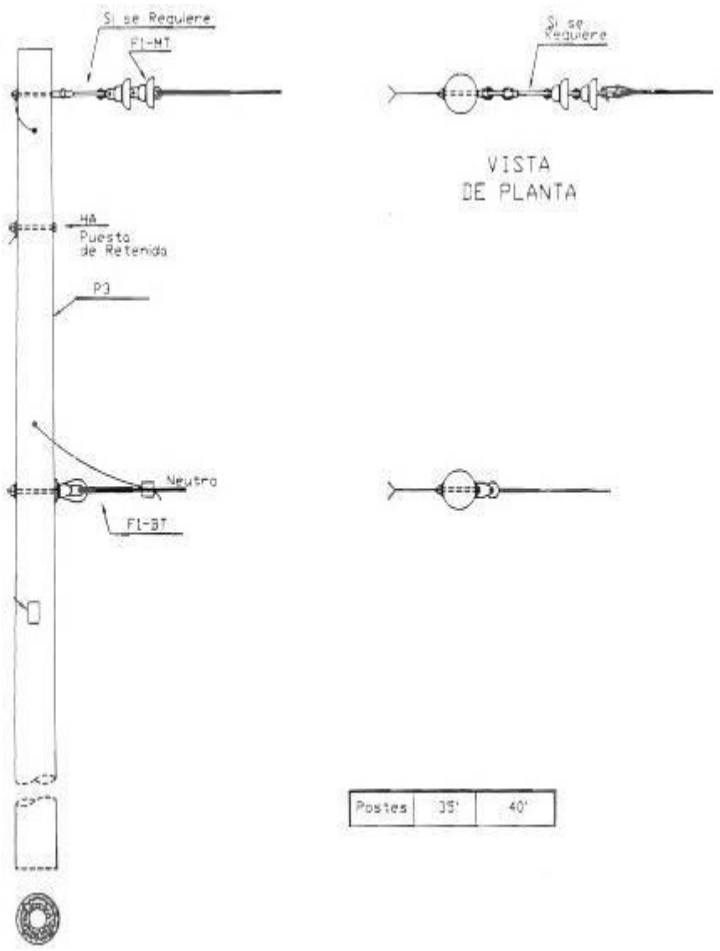
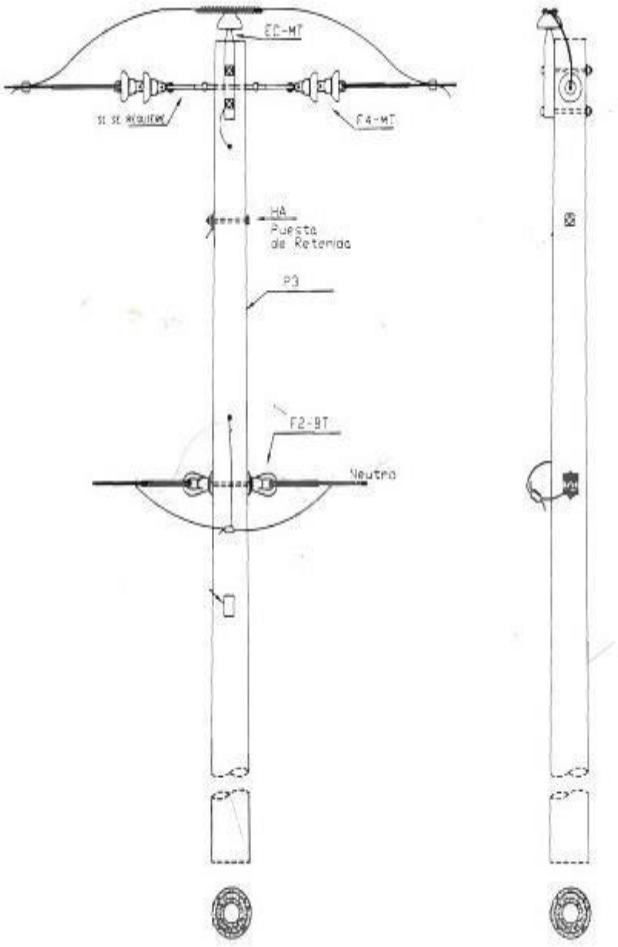


Ilustración 10. Estructura MT-105

8.6 MONTAJE MONOFASICO DOBLE REMATE



5

Ilustración 11. Estructura MT-106

Normas de construcción para estructuras aéreas de distribución 7.6/13.2kV en poste redondo de concreto.

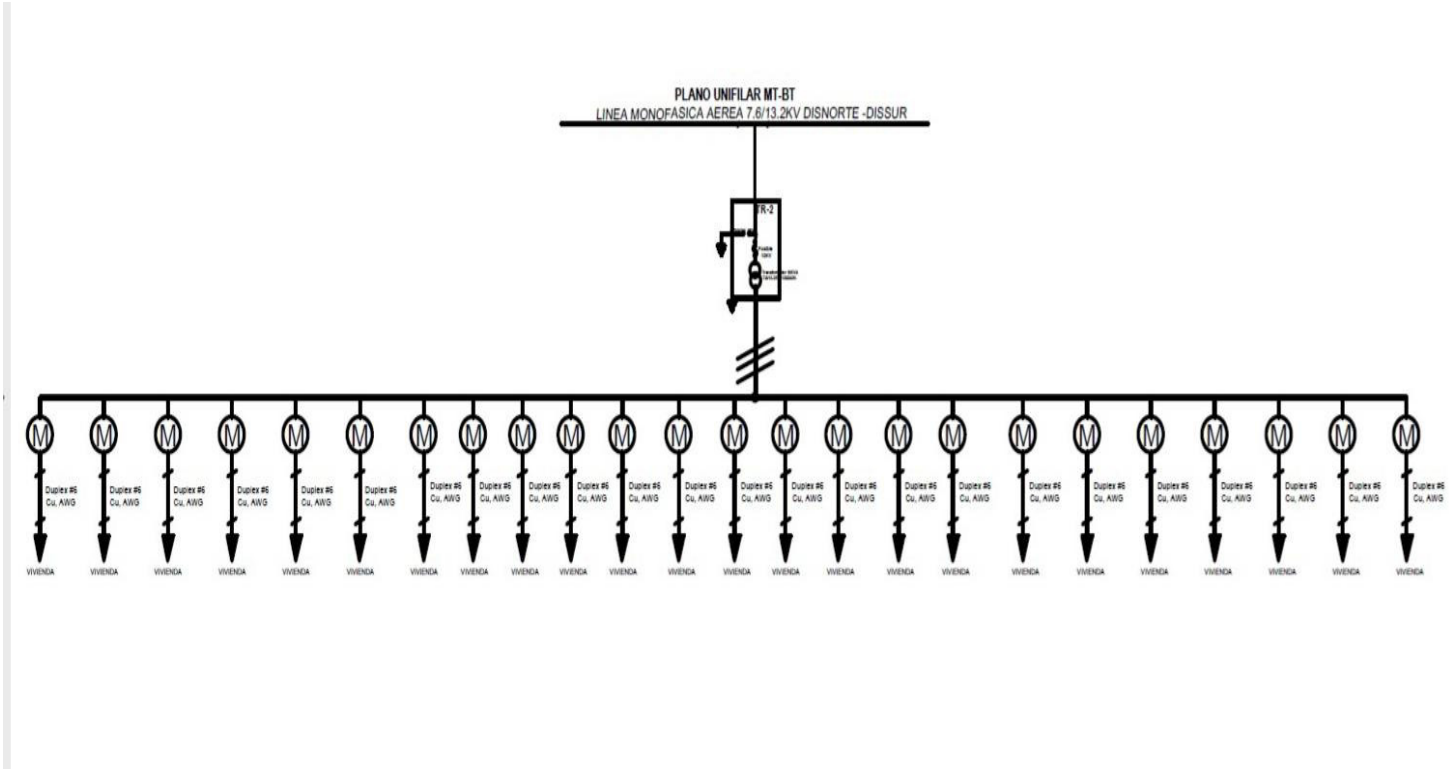
8.7 Coordenadas de cada poste.

Tabla 14. Coordenadas de GPS de la ubicación de cada poste de la red de distribución

POSTE DE CONCRETO Y CORDENADAS X-Y			
POSTES	PUNTOS GPS	CORDENADAS X	CORDENADAS Y
PE	W-001	X:574342	Y:1389869
P1	W-002	X: 574291	Y: 1389866
P2	W-003	X: 574292	Y: 1389882
P3	W-004	X: 574238	Y: 1389880
P4	W-005	X: 574175	Y:1389868
P5	W-006	X: 574117	Y:1389856
P6	W-007	X: 574055	Y: 1389851
P7	W-008	X: 573993	Y:1389845
P8	W-009	X:573934	Y:1389845
P9	W-010	X:573881	Y:1389857
P10	W-011	X:573829	Y:1389804
P11	W-012	X:573757	Y:1389759
P12	W-013	X:573689	Y:1389740
P13	W-014	X:573649	Y:1389752
P14	W-015	X:573578	Y:1389703
P15	W-016	X:573505	Y:1389657
P16	W-017	X:573438	Y:1389604
P17	W-018	X:573385	Y:1389537
P18	W-019	X:573332	Y:1389471
P19	W-020	X:573278	Y:1389402
P20	W-021	X:573264	Y:1389349
P21	W-022	X:573210	Y:1389283
P22	W-023	X:573137	Y:1389238
P23	W-024	X:573060	Y:1389203
P24	W-025	X:572999	Y:1389206
P25	W-026	X:572922	Y:1389170
P26	W-027	X:572852	Y:1389121
P27	W-028	X:572782	Y:1389073
P28	W-029	X:572743	Y:1389031
P29	W-030	X:572662	Y:1389011
P30	W-031	X:572602	Y:1389023
P31	W-032	X:572558	Y:1388984
P32	W-033	X:572490	Y:1389001
P33	W-034	X:572437	Y:1388994
P34	W-035	X:572396	Y:1389005
P35	W-036	X:572334	Y:1388985
P36	W-037	X:572273	Y:1388964
P37	W-038	X:572220	Y:1388981
P38	W-039	X:572161	Y:1388953
P39	W-040	X:572111	Y:1388910
P40	W-041	X:572062	Y:138869
P41	W-042	X:572030	Y:1388841
P42	W-043	X:571968	Y:1388819
P43	W-044	X:571905	Y:1388805
P44	W-045	X:5716841	Y:1388792
P45	W-046	X:571781	Y:1388798
P46	W-047	X:571727	Y:1388773
P47	W-048	X:571647	Y:1388806

P48	W-049	X:571566	Y:1388782
P49	W-050	X:571484	Y:1388758
P50	W-051	X:571426	Y:1388730
P51	W-052	X:571367	Y:1388703
P52	W-053	X:571309	Y:1388673
P53	W-054	X:571259	Y:1388632
P54	W-055	X:571243	Y:1388569
P55	W-056	X:571236	Y:1388504
P56	W-057	X:571244	Y:1388439
P57	W-058	X:571253	Y:1388380
P58	W-059	X:571272	Y:1388330
P58.1	W-060	X:5713332	Y:1388334
P58.2	W-061	X:571298	Y:1388299
P58.3	W-062	X:571321	Y:1388299
P58.4	W-063	X:571386	Y:1388288
P58.5	W-064	X:571288	Y:1388250
P58.6	W-065	X:571248	Y:1388198
P58.7	W-066	X:571196	Y:1388160
P58.8	W-067	X:571136	Y:1388162
P58.9	W-068	X:571060	Y:1388122

8.8 Diagrama unifilar



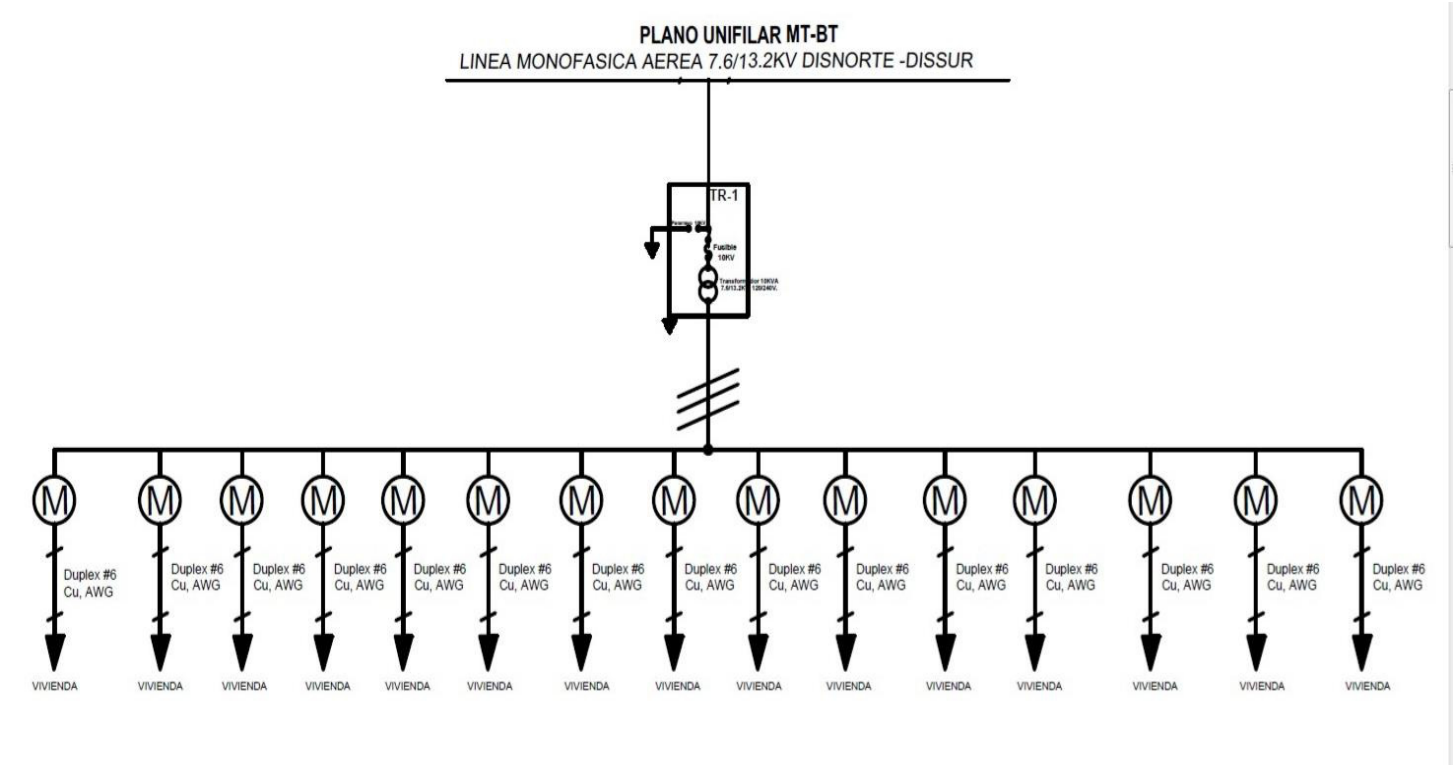


Ilustración 12. Diagrama unifilar de la red distribución