

**SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

*“SISTEMAS DE DETECCIÓN DE
FALLAS MAYORES DE LA RED
URBANA DE TUXTLA GUTIÉRREZ.”*

Reporte De Residencia

Eric Manuel Nanguyasmú Pérez 14270193

Rodrigo Sebastián Pérez Salinas 14270028

ASESOR INTERNO:

Dr. Rubén Herrera Galicia

ASESOR EXTERNO:

Ing. Rodolfo Alonso Alfonso

ÁREA DE DISTRIBUCIÓN TUXTLA URBANA

Agosto, 2018

LISTADO DE ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

<i>BT</i>	Red de baja tensión
<i>CMT</i>	Central maestra
<i>CAR</i>	Centro de atención regional
<i>CCF</i>	Corta circuito fusible
<i>COG</i>	Cuchilla de operación en grupo
<i>D0000</i>	Restaurador
<i>E01</i>	Circuito fuera
<i>E0000</i>	Transformador tipo pedestal
<i>F0000</i>	Corta circuito fusible
<i>MAA</i>	Subestación Mactumatzá
<i>MT</i>	Red de media tensión
<i>RBD</i>	subestación Real del bosque
<i>SCADA</i>	Supervisión, control y adquisición de datos
<i>SIAD</i>	Sistema integral de administración y distribución
<i>SICOSS</i>	Sistema de Control de Solicitudes de Servicios
<i>T0000</i>	Cuchilla de operación en grupo
<i>TCC</i>	Tiempo de curva de corriente
<i>TGU</i>	Subestación Tuxtla uno
<i>TGD</i>	Subestación Tuxtla dos
<i>TXN</i>	Subestación Tuxtla norte
<i>TXS</i>	Subestación Tuxtla sur

INDICE

LISTADO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	1
1. Introducción	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Estado Del Arte	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos.....	6
1.5 Metodología	6
2. Fundamento Teórico	10
2.1 Sistema Eléctrico de distribución	10
2.2 Clasificación de los Sistemas de Distribución	14
2.3 Tipo de interrupciones.....	15
2.4 Red de Distribución de Energía Eléctrica Según su Tipo de Construcción y Topología....	18
2.5 Dificultades para la Localización de la Fallas	21
3. Desarrollo	21
3.1 Identificación y seccionamiento de los circuitos	21
3.2 Elaboración de la base de datos.....	67
4. Resultados, Conclusiones y Discusión	78
4.1 Resultados.....	78
4.2 Conclusiones	83
4.3 Discusión	84
Referencia Bibliográfica.....	85
Anexos	87
Anexo A.....	87
Anexo B	91

1. Introducción

1.1 Antecedentes

A partir de la expansión de los sistemas de distribución de energía eléctrica en el mundo, el problema de la discontinuidad en el servicio se ha convertido en un tema de gran interés para los agentes del sector eléctrico, en las áreas de planeación, operación, distribución, y más aún, para los usuarios residenciales e industriales. Tanto las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica, como lo usuarios, interactúan con respecto a la valoración de los costos debidos a las interrupciones del suministro de energía eléctrica (Alfonso et al., 2005).

Con los procesos de globalización, las empresas prestadoras del servicio de electricidad del mundo realizan estudios para valorar los costos debidos a una inadecuada continuidad en el suministro, y de esta forma, obtener un punto equidistante entre el costo de inversión para mejorar la confiabilidad de un sistema y los costos que las interrupciones representan a los usuarios del servicio (Sullivan et al., 1995; Sullivan et al., 1996).

La localización de fallas no es un problema nuevo. Sin embargo, las investigaciones que se han realizado en esta área recaen sobre los sistemas de transmisión donde las características homogéneas de la línea, la medición en ambos terminales y la disponibilidad de más equipos, permiten localizar el sitio de falla con alta precisión. La localización en sistemas de distribución es más problemática, por la complejidad debida a la presencia de conductores no homogéneos, cargas intermedias, laterales y desbalance del sistema y de la carga (Morales et al., 2009).

Con lo cual se evidencia, que un sistema de distribución local es más vulnerable a los diferentes factores que afecten la continuidad del servicio prestado, por la singularidad de las topologías de sus redes eléctricas. A partir de la investigación desarrollada, se busca presentar el método de implementación de medidores electrónicos, que permiten tener un mejor esquema de regulación y registro de los sistemas de potencia, para mitigar la incidencia de factores como la discontinuidad en el servicio eléctrico (Carvajal, 2009).

Los estudios sobre continuidad o confiabilidad en los sistemas eléctricos han estado enfocados en las áreas de generación y cogeneración en el que se destaca la homogeneidad de los sistemas de potencia. Sin embargo, desde 1960 han existido algunos pocos estudios para la determinación de la confiabilidad en transmisión y distribución, y en los puntos de carga (Baeza et al., 2003).

Tales estudios han representado, el diseño de metodologías a partir de algoritmos de identificación de fallas, basados en el historial de eventos ocurridos y en lo establecido por los entes de regulación (Anaut, 2009; Gómez, 2011).

Este crecimiento de la demanda provocó la expansión de los sistemas de planeación y distribución. Con todas las experiencias vividas en el mundo con respecto a deficiencias en la calidad de la energía eléctrica; organizaciones internacionales como la International Electrotechnical Commission (IEC) y el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) desarrollaron una serie de normas y métodos de valoración directa de costos debidos a interrupciones (Dialynas et al., 2001; Sullivan et al., 1995; Sousa y Martins, 2003).

1.2 Estado del arte

Germán Morales, Juan José Mora Flores Y Herman Vargas en el 2007 [1] presentaron un método para la localización de fallas en el sistema de distribución con base a las gráficas de reactancia. Este método propone determinar gráficamente la reactancia de fallas en función de una distancia variable a partir de las medidas de tensión y corriente de pre-falla y falla.

El método usa la forma de onda ideal de voltaje como de corriente para calcular la impedancia desde la subestación de distribución hasta el nodo de falla. Pues esta impedancia calculada se convierte en distancia equivalente con respecto a la red, más este método no es de todo confiable ya que dentro de la red existen sub-ramales que desvían la distancia de falla.

J. J. Mora, J. C. Bedoya, y J. Meléndez en el 2006 [2] mediante la herramienta de simulación ATP que es usada por investigadores de ingeniería eléctrica utilizando el software MATLAB, propusieron un método mediante un desarrollo de una base de datos de eventos para la localización de fallas en el sistema de distribución

Este método consiste en la extracción de la base de datos de fallas un modelo de la retrasmisión del sistema de distribución para generar un amplio y específico datos de falla. La base de datos obtenida podría usarse para realizar diferentes tipos de análisis y resolver el problema de la localización de una falla.

Myeon-Song Choi, Seung-Jae Lee, Seong-II Lim, Duck-Su Lee y Xia Yang en el 2007 [3] En su artículo presento un algoritmo para la detección de falla de línea a línea, este método se identifica a los resultados de la investigación con la demanda de la carga que tiene el ramal en el cual se presentó la falla, el método se basa en la falla de línea en línea, pues es donde se presenta un sistema desequilibrado.

El método presentado dentro del algoritmo propuesto se utiliza una matriz inversa para la corrección de ecuaciones de circuitos trifásicos complicados para el sistema de falla, el método se calcula en una composición topológica radial trifásico previamente equilibrado para la detección de la falla en una de las fases.

Mora Flórez, Juan José; Morales España, Germán Andrés; Carrillo Caicedo, Gilbert en el 2016 [4] en su artículo “selección de descriptores de tensión para la localización de fallas en redes de distribución de energía” presenta una alternativa de solución para la localización de una falla en la red de distribución y que al mismo tiempo proporcione la información apropiada para la prevención y atención oportuna de fallas.

Mediante la utilizando la técnica de optimización y aprendizaje conocida como Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) y su metodología de desarrollo se crea una base de datos que contiene las señales medidas de la subestación de distribución. Se obtienen el valor eficaz de voltaje de fase, línea y secuencia cero. Se realiza una prueba final con datos desconocidos que son generalmente de la base de datos de SVM.

German Morales España, Rene Barrera Cárdenas y Herman Raúl Vargas torres en el 2009 [5] presento una metodología para localizar fallas en el sistema de distribución por medio de una técnica de inteligencia artificial con máquina de soporte vectorial, el método de localización de la falla se basa en la división el sistema eléctrico en zonas, acotando la región donde se encuentra.

Dentro de la aplicación se basa en la división por zonas de las redes de distribución se zonifica el circuito por cada ramal que tenga el sistema de distribución, luego se hace en zona cada vez más pequeñas para reducir cada vez más el área donde ha ocurrido la falla y esto a su vez crean una base datos tiendo registro de ellas que contengan las señales vistas en la subestación cuando ocurra una falla en el sistema de distribución.

Lo que aquí se propone es un sistema de detección de fallas mayores en la red urbana de Tuxtla Gutiérrez mediante la realización de una base de datos tomando todas las subestaciones existentes en la ciudad, dividiéndolo las zonas de los ramales con sus respectivas protecciones y la ubicación de estos por colonias, contando dentro la misma base de datos la relación del número de clientes y la demanda que tienen, que procederá a interactuar con el sistema base de CFE; SIAD.

1.3 Justificación

Vale la pena realizar este proyecto para realizar un control adecuado del sistema de detección de las fallas, por lo que es necesario identificar los circuitos de la red urbana de Tuxtla y recopilar la información necesaria de la forma en la que el sistema ordene al operador realizar un solo reporte y evitar saturación en el SIAD y poner en orden los

errores, reportados y se pueda solucionar rápidamente y los técnicos puedan localizar la falla.

De esta forma lograr estabilidad en el proceso de adjudicar los reportes a las cuadrillas necesarias, ya que en algunas ocasiones se llegan a realizar más de dos reportes de un mismo punto de falla y cfe no puede mandar más de una cuadrilla a la falla, porque son necesarios sus servicios en otros puntos y poder agilizar los trabajos y poner en servicio el circuito o ramal.

Lo que se tiene por objetivo es la identificación y la recopilación de datos de los circuitos de cada una de las subestaciones para poder agilizar y resolver de la manera más inmediata el problema que se presente o se reporte en el área de la red urbana de Tuxtla. Con el fin de brindarle un mejor servicio a los usuarios y no perder continuidad del servicio y calidad. Es una medida de desarrollar una técnica eficiente de localización de fallas en redes de distribución con el fin de reducir el tiempo de interrupción del suministro.

Mejorar la calidad del servicio prestado es de vital importancia para una sociedad actual en donde la energía eléctrica es indispensable en la mayoría de las actividades del ser humano, tanto en labores cotidianas domésticas e industriales. En consecuencia, es necesario adoptar metodologías que faciliten la rápida y confiable identificación de fallas y de esta manera establecer medidas que mitiguen el impacto económico y social, asociado los factores característicos de la energía eléctrica.

1.4 Objetivos

Analizar, estudiar e identificar los circuitos existentes de la red urbana de CFE de Tuxtla Gutiérrez, seccionando los circuitos por colonia y usuarios para crear una base de datos que se implementara en el sistema de detección llamado “sistemas de fallas mayores”, para la zona de distribución urbana de Tuxtla Gutiérrez.

Objetivos específicos. Identificar los circuitos de la red de distribución de cada subestación de la zona Tuxtla. Identificar los componentes de protección de cada circuito por subestación de la zona de distribución de Tuxtla Gutiérrez. Realizar una base de datos seccionando los circuitos por colonia y usuarios de la red de distribución urbana de Tuxtla Gutiérrez mediante el formato .xls.

1.5 Metodología

En la figura 1.1 se muestra el diagrama a bloques del funcionamiento general y la interacción con los soportes de software con la base de datos durante una falla mayor.

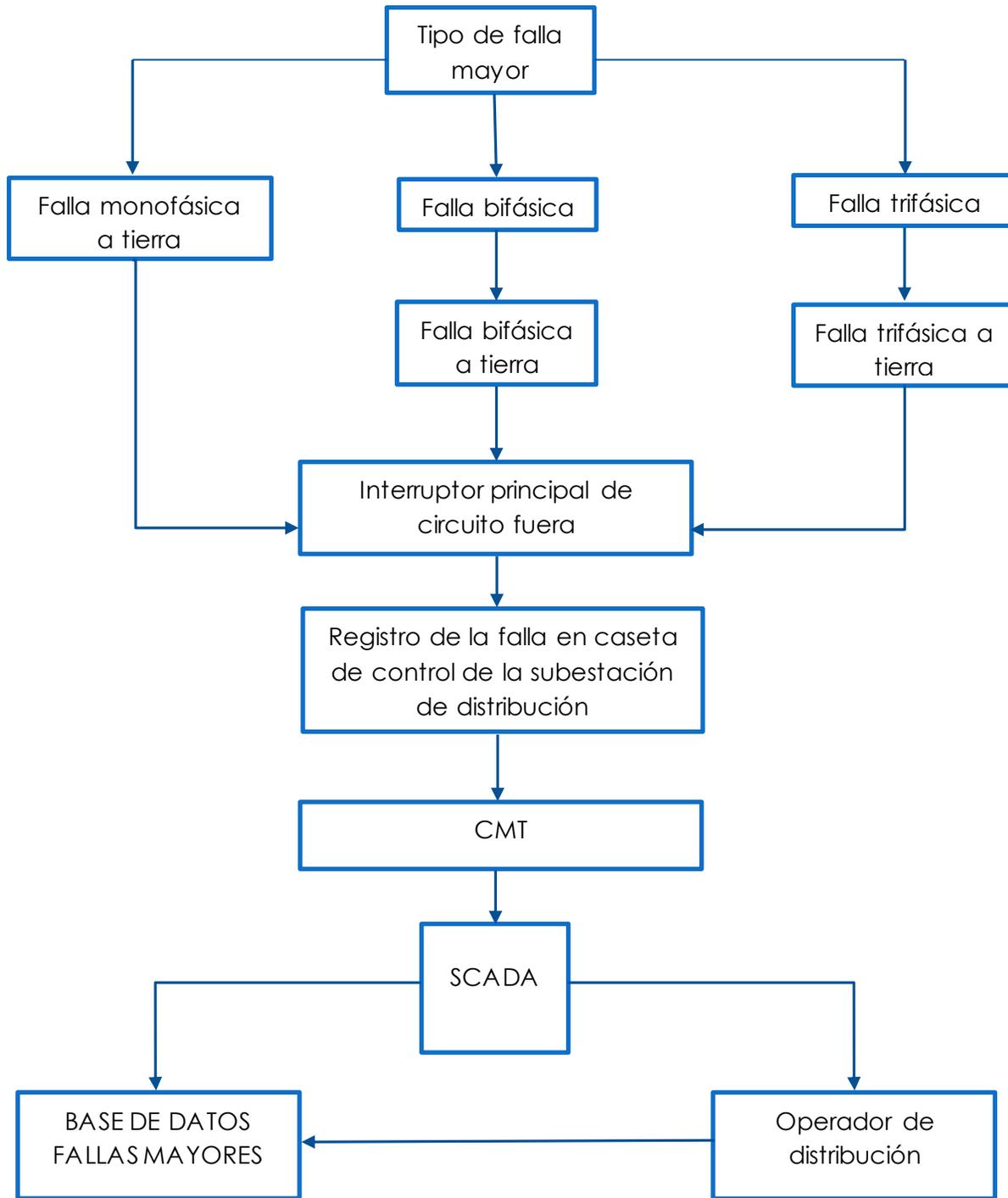


Fig. 1.1 Diagrama a bloques de integración de base de datos.

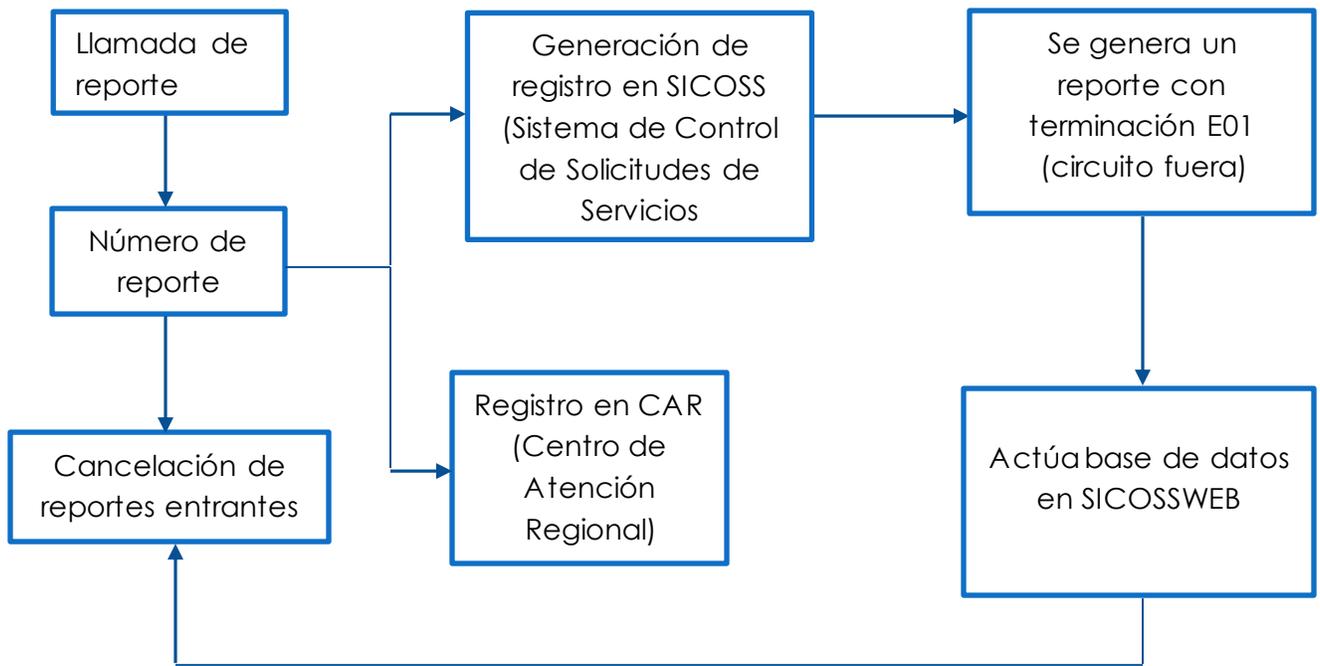


Fig. 1.2 Diagrama a bloques del sistema de atención a clientes afectados.

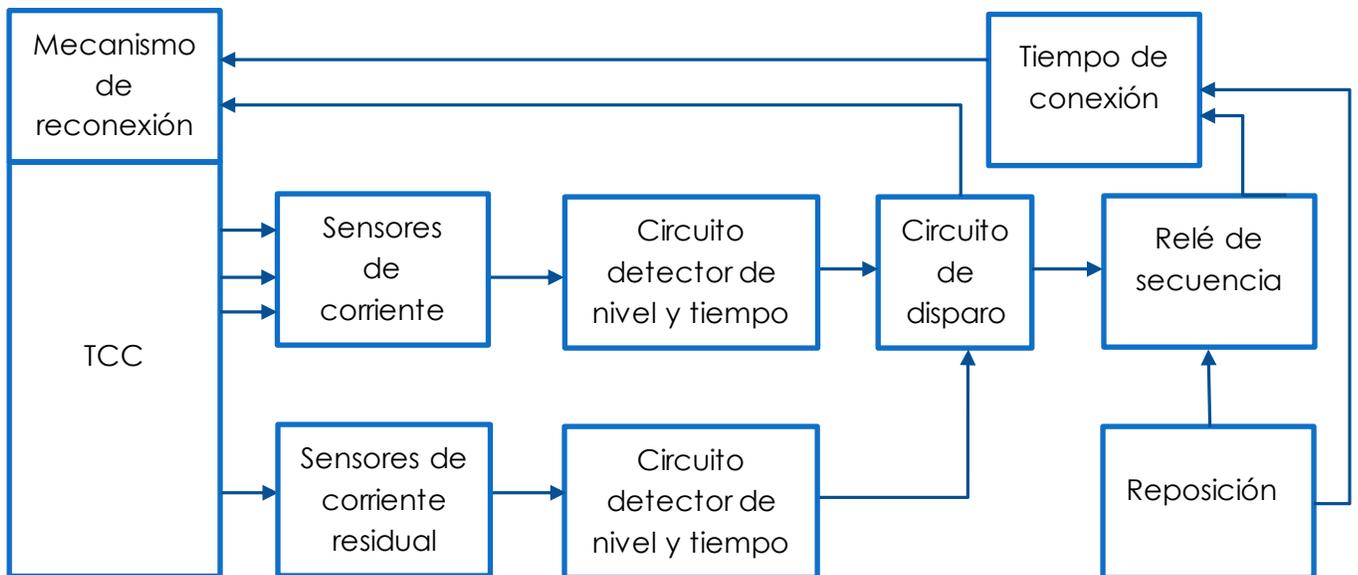


Fig. 1.3. Diagrama a bloques de actuación de restaurador tele controlado.

En el diagrama de la figura 1.1 se muestra una de las dos formas de cómo se implementará la base de datos; se reúne las 5 posibles causas que pueden provocar una falla mayor dejando fuera todo un circuito de una subestación de distribución, no se toma en cuenta la parte del motivo de la falla, pues en el circuito urbano existen diversos eventos el cual puede afectar el rendimiento de los dispositivos que se implementa para la red de Tuxtla Gutiérrez.

Éstas fallas se presentan a lo largo de la red y es resentido en los relevadores de protección de potencia que actúan para la protección de los transformadores cómo la red de subtransmisión, dejando una apertura de todo el circuito desde el interruptor principal, dejando momentáneamente sin servicio de energía eléctrica a usuarios que están dentro de ese circuito.

El registro de la falla se hace mediante la medición de los valores de corriente crecientes que genera, como el desfaseamiento de la onda senoidal que esta propicia por el tamaño de la falla, los valores son tomados por la caseta de control que tienen cada una de las subestaciones, que ayudan a tener un registro digital de los valores para futuros estudios por parte de la oficina de protecciones.

El sistema de interconexión de dispositivos a operadores y operadores a dispositivos se hace mediante la unidad central maestra, con un sistema SCADA de lazo cerrado, el cual es el encargado que de manera remota se puede ejercer una acción de control; es el encargado de llevar la información y ser transmitida por uno de los tres medios con la que cuenta la CFE, radio a una frecuencia de 400 a 900 MHz, internet y fibra óptica.

El operador tiene la capacidad de actuar a dispositivos tele-controlados desde el sistema web SCADA, tiene un software que les permite ejecutar las acciones correspondientes para la liberación de carga o hacer transferencia de carga, la base de datos permite al operador en conjunto con el sistema SCADA, mediante a los reportes generados por usuarios afectados; zonificar y ubicar la posible área donde se presentó el inicio de la falla.

En el segundo diagrama correspondiente a la figura 1.2 se muestra el diagrama a bloques para el sistema de atención de reportes de fallas y la actuación de la base de datos para la coordinación de los diferentes sistemas en donde se lleva el control de las fallas. para poder generar un número de reporte para la atención de un problema con el proveedor de la energía eléctrica, es haciendo una llamada telefónica como primera acción para poder atender a los usuarios.

la falla de un circuito fuera se detecta en las casetas de control según la subestación como en el circuito en el que se presenta una falla, la llamada de los usuarios es atendida para mejorar con la ubicación de la falla y así delimitar las áreas donde allá

podido ocurrir el evento, al mismo tiempo de generar con un número de reporte se genera una cancelación de las llamadas entrantes de la zona en donde se reportó el evento de circuito fuera.

Las cancelaciones de las llamadas se hacen para no llenar la bandeja de solicitudes de reportes con la misma dirección y así saturar el sistema de registro de fallas, la finalidad de esto se hace para que otras prolongaciones de fallas puedan ser reportadas ya sean de distintos circuitos en el cual se presentó otro problema eléctrico. Al mismo tiempo que se genera un número de reporte se generan dos tipos de orden por diferentes sitios de control y de registro.

Existen dos plataformas que ayudan a tener los registros de operación y el control de información de reportes por parte del usuario, que a su vez ayudan a hacer un control estadísticos de tiempo de respuesta como el tiempo de solución, como primera operación se hace en CAR (Centro de Atención Regional) por parte de la llamada se hacen los registros necesarios para poder atender las quejas de los usuarios.

Durante el reporte de la llamada se genera un número de orden en el sistema de SICOSS (Sistema de Control de Solicitudes de Servicios) se llena con la información correspondiente del domicilio del afectado para poder zonificar y determinar la ubicación de la falla, este número de orden es usada en distintas áreas desde el operador de control, y el jefe de área urbana.

En el último diagrama a bloques correspondiente a la figura 1.3 se muestra el funcionamiento de reconexión de los restauradores tele-controlados ante alguna falla, se basan en los tiempos de curva de corriente (TCC) y en los diferentes sensores que incorpora el dispositivo, el dispositivo electromecánico para restablecer y el sistema de comunicación.

2. Fundamento Teórico

2.1 Sistema Eléctrico de Distribución

Conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares.

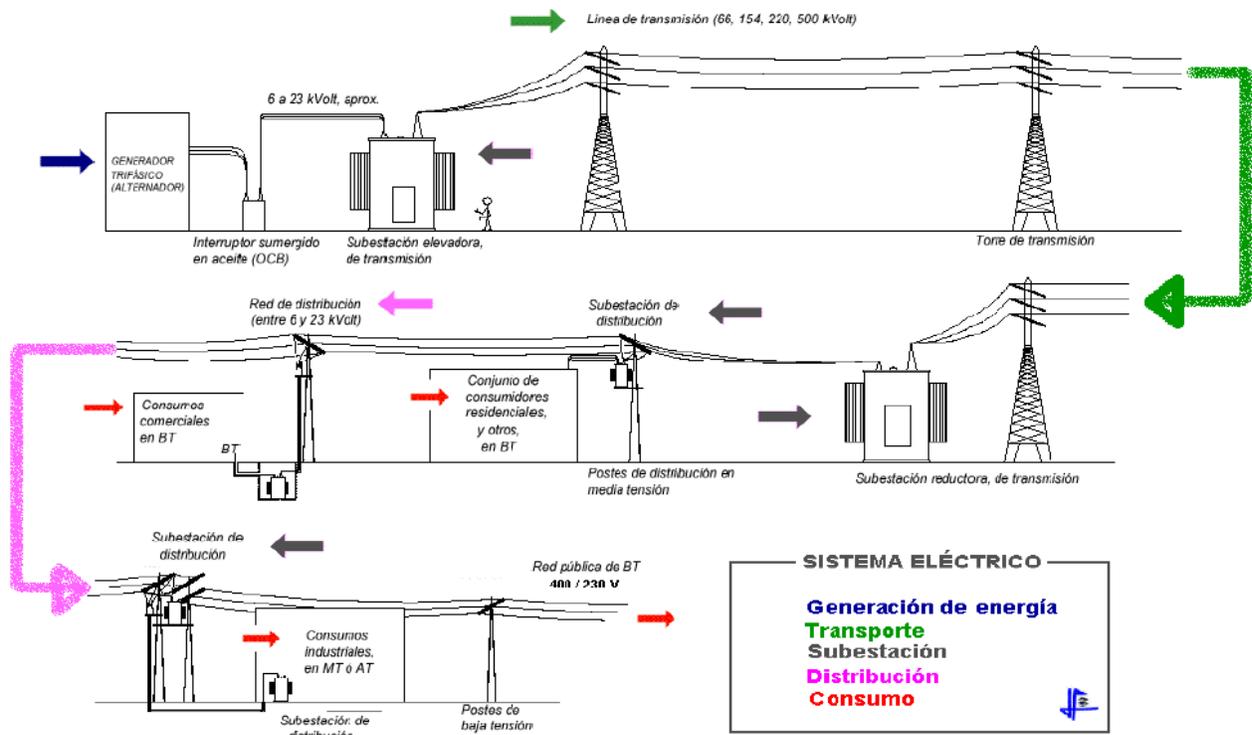


Fig. 2.1. Estructura de un sistema eléctrico de distribución.

Los principales datos de sistema eléctricos son la tensión nominal, la frecuencia nominal y su comportamiento en caso de cortocircuito. Los sistemas de distribución comprenden niveles de media y baja tensión. **Elementos que componen el sistema de distribución.** Los sistemas de distribución que es el área de interés de este capítulo se pueden dividir en tres componentes principales:

Subestaciones de distribución
Distribución primaria
Distribución secundaria

Tabla. 2.1. Elementos principales del sistema de distribución.

A continuación, se presentan los componentes que abarca una red de distribución urbana: **Sistema de subtransmisión.** Transfieren la energía de los respectivos centros de producción o generación las líneas de subtransmisión desde 69 kv a 161 kv.

Subestación de distribución. Transforman la energía a un nivel de tensión baja, adecuada para la distribución local, compuesta por la recepción de las líneas de transmisión o subtransmisión, transformador de reducción, salida de las líneas de transmisión o subtransmisión, transformador de reducción, salida de las líneas primarias, equipos de protección. Sus instalaciones están implementadas con sus respectivos centros de control y mantenimiento.

Sistema de distribución primaria. Conjunto de líneas y seccionamientos que alimentan un área bien definida, compuesta por troncales trifásicos, laterales de dos fases y monofásicos, que enlazan a los transformadores de distribución.

Transformadores de distribución. Reducen la energía de un nivel de voltaje primario al voltaje de utilización, montados en postes, cámaras subterráneas, cerca de los centros de consumo.

Redes de distribución secundarias. Conjunto de líneas que transportan la energía a lo largo de las calles a un nivel de voltaje de utilización que enlazan al transformador de distribución con las acometidas.

Acometidas. Transportan la energía de las redes de distribución secundaria a los empalmes del contador de energía de cada abonado.

Contadores de energía (medidores). Censa el consumo de energía en kilovatios hora para su respectiva facturación.

La parte del sistema de distribución que está entre la subestación de distribución y los transformadores de distribución se conoce como el sistema primario o alimentadores de distribución primarios. Un alimentador se secciona usando elementos de re-cierre en varios puntos, de manera que cuando ocurran fallas se minimice su efecto, también se observa el uso de fusibles como dispositivos de protección.

En las siguientes figuras, se expone el diagrama unifilar de un sistema típico de distribución, donde se muestra la subestación de distribución, el alimentador primario con los elementos de seccionalización y protección, también los ramales secundarios; el primario es por lo general trifásico a 4 hilos, en tanto que los ramales pueden ser monofásicos o trifásicos tomados como derivación del principal.

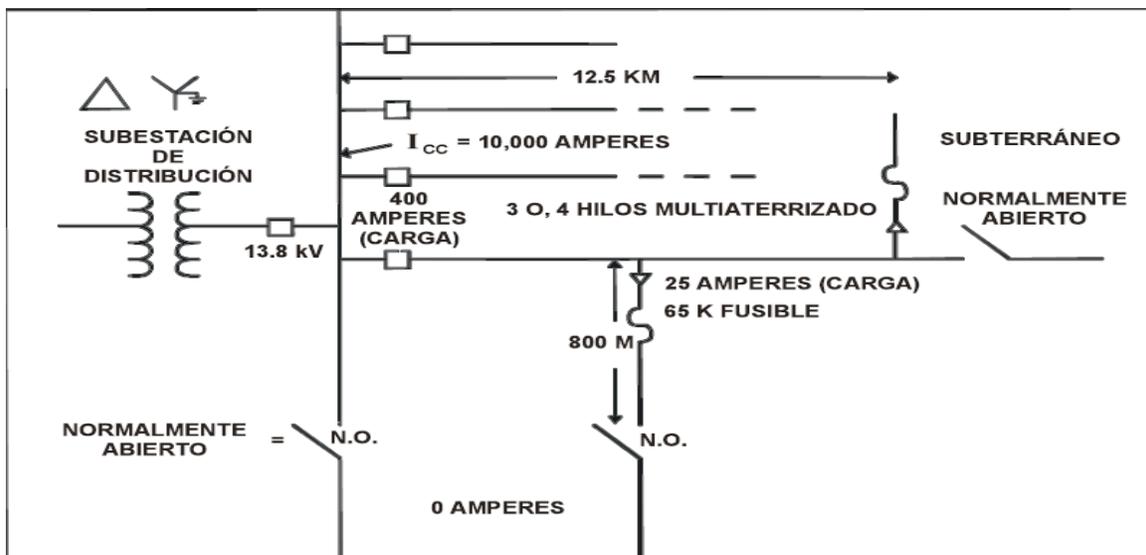


Fig. 2.2. Sistema típico de distribución.

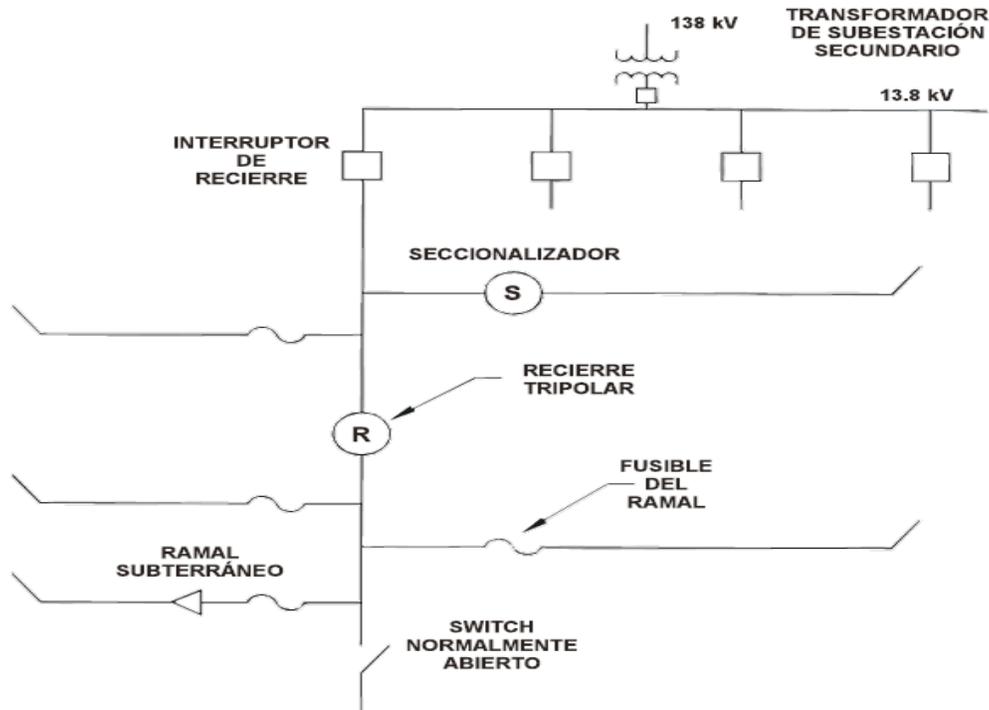


Fig. 2.3. Alimentación del primario de distribución.

El sistema de distribución, que es el área principal de interés en esta parte, se puede decir que aun cuando en un diagrama unifilar aparece en forma muy simplificada, un sistema de distribución consiste en una variedad mucho más amplia de niveles de tensión, componentes, cargas e interconexiones, mayor que los de los sistemas de generación o transmisión.

Líneas de enlace. Una línea de enlace es aquella que conecta dos fuentes de suministro o alimentación para proporcionar un servicio de emergencia entre dos semanas. Generalmente una línea de enlace proporciona servicio para las cargas del área a través de su ruta, así como servicio emergente a las áreas adyacentes de la subestación, de modo que estas líneas de enlace cumplen con dos funciones:

Proporcionar servicio de emergencia para el alimentador adyacente para reducir el tiempo de salida de los clientes durante las condiciones de emergencia y para proporcionar un servicio de emergencia para las subestaciones adyacentes del sistema, eliminando con esta la necesidad de tener un respaldo de emergencia en cada subestación.

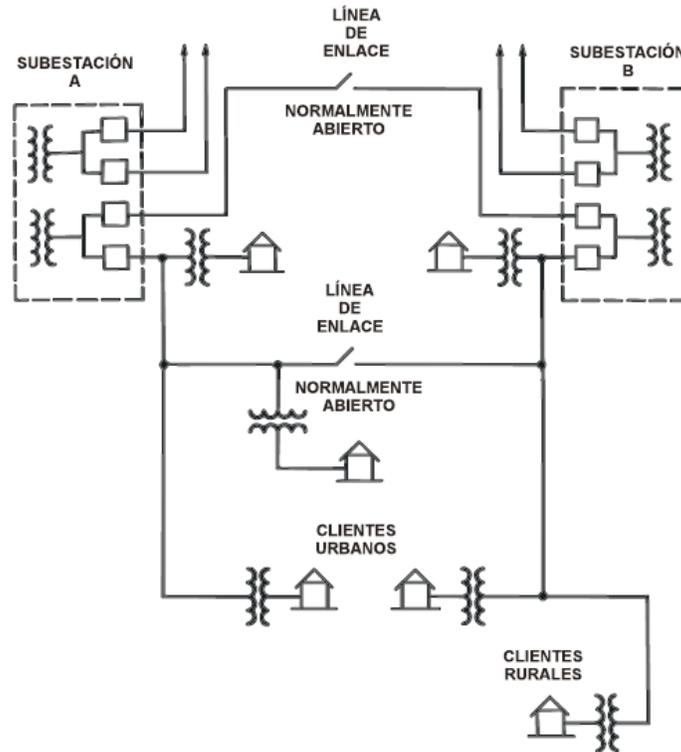


Fig. 2.4. Diagrama unifilar de dos subestaciones típicas con líneas de enlace.

2.2 Clasificación de los sistemas de distribución.

Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de confiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en:

Sistema de Distribución Industrial. Comprenden a los grandes consumidores de energía eléctrica, tales como las industrias de acero, químicas, petróleo, papel, etc. Que generalmente reciben el suministro eléctrico de alta tensión. Es frecuente que la industria genere parte de su demanda de energía eléctrica mediante procesos de vapor, gas o Diesel.

Sistema de Distribución Comercial. Es un término colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales y municipales, tales como grandes edificios de grandes alturas, bancos, supermercados, escuelas, aeropuertos, hospitales, puertos, etc. Este tipo tiene sus propias características, como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.

Sistema de Distribución Urbana. Alimenta la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeñas. Son sistemas en la cuales es muy importante la adecuada selección en los equipos y dimensionamiento. Son las redes de distribución ubicadas dentro de las ciudades y/o en el sector urbano de los municipios.

Sistema de Distribución Rural. Estos sistemas se encargan del suministro de eléctrico a zonas de menor densidad de cargas, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevado el costo del kWh consumido.

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. **Características de las redes de distribución urbana.** Las principales características de las redes de distribución urbana son las siguientes:

Características.	
Usuarios muy concentrados.	Mayor densidad de clientes industriales y comerciales.
Cargas monofásicas y trifásicas.	La separación entre apoyos de media y baja tensión es de máximo 50m.
En general se usan postes de concreto.	En caso de mantenimientos preventivos se procura realizar trabajos en tensión para no realizar cortes del servicio.
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.	

Tabla. 2.2. Características de una red de distribución urbana.

Características de las redes de distribución rural. Las principales características de las redes de distribución rural son las siguientes:

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

Tabla. 2.3. Características de una red de distribución rural.

2.3 Redes de distribución de energía eléctrica según su tipo de construcción y topología

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 con el 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 se puede utilizar el sistema aéreo.

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 con el nivel y tipo de contaminación de la zona.

Adicionalmente, las redes de distribución eléctrica subterránea y aérea presentan ciertas ventajas para la labor del mantenimiento y calidad del servicio en cuanto a continuidad y que también debemos tener en cuenta las desventajas que tiene la distribución aérea respecto a las redes subterráneas, que en su mayoría se refieren a mantenimiento y seguridad. Algunas de estas son:

Tipo	Ventajas	Desventajas
Distribución subterránea	<ul style="list-style-type: none"> ○ La mayor parte de los daños que se presentan en redes aéreas no afectan a las redes subterráneas. ○ No interfieren con el aspecto de las ciudades, pues no están a la vista. ○ Son mucho más seguras porque no están expuestas a aves ni a humanos. ○ No están expuestas a vandalismo. ○ Se evitan realizar algunos planes de mantenimiento preventivo como poda y lavado. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ La inversión inicial es mucho mayor. ○ Se dificulta la localización de daños o causas de falla. ○ El mantenimiento es más complicado y reparaciones más demoradas. ○ Están expuestas a la humedad y a la acción de roedores si no se tienen las precauciones adecuadas en su construcción y/o mantenimiento.
Distribución aérea	<ul style="list-style-type: none"> ○ Son las más comunes y por lo 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Se encuentran a la vista, esto les

	<p>tanto trabaja con materiales de fácil consecución.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Costo inicial de construcción más bajo. ○ Tiempos de construcción más bajos. ○ Fácil mantenimiento. ○ Fácil localización de fallas. ○ Los tiempos en la reparación de daños es menor. 	<p>quita estética a las ciudades.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ofrecen menor confiabilidad debido a las diferentes situaciones a las que están expuestas. ○ Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes). ○ Requieren de mayores planes de mantenimiento preventivo para evitar fallas y cortes de energía. ○ Están expuestas y son de fácil acceso para el vandalismo.
--	---	--

Tabla. 2.4. ventajas y desventajas de una distribución aérea y subterránea.

Topología de los sistemas o esquemas de alimentación. Comisión federal de electricidad tiene como punto de partida las denominadas subestaciones de distribución primaria, cuyo objetivo es el de reducir el voltaje desde el nivel de transporte al de alta tensión de distribución. CFE presenta principalmente dos esquemas de alimentación que se encuentra actualmente en las redes de distribución de Tuxtla Gutiérrez:

Sistema radial. Consiste en poseer un conjunto de alimentadores de alta tensión, que suministran potencia de forma individual, a un grupo de transformadores. Cuando una red radial alimenta a transformadores, se obtienen las redes de distribución de baja tensión, normalmente trifásicas de cuatro hilos, y siempre del tipo sólidamente aterrizadas.

Una desventaja de los sistemas de los sistemas radiales es que, al fallar un transformador, su alimentador en media tensión, todos los clientes en baja tensión asociados a ese transformador quedan sin suministro. No son redes que aseguren una buena continuidad del servicio, pero son económicas.

Sistema anillado. Se caracterizan por tener conectados dos puntos de alimentación que se encuentran conectadas mediante unas seccionadoras, proporcionando así una continuidad del servicio en caso de que ocurra una falla en algunos de los extremos de alimentación. Pudiéndose suministrar la energía por el punto de alimentación que está en operación sin falla.

Como se había mencionado anteriormente una gran ventaja que presenta esta topología es la continuidad del servicio no así en un circuito radial no obstante cabe mencionar que el sistema se hace más complejo en las operaciones.

2.4 Tipo de interrupciones

Una interrupción en el suministro eléctrico debe entenderse como una pérdida total de tensión eléctrica. Las interrupciones pueden ser de dos tipos: imprevistas y programadas. **Interrupciones imprevistas.** Las interrupciones no programadas o imprevistas son aquellas fallas que ocurren inesperadas en el sistema eléctrico.

Interrupciones programadas. Las interrupciones programadas son aquellas en las cuales la empresa distribuidora genera una interrupción en el suministro eléctrico del cual tiene conciencia el cliente. La empresa programa el día, la hora y el tipo de trabajo a realizar, y comunica mediante volantes autorizados y entregados en los domicilios a los usuarios afectados la hora del inicio y termino de la interrupción.

Programadas		Imprevistas	
Por mantenimiento	Las interrupciones programadas por mantenimiento requieren el corte de energía eléctrica para llevar a cabo labores de mantenimiento del área seccionada.	Fallas propias	Las fallas propias son aquellas originadas por la empresa administradora. Muchas de ellas están relacionadas a los temas de mantenimiento, calidad de los equipos, obsolescencia de estos o maniobras erróneas en las operaciones de campo por parte del personal técnico.
Por expansión	Las interrupciones programadas por obras o por	Ambientales	Son falladas originadas por la naturaleza. Las

	expansión requieren también el corte de suministro eléctrico para la incorporación de nuevas instalaciones en el sistema eléctrico de media tensión.		fallas pueden darse en las redes de distribución o en las subestaciones de distribución.
		Terceros	Son fallas que no involucran las dos primeras arriba mencionadas ni al cliente. Estas fallas interfieren en el suministro continuo de energía y el equipamiento eléctrico.
		Hurto	Es el robo del equipamiento eléctrico o de las redes de distribución por terceros.
		Clientes	Son interrupciones imprevistas originadas por los propios clientes de la empresa.

Tabla. 2.5. Clasificación de interrupciones programadas e imprevistas.

En la clasificación de las interrupciones anteriores solo se han considerado las fallas que ocurren en el sector distribución urbana de manera general, con un enfoque de investigación hacia CFE de las fallas que puedan originarse en los sectores de distribución.

Causas de fallas más comunes que se reportan diariamente en las oficinas de distribución urbana de Tuxtla Gutiérrez. Adicionalmente las interrupciones que se presentan y que CFE tiene censado de manera específica para crear un archivo o un reporte para el personal de mantenimiento son las siguientes causas:

Causas	Descripción
No se encontró causa.	No se encontró la causa de la interrupción.
Choque de vehículos.	Accidente vehicular en estructuras que interrumpen el suministro eléctrico.
Conexiones clandestinas	Conexiones que operan sin contrato con la empresa.
Corrosión.	Destrucción paulatina por acción de agentes externas.
Daño casual por terceros.	Afectación no intencional por otras personas.
Daño intencional por terceros.	Afectación intencional por las personas.
Defecto interno por instalación del cliente.	Falla originada en el interior del domicilio por manipulación o trabajos.
Envejecimiento.	Degradación progresiva de la vida útil de las conexiones, apartarrayos, aisladores o ccf.
Falso contacto	Las conexiones no se encuentran permanente unidas.
Humedad.	Presencia de agua u otro líquido en las conexiones a causa por lluvias, tormentas o trombas.
No se atendió.	La cuadrilla encargada no pudo atender la emergencia.
Material o equipo defectuoso.	Material o equipo obtenido por el sobrestante se encuentra defectuoso.
Obra deficiente por contratista.	Mala operación llevada a cabo por el contratista.
Fallas propias.	Otras fallas generadas por CFE.
Robo.	Hurto de conductores, aisladores, apartarrayos, conductor de puesta a tierra, transformador.
Sobrecarga.	Exceso de capacidad de carga (puntos calientes).
Animales.	Falla originada por nidos de aves, ardillas, etc.
Ambientales.	Fallas originadas por sismos, incendios, lluvias, vientos fuertes, etc.

Tabla. 2.6. Clasificación de causas de fallas más comunes en CFE.

Protecciones contra sobre corrientes. Las fallas en los sistemas de distribución se clasifican, de acuerdo con su naturaleza, en temporales o permanentes. Una falla temporal se define como aquella que puede ser liberada antes de que ocurra algún daño serio en el equipo o en las instalaciones. Una falla permanente es aquella que

persiste a pesar de la rapidez con la que el circuito se desenergiza. Si dos o más conductores

2.5 Dificultades para la localización de las fallas

El diagnóstico de fallas en las redes de distribución es de gran importancia incluso en las redes de media tensión. Del mismo modo, la identificación y localización de tales eventos es un importante factor para la calidad del servicio. Para el diagnóstico de fallas se emplean algoritmos que consisten principalmente en el cómputo de la impedancia de la línea de falla, basados en el voltaje y la corriente registrados directamente en el alimentador primario.

En redes de distribución, presentan topologías mucho más complejas, en la cual, la distancia asociada con la impedancia estimada puede coincidir con diferentes puntos de un sistema ramificado. **Topología radial.** Aquellas cuyas líneas salen de una subestación hacia un área de consumo, pueden ramificarse, pero no volverán a encontrar punto común.

Si bien es el sistema más barato la seguridad de la calidad del suministro se ve disminuida. Las topologías de las redes y su diseño permiten disminuir la frecuencia y duración de las interrupciones. Posteriormente presentamos algunas de las dificultades que se presentan comúnmente para la localización de una falla:

Topología radial.
Múltiples ramas.
Líneas aéreas y cables.
Carga distribuida.
Naturaleza de la puesta a tierra.

Tabla. 2.7. obstáculos más comunes para la localización de una falla.

3. Desarrollo

3.1 Identificación y seccionamiento de los circuitos

La principal fuente del sistema de fallas mayores es la base de datos que tiene como objetivo ilustrar los dispositivos de protección que se cuenta en los circuitos de las redes de distribución con el fin de agilizar la solución de la falla de manera directa el operador administrara la base de datos en el sistema SIAD para su mejor desempeño en el trabajo.

La realización del proyecto procede con la obtención de un archivo formato “.dwg” por parte del jefe del área de distribución urbana Tuxtla, la cual contenía la localización de las subestaciones, circuitos y dispositivos de protección de la red urbana, así mismo se obtuvo un archivo “.kmz” de la aplicación Google earth la cual contenía las claves de

cada colonia, esto para complementar la documentación del proyecto en el archivo posterior a realizar. Subestaciones existentes de la zona Tuxtla con su respectiva clave:

Tuxtla Uno	TGU
Tuxtla Dos	TGD
Tuxtla Norte	TXN
Tuxtla Sur	TXS
Real del Bosque	RDB
Mactumatzá	MAA

Tabla. 3.1. Subestaciones de la red urbana de Tuxtla Gutiérrez.

Dispositivos de protección que se está tomando en cuenta en este proyecto de fallas mayores:

Cortacircuitos fusible.
Cuchilla de operación en grupo.
Cuchilla de triple disparo.
Seccionador Yaskawa tipo aéreo.
Cuchilla de operación en grupo con operación manual.
Cuchilla de navaja monopolar.
Restaurador tipo aéreo.
Seccionador tipo aéreo.

Tabla. 3.2. Dispositivos de protección de la red de media tensión.

Subestación Tuxtla Uno. Se identificaron y se clasificaron los circuitos de la subestación de Tuxtla uno para determinar los fusibles que afectan a cada colonia por circuito, Tuxtla uno se conforma de 10 circuitos:

No.	Circuitos
1	TGU 4010
2	TGU 4020
3	TGU 4030
4	TGU 4040
5	TGU 4050
6	TGU 4060
7	TGU 4070
8	TGU 4080
9	TGU 4090
10	TGU 4100

Tabla. 3.3. Circuitos de la subestación de Tuxtla Uno.

Circuito TGU 4010. Nos concentramos en la subestación Tuxtla uno, en el circuito TGU 4010 del archivo .dwg, empezamos identificando los cortacircuitos fusibles, seccionadoras, cuchillas de operación en grupo, que esta la componen, para después agregarlos a la base de datos. Siendo analizada y podemos definir qué colonias está afectando cada dispositivo y que ramal podría quedar fuera en caso de una falla.

Este circuito alimenta el área de plaza cristal en fraccionamiento bugambilia, como se muestra en la imagen el circuito uno, desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a plaza cristal/plaza galerías posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar en conjunto con una cuchilla de operación de grupo (T0001) para alimentar el boulevard Ciro farrera, hasta llegar a la cuchilla T0153.



Fig. 3.1. Diagrama del circuito TGU 4010

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4010 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4
0000	F0001	C0001	F0002
5	6	7	8
F0007	T0001	F0120	F0006
9	10	11	12
T0002	F0004	F0005	R0004
13	14	15	16

F0003	S0001	F0240	T0153
-------	-------	-------	-------

Tabla. 3.4. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4010.

Circuito TGU 4020. En el circuito TGU 4020 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta el área de norte poniente sobre el boulevard, como se muestra en la imagen el circuito dos, desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle los sabinos sobre avenida 5ª, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0008).

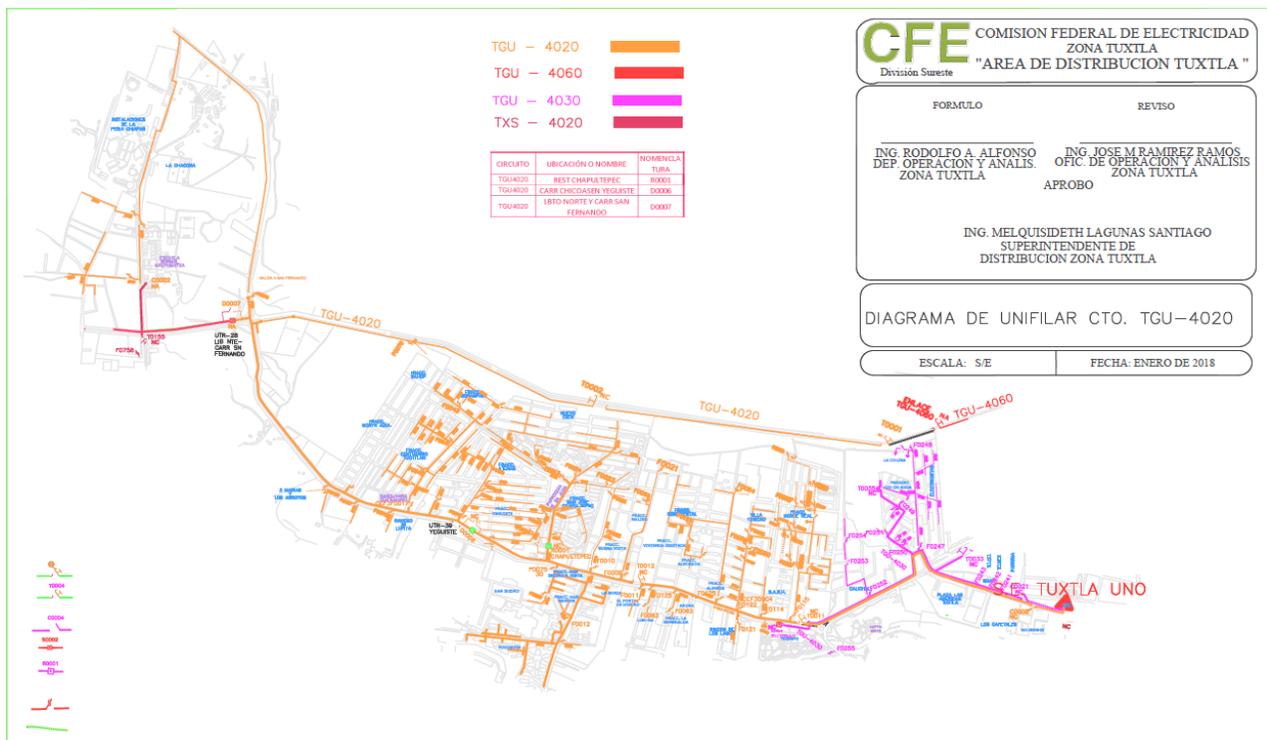


Fig. 3.2. Diagrama del circuito TGU 4020

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4020 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0008	T0011	T0012	D0006	F0115	F0045	F0056	F0057	F0046
10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0048	F0049	F0051	F0047	F0052	F0054	F0055	F0053	F0114
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0121	F0122	F0123	F0059	F0058	F0060	F0126	F0064	F0124

28	29	30	31	32	33	34	35	36
F0062	F0125	F0063	F0011	F0009	F0061	F0021	F0010	F0022
37	38	39	40	41	42	43	44	45
F0020	F0023	F0075	F0069	F0012	R0001	F0025	F0024	F0013
46	47	48	49	50	51	52	53	54
F0026	F0027	F0015	F0034	F0035	F0036	F0016	F0029	F0031
55	56	57	58	59	60	61	62	63
F0032	F0033	F0017	F0037	F0040	F0041	F0042	F0018	F0127
64	65	66	67	68	69	70	71	72
F0019	F0065	F0066	F0128	F0072	F0070	F0073	D0007	T0179

Tabla. 3.5. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4020.

Circuito TGU 4030. En el circuito TGU 4030 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta el área del fraccionamiento Laderas de las lomas como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle los sabinos sobre avenida 5ª, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0021).

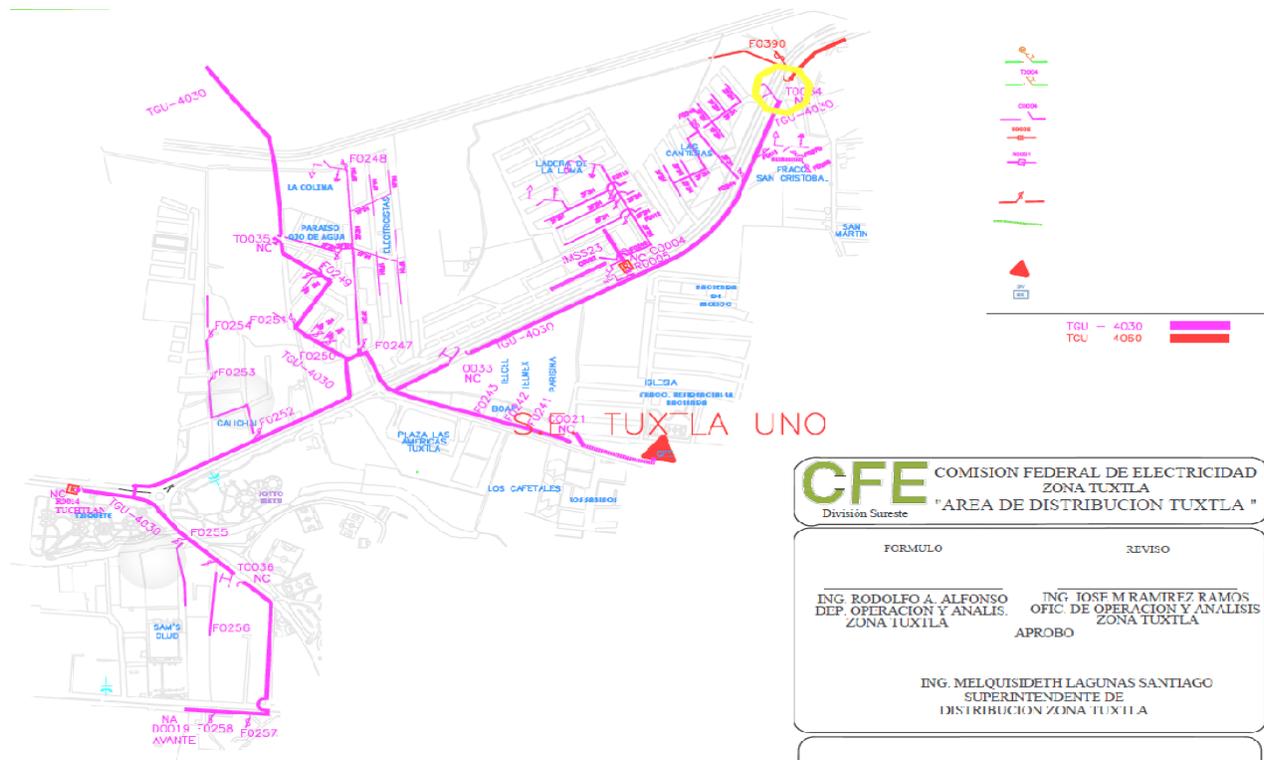


Fig. 3.3. Diagrama del circuito TGU 4030

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4030 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7
C0021	F0241	F0242	F0243	T0033	R0005	C0022
8	9	10	11	12	13	14
F0246	F0112	F0113	F0244	F0245	T0034	F0111
15	16	17	18	19	20	21
F0269	F0270	F0247	F0249	F0248	T0035	C0355
22	23	24	25	26	27	28
C0356	C0354	F0250	F0251	F0252	F0253	F0254
29	30	31	32	33	34	35
R0014	F0255	F0256	T0036	F0257	F0258	D0019

Tabla. 3.6. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4030.

Circuito TGU 4040. En el circuito TGU 4040 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta el área del boulevard Belisario Domínguez como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle los sabinos sobre la avenida 5ª norte, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0032).

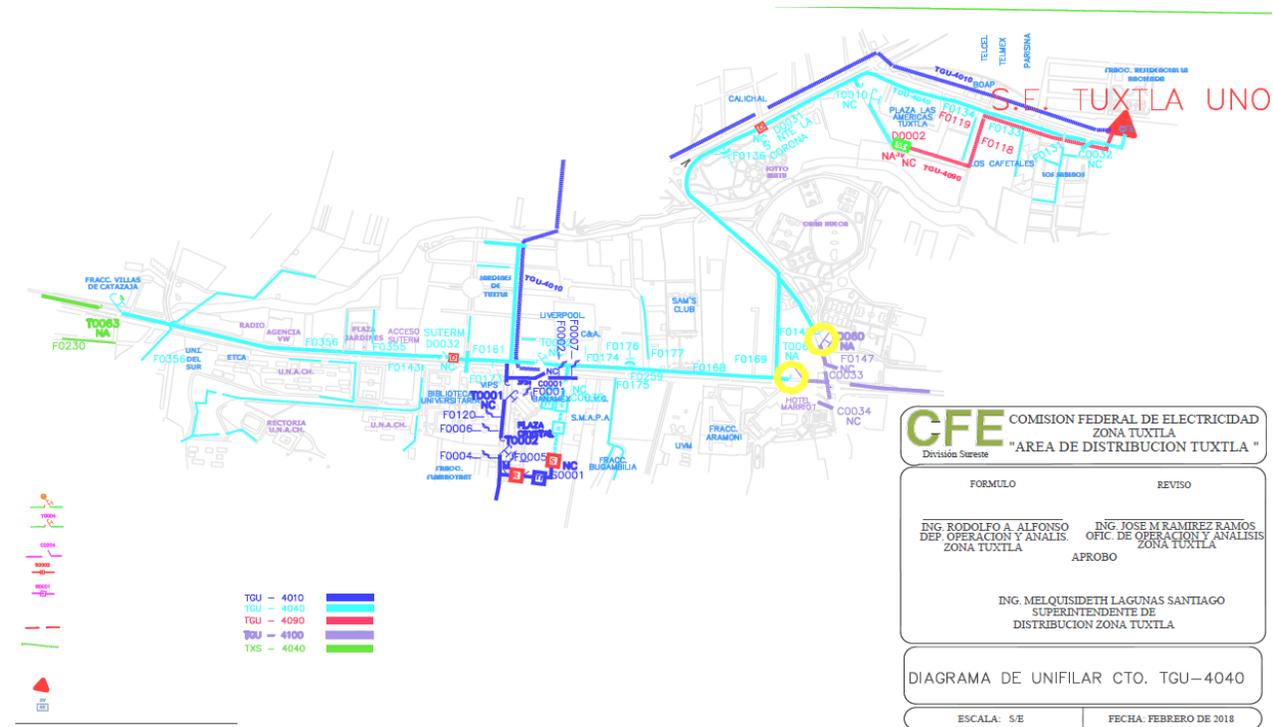


Fig. 3.4. Diagrama del circuito TGU 4040

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4040 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7
C0032	F0131	F0133	F0134	T0010	D0031	T0060
8	9	10	11	12	13	14
F0147	C0033	F0148	T0061	F0168	F0169	F0177
15	16	17	18	19	20	21
F0176	F0175	F0174	C0035	T0062	F0173	F0161
22	23	24	25	26	27	28
D0032	F0143	F0144	F0355	F0356	F0357	T0063

Tabla. 3.7. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4040.

Circuito TGU 4050. En el circuito TGU 4050 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta la zona del barrio san pascualito como se muestra en la imagen el circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia que controla todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle las brisas sobre la avenida 5ª norte, posteriormente la red se convierte en aérea

mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0036).

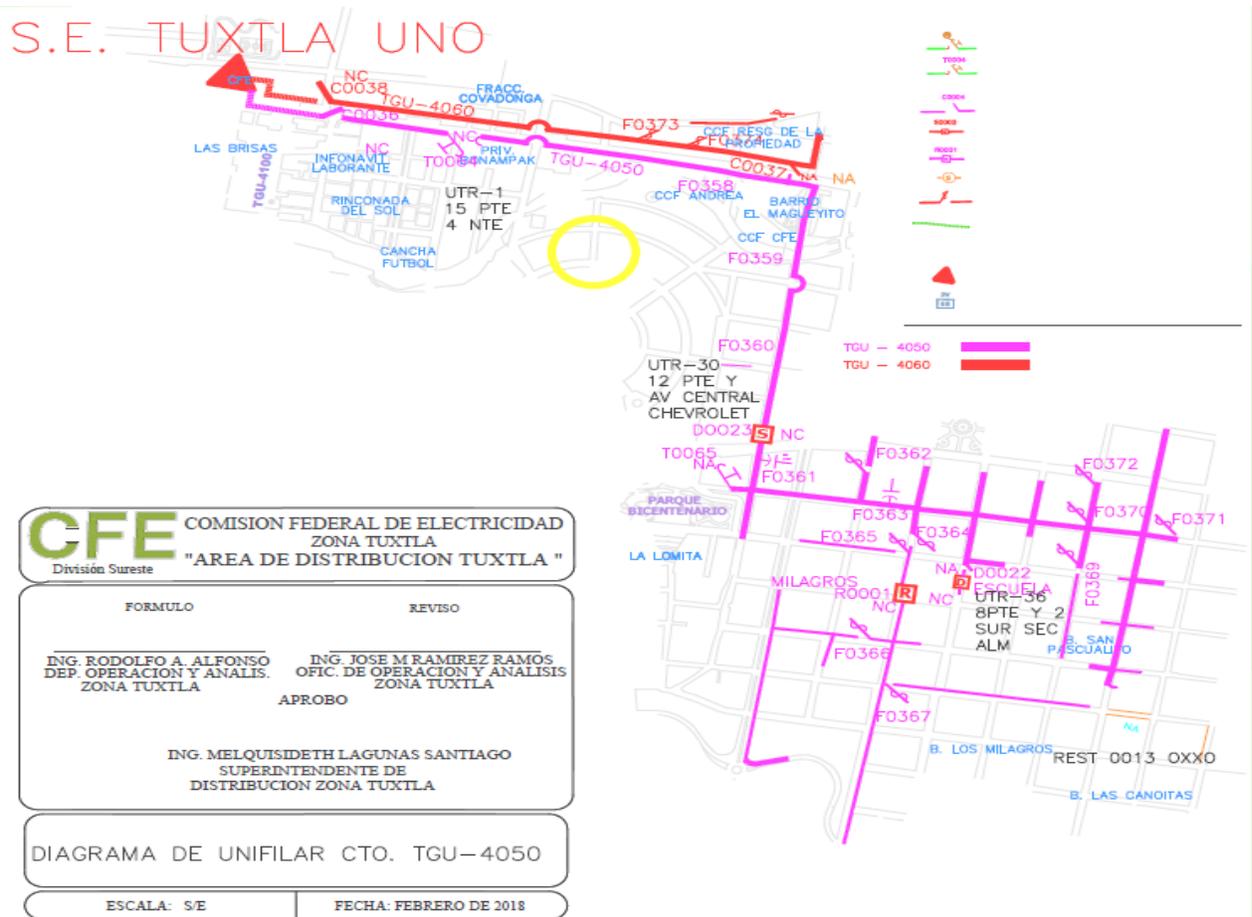


Fig. 3.5. Diagrama del circuito TGU 4050

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4050 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C0036	T0064	F0358	C0037	F0359	F0360	D0023	F0361	T0065	F0362	F0363
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
F0364	F0365	R0001	F0366	F0367	D0022	F0368	F0370	T0066	F0371	F0372

Tabla. 3.8. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4050.

Circuito TGU 4060. En el circuito TGU 4040 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta el área del fraccionamiento Vista hermosa y casa de gobierno como se muestra en la imagen del circuito.

Desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle los sabinos sobre la avenida 5ª norte, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0038).

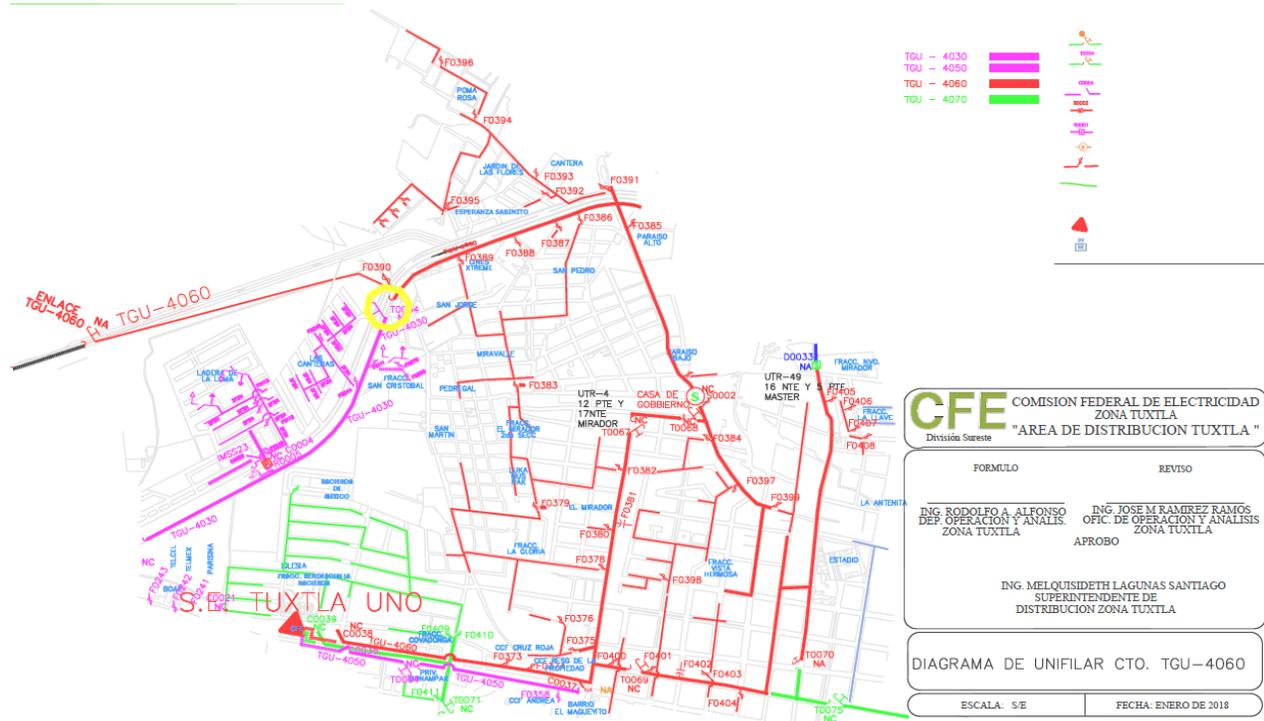


Fig. 3.6. Diagrama del circuito TGU 4060

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4060 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0038	F0373	F0374	F0400	C0037	T0069	F0401	F0402	F0403
10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0404	F0405	F0406	F0407	F0408	T0070	D0033	F0375	F0376
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0377	F0378	F0380	F0381	F0382	F0383	F0379	T0067	T0068
28	29	30	31	32	33	34	35	36
F0384	F0397	F0398	F0399	S0002	F0385	F0386	F0387	F0388
37	38	39	40	41	42	43	44	45
F0389	F0390	F0391	F0392	F0393	F0394	F0396	F0395	T0034

Tabla. 3.9. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4060.

Circuito TGU 4070. En el circuito TGU 4070 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la zona centro como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle los sabinos sobre la avenida 5ª norte, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0039).

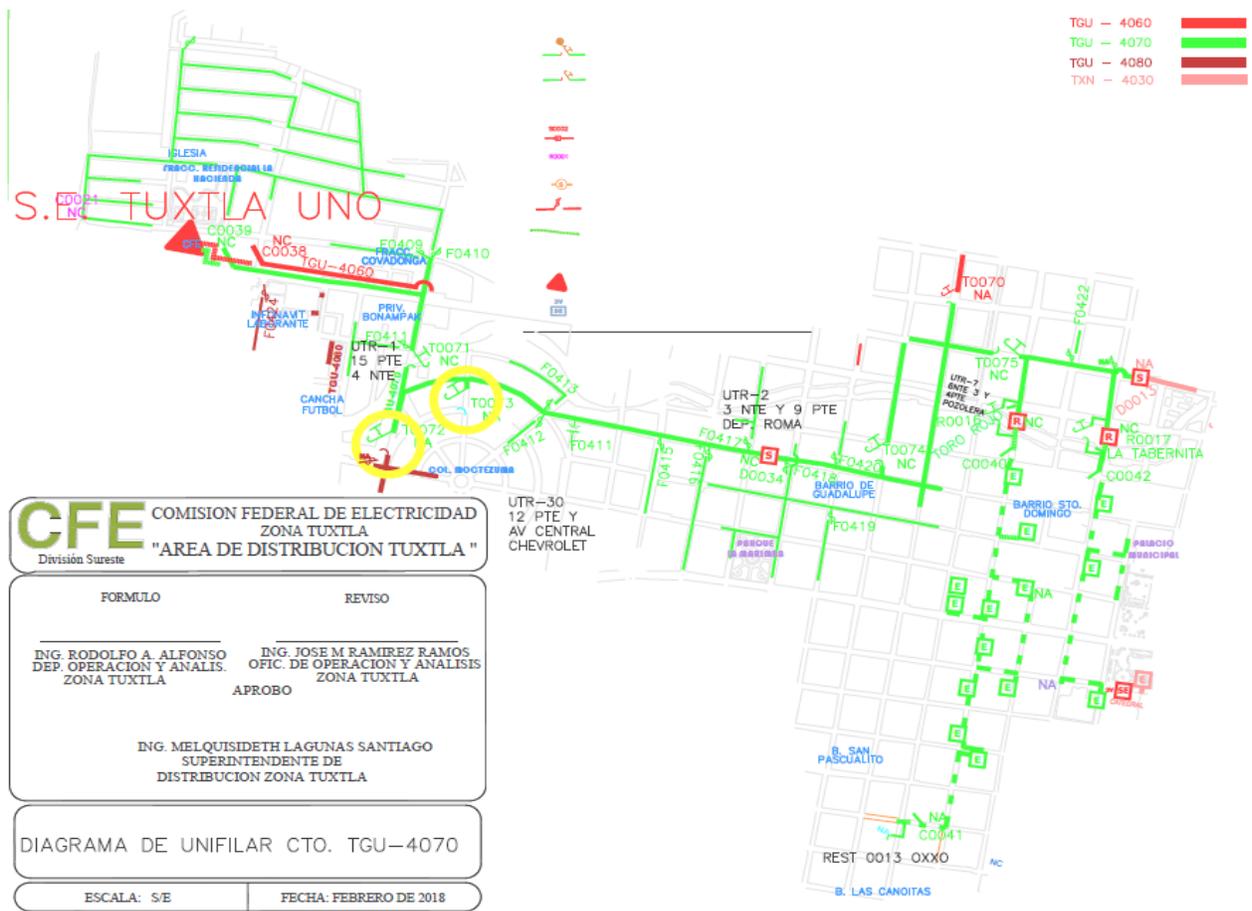


Fig. 3.7. Diagrama del circuito TGU 4070

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4070 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6
C0039	F0409	F0410	F0132	F0411	T0071
7	8	9	10	11	12
T0072	T0073	F0412	F0413	F0414	F0415

13	14	15	16	17	18
F0416	F0417	D0034	F0418	F0420	F0419
19	20	21	22	23	24
T0074	F0421	T0070	T0075	F0422	R0016
25	26	27	28	29	30
C0040	R0017	C0042	C0041	R0012	D0013

Tabla. 3.10. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4070.

Circuito TGU 4080. En el circuito TGU 4080 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la 16ª y 15ª poniente como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la calle los sabinos sobre la avenida 5ª norte, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0043).

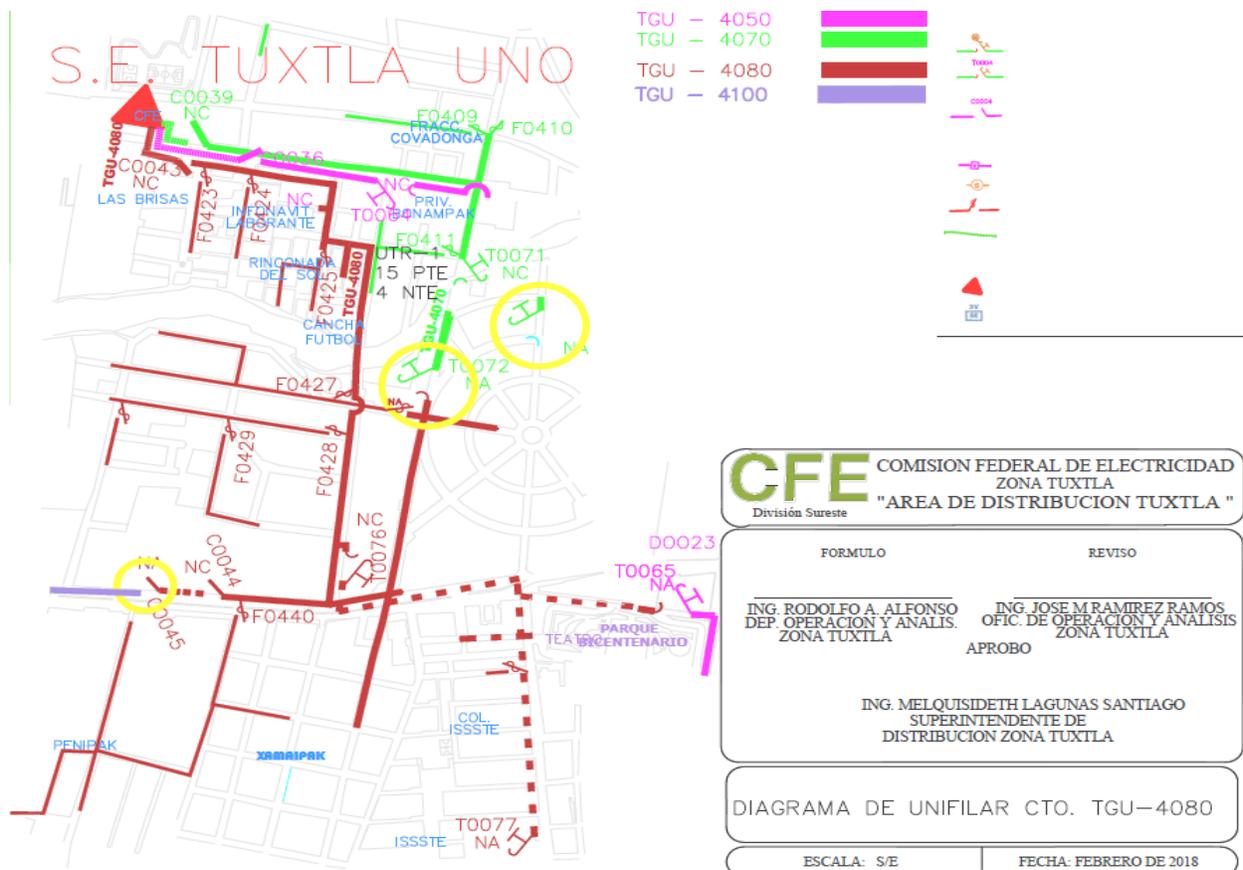


Fig. 3.8. Diagrama del circuito TGU 4080

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4080 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5
C0043	F0423	F0424	F0425	F0426
6	7	8	9	10
F0427	F0428	F0429	F0440	C0044
11	12	13	14	15
C0045	T0076	T0077	T0065	T0072

Tabla. 3.11. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4080.

Circuito TGU 4090. En el circuito TGU 4090 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el aérea de plaza las américas como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante red subterránea de media tensión directamente hacia la seccionadora tipo pedestal (D0002).

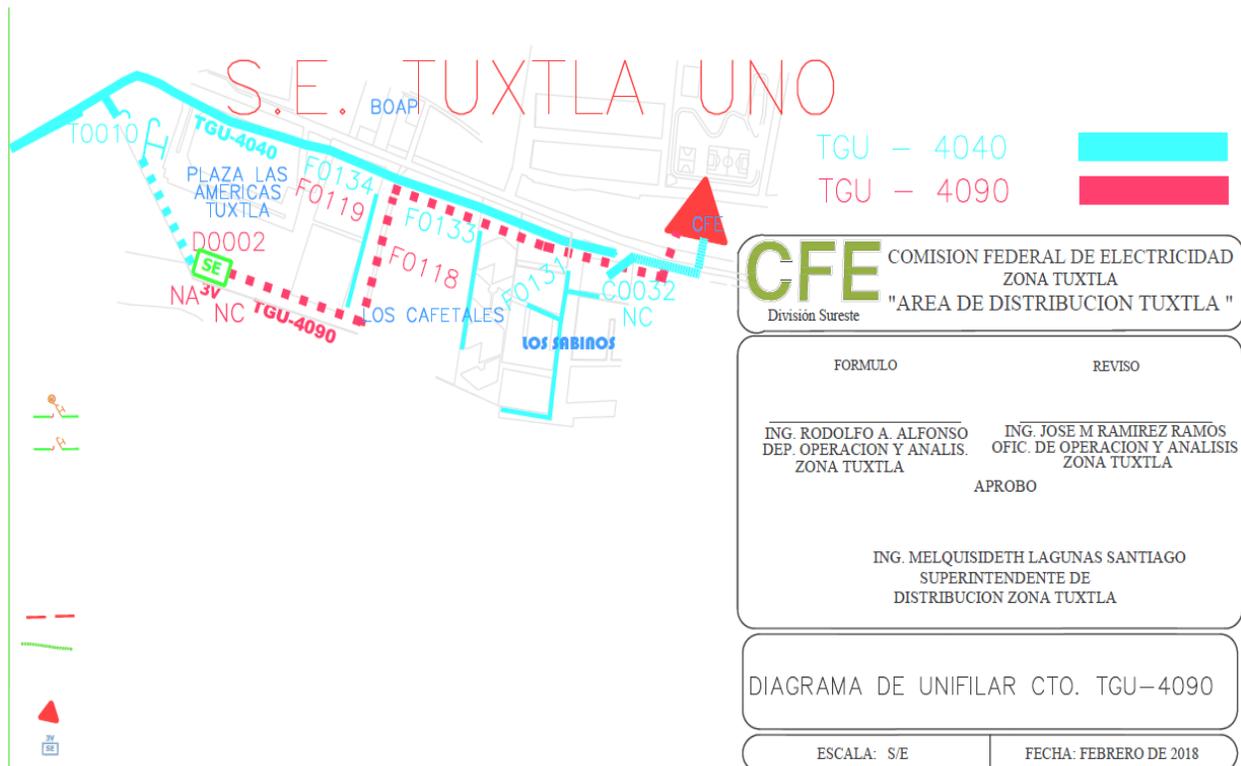


Fig. 3.9. Diagrama del circuito TGU 4090

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4090 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6
F0119	F0118	D0002	R0007	R0008	T0010

Tabla. 3.12. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4090.

Circuito TGU 4100. En el circuito TGU 4100 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta el área de fraccionamiento las Bugambilias como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión sobre la calle 18ª poniente norte hasta llegar sobre el boulevard Dr. Belisario Domínguez, posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0046).

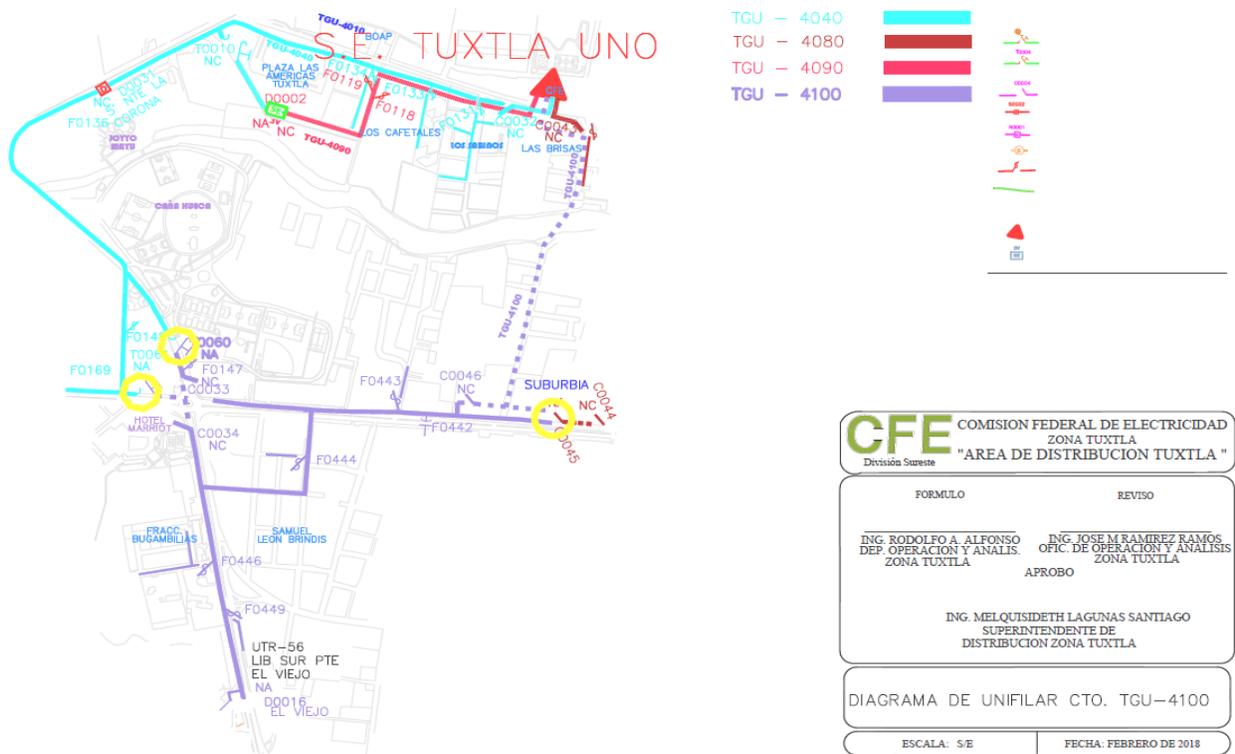


Fig. 3.10. Diagrama del circuito TGU 4100

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGU 4100 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7

C0046	C0045	F0441	F0442	F0443	F0444	C0034
8	9	10	11	12	13	14
F0147	F0445	F0446	F0447	F0448	F0449	D0016

Tabla. 3.13. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGU 4100.

Subestación Tuxtla Dos. Se identificaron y se clasificaron los circuitos de la subestación de Tuxtla Dos para determinar los fusibles que afectan a cada colonia por circuito, Tuxtla Dos se conforma de 10 circuitos:

No.	Circuitos
1	TGD 4010
2	TGD 4020
3	TGD 4030
4	TGD 4040
5	TGD 4050
6	TGD 4060
7	TGD 4070
8	TGD 4080
9	TGD 4090
10	TGD 4100

Tabla. 3.14. Circuitos existentes en la subestación Tuxtla Dos.

Circuito TGD 4010. En el circuito TGD 4010 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de plaza ámbar y samís oriente como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a una seccionadora tipo pedestal (D0066) y (D0005) respectivamente.

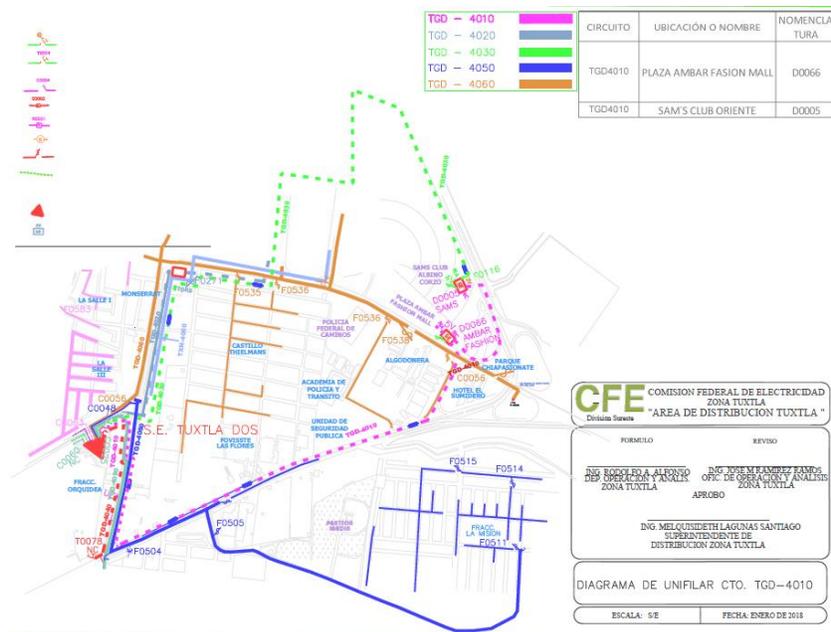


Fig. 3.11. Diagrama del circuito TGD 4010

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4010 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6
C0025	F0293	F0294	F0295	T0047	T0048
7	8	9	10	11	12
F0296	F0297	F0298	F0299	F0300	F0301
13	14	15	16	17	18
F0302	F0303	F0304	F305	F0306	F0308
19	20	21	22	23	24
F0309	F0310	F0311	F0312	F0313	T0049
25	26	27	28	29	30
F0314	F0315	F0316	F0317	F0318	F0319

Tabla. 3.15. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4010.

Circuito TGD 4020. En el circuito TGD 4020 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de soriana oriente y poliforum como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la seccionadora (D0025) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0024) para seguir con la distribución en la zona.

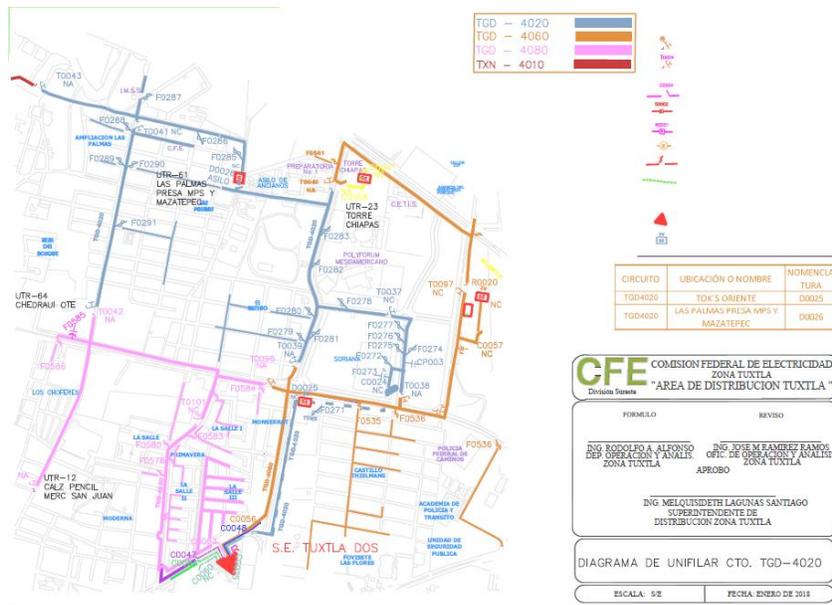


Fig. 3.12. Diagrama del circuito TGD 4020

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4020 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5
D0025	F0271	C0024	F0272	F0275
6	7	8	9	10
F0274	F0276	F0277	T0037	F0278
11	12	13	14	15
F0279	F0280	F0281	F0282	F0283
16	17	18	19	20
F0284	D0026	F0285	F0286	F0287
21	22	23	24	25
T0041	F0288	F0289	F0290	F0291

Tabla. 3.16. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4020.

Circuito TGD 4030. En el circuito TGD 4030 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el hospital Gómez Maza como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la seccionadora tipo pedestal (D0004).

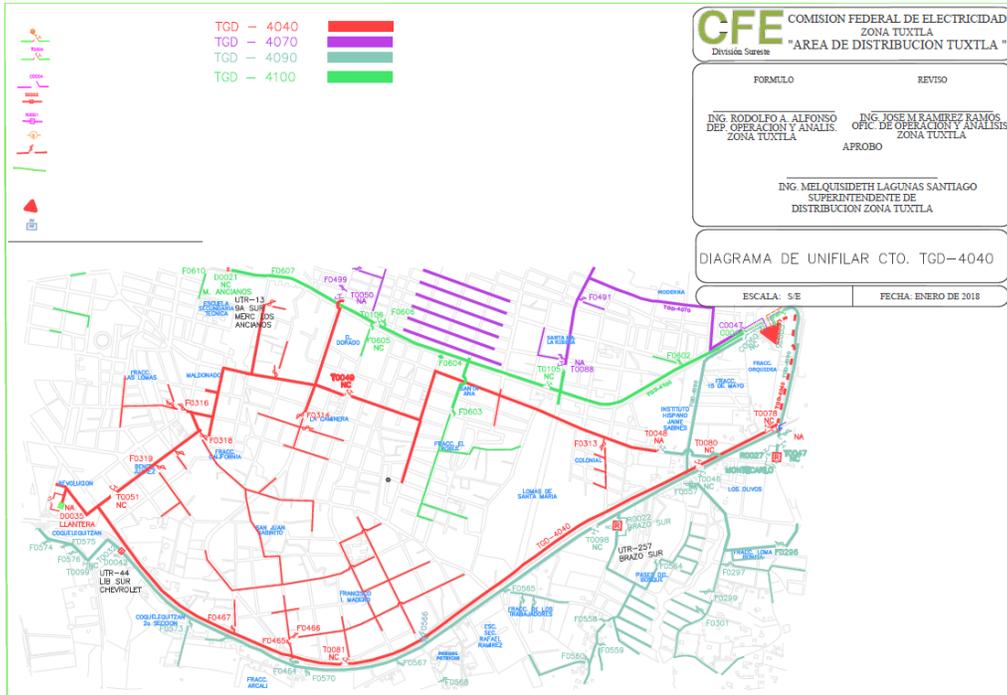


Fig. 3.14. Diagrama del circuito TGD 4040

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4040 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5
T0078	T0080	T0081	F0465	F0466
6	7	8	9	10
F0467	D0035	T0051	F0319	F0318
11	12	13	14	15
F0317	F0316	F0314	T0049	F0313

Tabla. 3.18. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4040.

Circuito TGD 4050. En el circuito TGD 4050 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área del fraccionamiento la misión, la azteca, y SMAPA como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión.

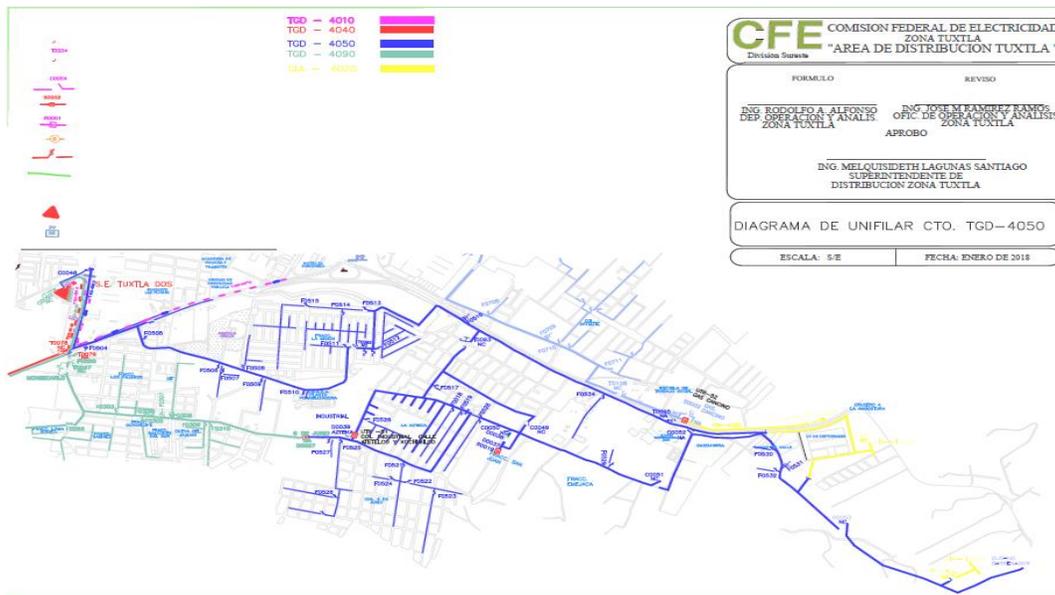


Fig. 3.15. Diagrama del circuito TGD 4050

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4050 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6
C0048	F0505	F0506	F0507	F0508	F0509
7	8	9	10	11	12
F0510	F0511	T0092	F0512	F0513	F0514
13	14	15	16	17	18
F05015	T0093	F0517	F0518	F0519	D0039
19	20	21	22	23	24
F0528	F0526	C0049	D0037	D0038	R0019
25	26	27	28	29	30
F0521	F0522	F0523	F0524	F0525	F0526
31	32	33	34	35	36
F0527	F0529	C0051	F0530	F0532	C0053
37					
PENDIENTE					

Tabla. 3.19. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4050.

Circuito TGD 4060. En el circuito TGD 4060 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área o zona de la colonia patria nueva y el parque chiapasonate como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la cuchilla navaja monopolar (C0056) y posteriormente la red se convierte en aérea para seguir con la distribución en la zona.

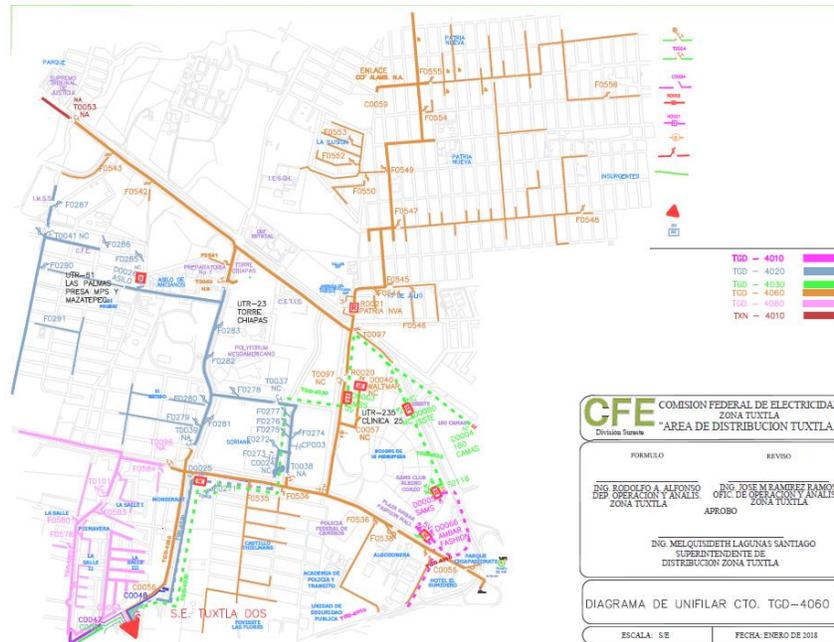


Fig. 3.16. Diagrama del circuito TGD 4060

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4060 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0056	F0535	F0536	F0537	F0538	C0057	D0040	T0097	R0021
10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0544	F0545	F0546	F0547	F0549	F0550	F0551	F0552	F0553
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0554	F0555	F0556	F0548	F0542	F0543	F0541	C0058	D0041

Tabla. 3.20. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4060.

Circuito TGD 4070. En el circuito TGD 4070 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia bienestar social y barrio Tzucutumbak como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar a la cuchilla navaja monopolar (C0047) y posteriormente la red se convierte en aérea

mediante una transición en la estructura con el dispositivo indicado anteriormente para seguir con la distribución en la zona.

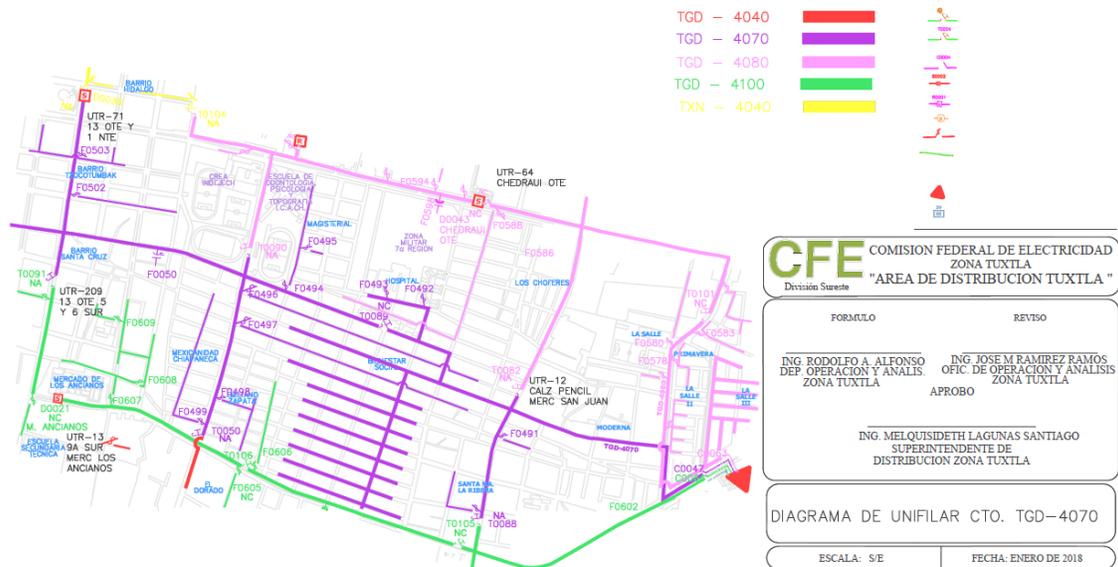


Fig. 3.17. Diagrama del circuito TGD 4070

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4070 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5
C0047	F0491	F0492	F0493	T0089
6	7	8	9	10
F0494	F0495	F0496	F0497	F0498
11	12	13		
F0499	F0502	F0503		

Tabla. 3.21. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4070.

Circuito TGD 4080. En el circuito TGD 4080 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia la Salle, Chedraui oriente y casa de la cultura como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0063) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

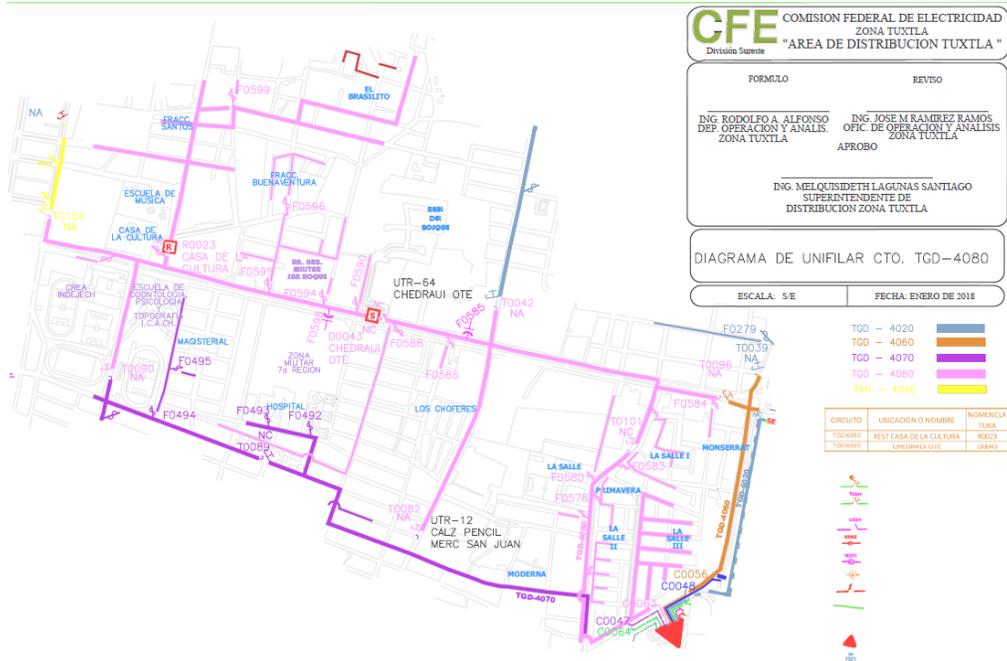


Fig. 3.18. Diagrama del circuito TGD 4080

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4080 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5
C0063	F0578	F0579	F0580	F0581
6	7	8	9	10
F0582	F0583	T0101	F0584	F0586
11	12	13	14	15
F0588	F0589	D0043	F0590	F0594
16	17	18	19	
F0595	F0596	R0023	F0599	

Tabla. 3.22. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4080.

Circuito TGD 4090. En el circuito TGD 4090 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia loma bonita y lomas del oriente como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0060) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

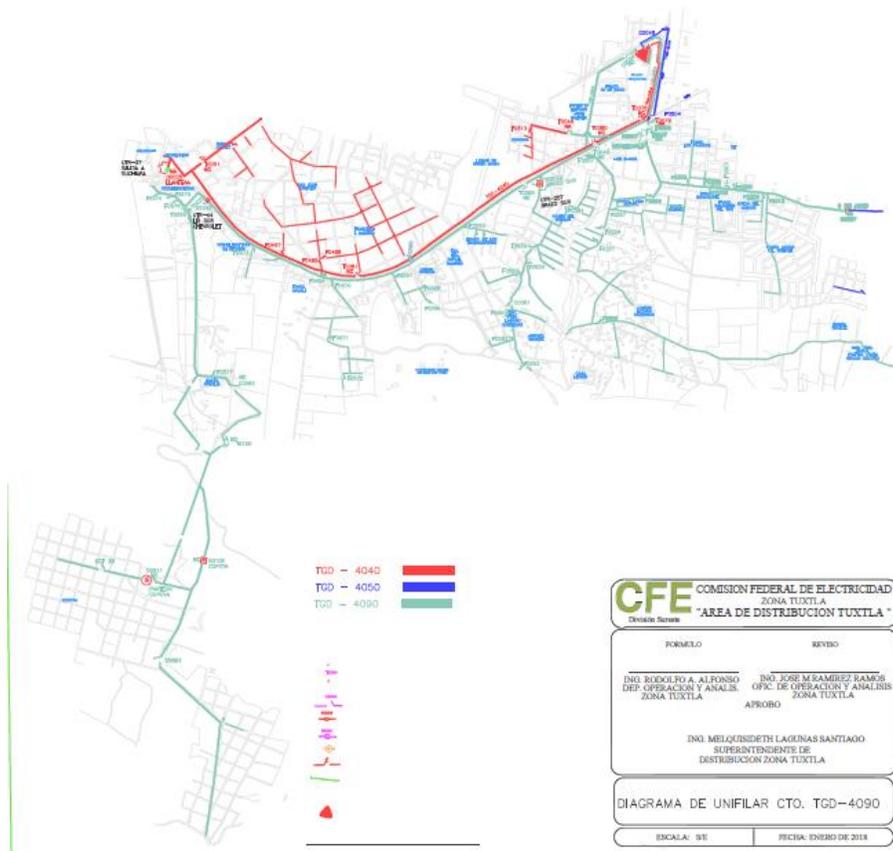


Fig. 3.19. Diagrama del circuito TGD 4090

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4090 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0060	F0557	R0022	F0564	F0558	F0559	F0560	F0561	C0061
10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0562	F0563	T0098	F0565	F0567	F0568	F0569	F0570	F0571
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0572	F0573	T0032	D0042	F0576	F0575	F0574	T0099	F0577
28	29	30	31	32	33	34	35	36
C0062	T0100	F0295	R0027	F0296	F0297	F0299	F0301	F0303
37	38	39	40	41				
F0306	F0305	F0308	F0309	F0310				

Tabla. 3.23. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4090.

Circuito TGD 4100. En el circuito TGD 4100 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área del mercado de los ancianos y la zona del parque de santa Cecilia como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0064) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

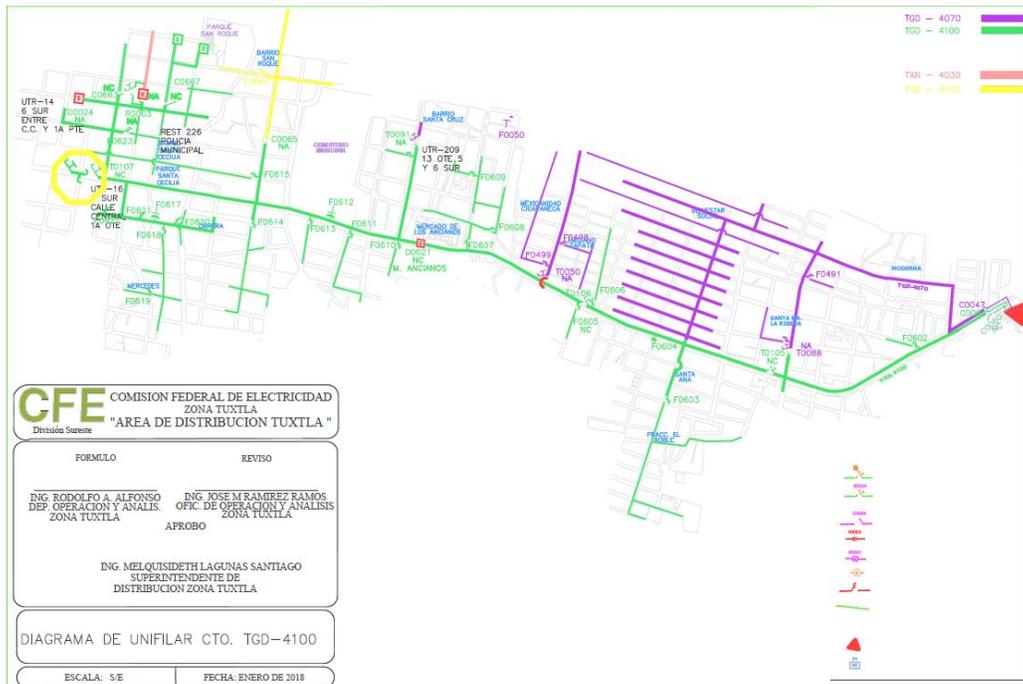


Fig. 3.20. Diagrama del circuito TGD 4100

A continuación, se muestran las protecciones con el que TGD 4100 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
C0064	F0602	T0105	F0603	F0605	F0606	T0106	F0607
9	10	11	12	13	14	15	16
F0608	F0609	D0021	F0610	F0611	F0613	F0614	F0615
17	18	19	20	21	22	23	24
F0618	F0619	F0620	F0621	F0622	F0623	T0107	C0663
25							
F0667							

Tabla. 3.24. Dispositivos de protección existentes en el circuito TGD 4100.

Subestación Tuxtla Norte. Se identificaron y se clasificaron los circuitos de la subestación de Tuxtla Norte para determinar los fusibles que afectan a cada colonia por circuito, Tuxtla Norte se conforma de 8 circuitos:

No.	Circuitos
-----	-----------

1	TXN 4010
2	TXN 4020
3	TXN 4030
4	TXN 4040
5	TXN 4050
6	TXN 4060
7	TXN 4070
8	TXN 4080

Tabla. 3.25. Circuitos existentes de la subestación Tuxtla Norte.

Circuito TXN 4010. En el circuito TXN 4010 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia 24 de junio e Infonavit Grijalva, así como el fraccionamiento el rastro como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0026) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

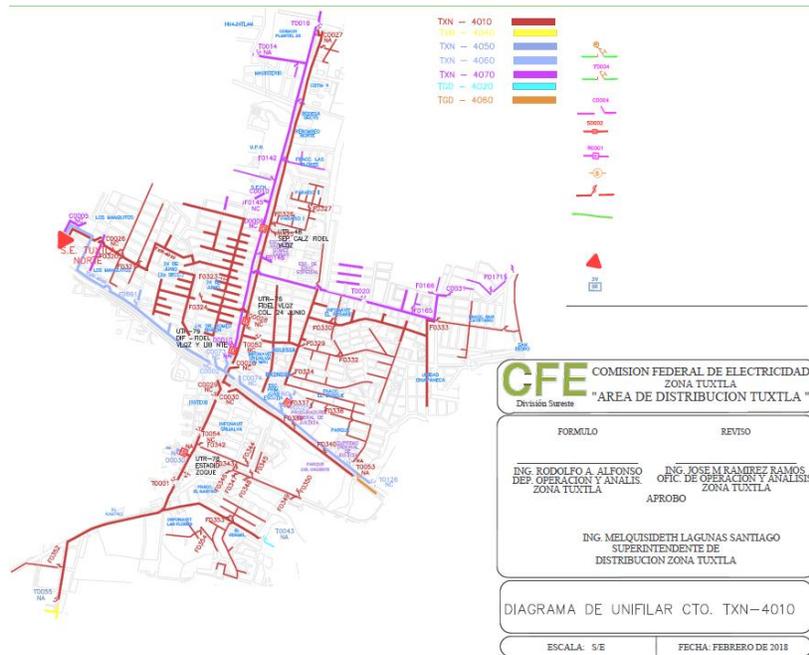


Fig. 3.21. Diagrama del circuito TXN 4010

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4010 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

C0026	F0322	F0320	F0321	F0324	F0325	F0326	F0327	D0028
10	11	12	13	14	15	16	17	18
T0052	F0329	F0330	F0332	F0333	F0335	F0334	F0336	F0337
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0339	F0340	C0028	C0030	C0029	F0341	T0054	F0342	F0343
28	29	30	31	32	33	34	35	36
F0344	F0345	F0346	F0347	F0348	F0349	F0350	F0352	F0353
37								
F0354								

Tabla. 3.26. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4010.

Circuito TXN 4020. En el circuito TXN 4020 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia Albania baja y las granjas como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión.

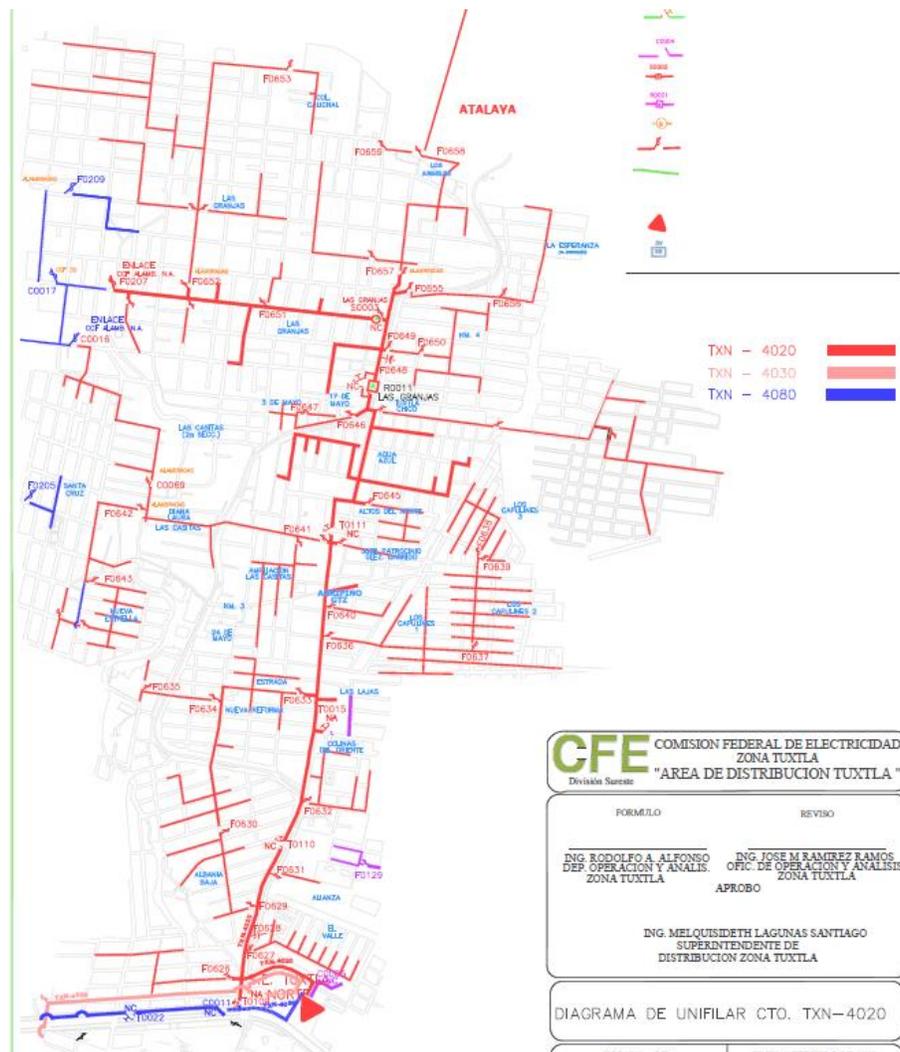


Fig. 3.22. Diagrama del circuito TXN 4020

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4020 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7
F0626	F0627	F0629	F0630	F0631	T0110	F0632
8	9	10	11	12	13	14
F0633	F0634	F0635	F0636	F0637	F0638	F0639
15	16	17	18	19	20	21
F0340	F0641	F0642	C0069	T0111	F0645	F0646
22	23	24	25	26	27	28
F0647	R0011	F0649	F0650	S0003	F0651	F0652
29	30	31	32	33	34	35
F0654	F0653	F0655	F0656	F0657	F0658	F0659

Tabla. 3.27. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4020.

Circuito TXN 4030. En el circuito TXN 4030 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área del parque central y parque san Roque como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al restaurador (R0002) y posteriormente la red se convierte en red subterránea en la zona centro mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

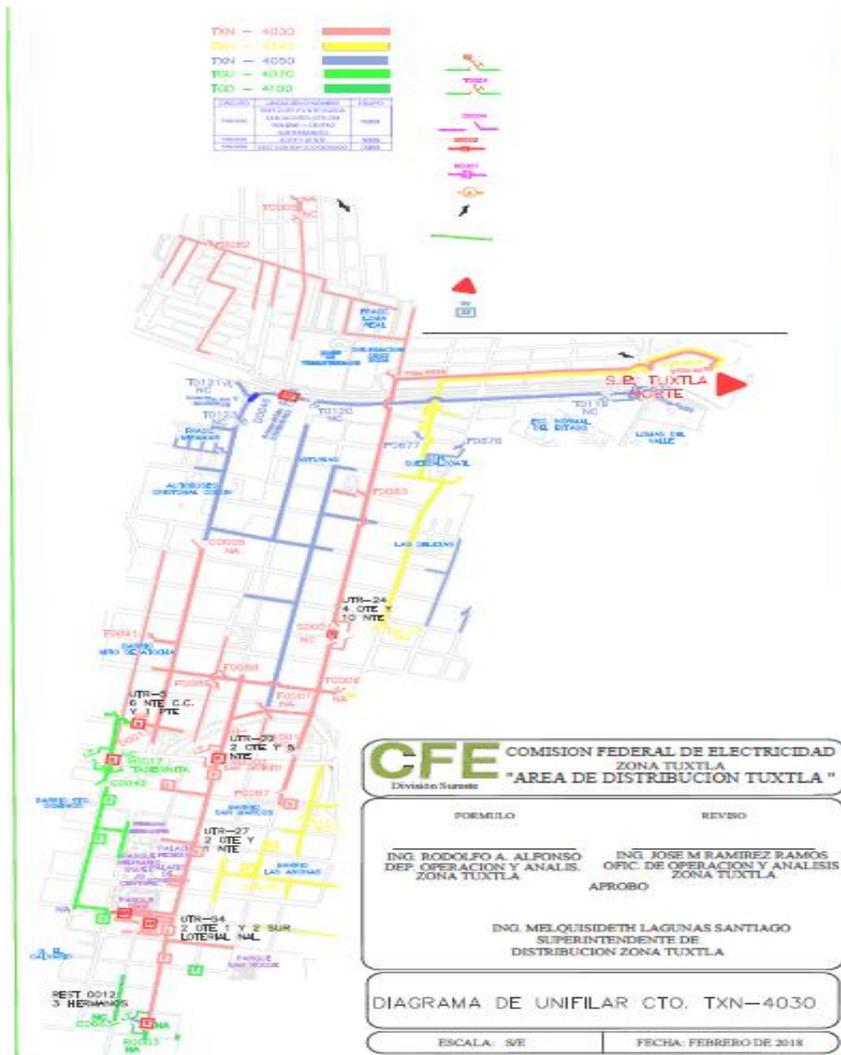


Fig. 3.23. Diagrama del circuito TXN 4030

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4030 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6
F0080	F0081	F0082	T0005	F0083	F0084
7	8	9	10	11	12
D0012	T0008	F0087	F0088	F0089	F0090
13	14	15	16	17	18
F0091	F0092	R0002	F0093	F0094	F0095
19	20	21	22	23	
F0096	F0097	F0098	F0099	F0100	

Tabla. 3.28. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4030.

Circuito TXN 4040. En el circuito TXN 4040 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la zona centro, así como la zona del barrio del Carmen como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión protegiendo la zona centro con la cuchilla de operación en grupo (T0112).

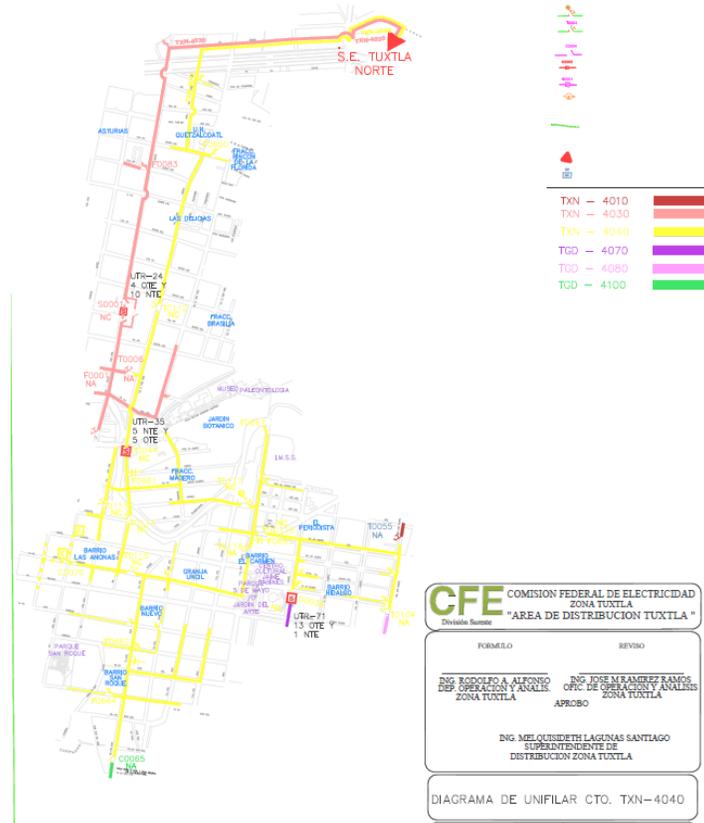


Fig. 3.24. Diagrama del circuito TXN 4040

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4040 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
F0660	T0112	D0044	T0113	T0114	C0070	T0115	F0665
9	10	11	12	13	14	15	16
F0662	F0663	F0664	T0117	F0666	F0667	T0118	F0669

Tabla. 3.29. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4040.

Circuito TXN 4050. En el circuito TXN 4050 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de Chedraui norte y la zona del teatro de la ciudad Emilio Rabasa como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0071) y posteriormente para seguir con la distribución en la zona.

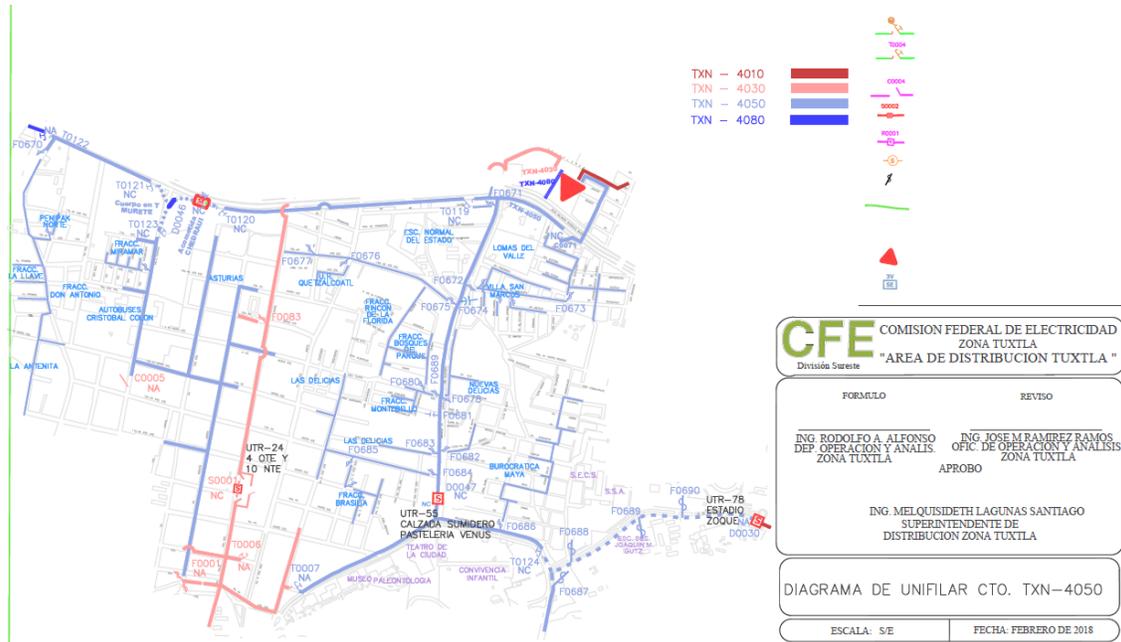


Fig. 3.25. Diagrama del circuito TXN 4050

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4050 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0071	T0119	T0120	D0046	T0121	F0670	T0123	F0671	F0672
10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0673	F0675	F0676	F0677	F0678	F0679	F0680	F0682	F0683
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0684	F0685	D0047	F0686	T0124	F0687	F0688	F0689	F0690

Tabla. 3.30. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4050.

Circuito TXN 4060. En el circuito TXN 4060 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia las torres como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0079) para proteger el circuito y seguir con la distribución en la zona.

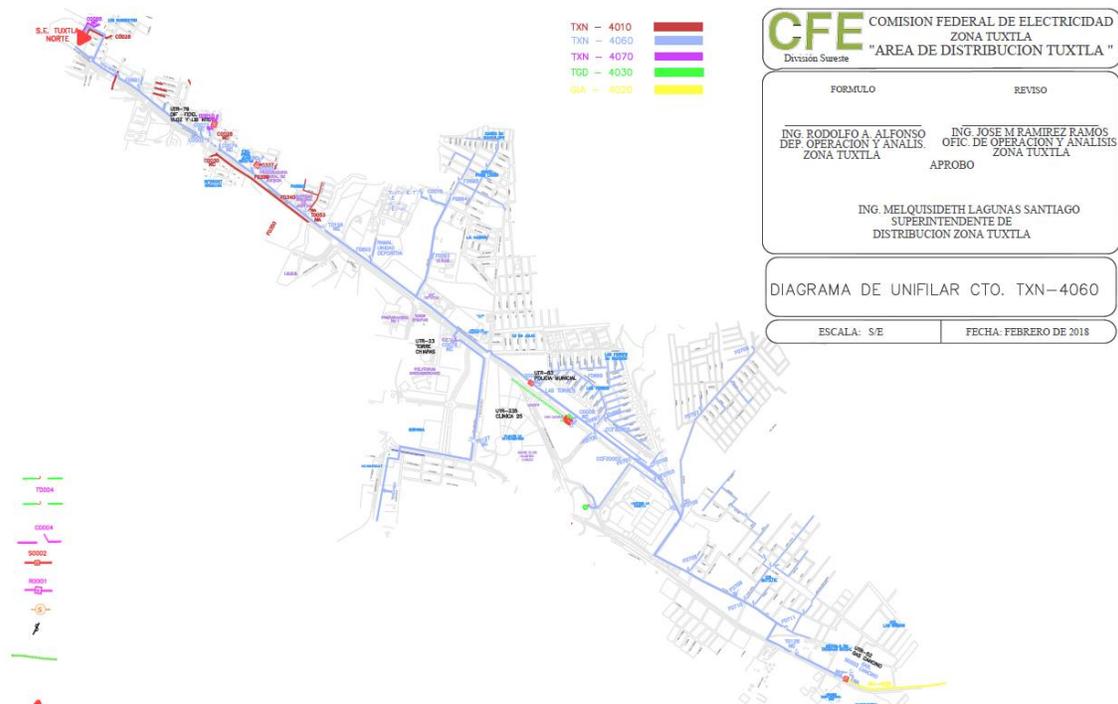


Fig. 3.26. Diagrama del circuito TXN 4060

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4060 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6
F0691	C0072	C0074	R0025	T0126	F0692
7	8	9	10	11	12
F0693	F0694	F0695	C0075	C0076	F0696
13	14	15	16	17	18
T0127	D0048	F0697	F0698	F0699	F0700
19	20	21	22	23	24
F0701	F0702	F0703	F0704	F0705	F0706
25	26	27	28	29	
F0707	F0708	F0710	F0711	T0128	

Tabla. 3.31. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4060.

Circuito TXN 4070. En el circuito TXN 4070 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia las águilas y san pedro como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión cuenta con el dispositivo de protección

cuchilla navaja monopolar (C0009) que posteriormente seguir con la distribución en la zona.

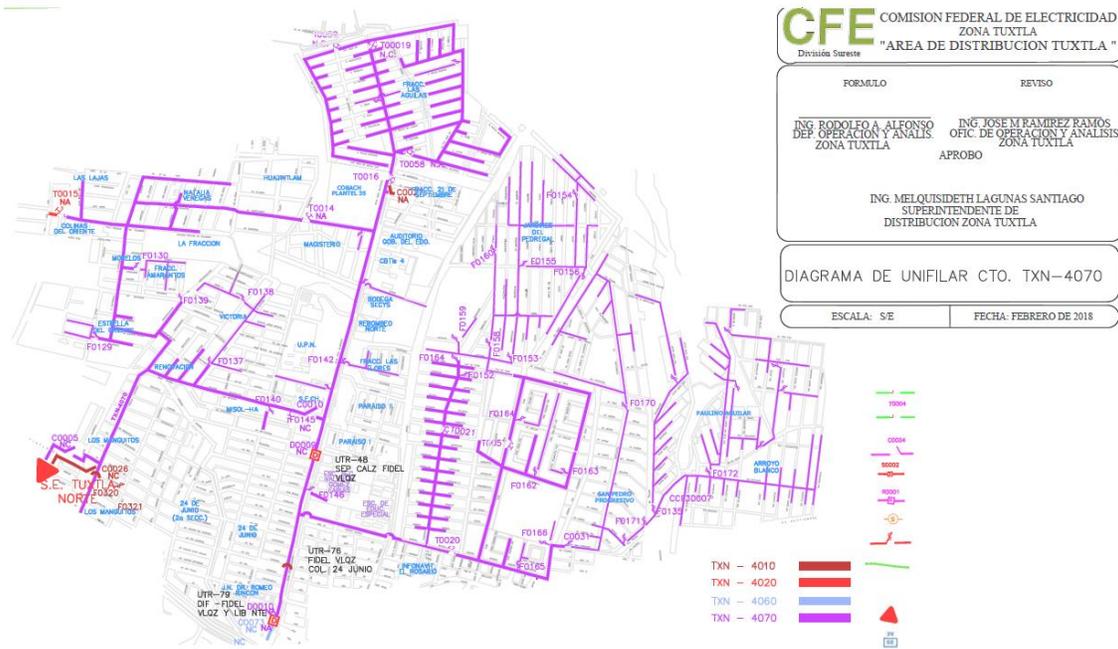


Fig. 3.27. Diagrama del circuito TXN 4070

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4070 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0009	F0129	F0130	R0009	F0137	F0138	F0139	F0140	C0010
10	11	12	13	14	15	16	17	18
D0009	F0146	T0020	T0021	F0151	F0152	F0153	F0157	F0158
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0159	F0155	F0156	F0160	F0154	F0162	F0163	T0057	F0164
28	29	30	31	32	33	34	35	36
F0165	F0166	C0031	F0170	F0171	F0135	F0172	F0142	T0016
37	38							
T0059	T0019							

Tabla. 3.32. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4070.

Circuito TXN 4080. En el circuito TXN 4080 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia Potinaspak y colonia linda vista como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0011) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

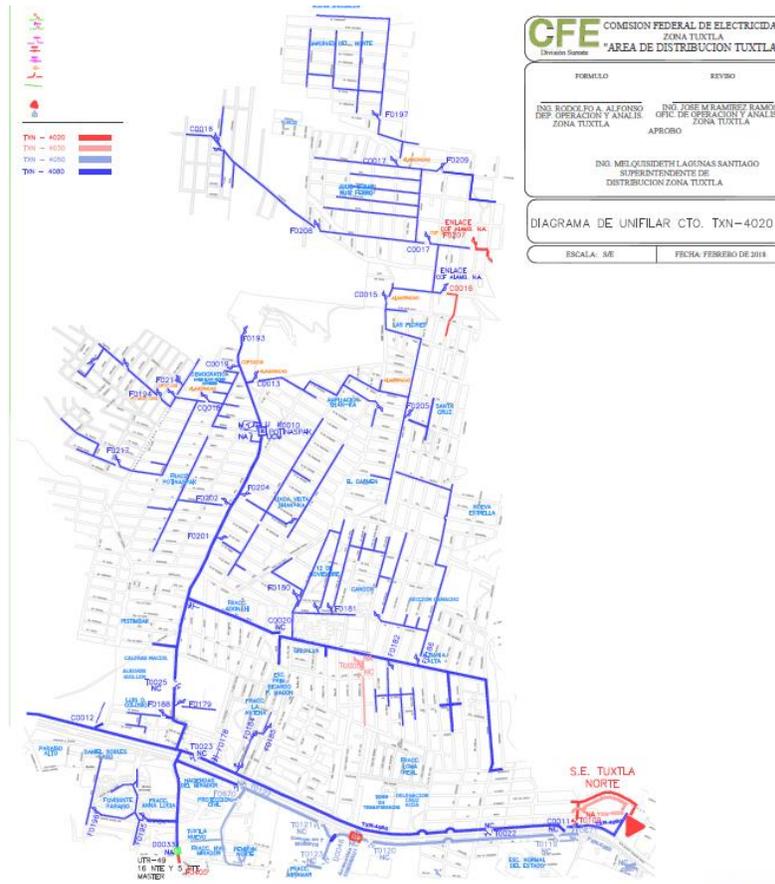


Fig. 3.28. Diagrama del circuito TXN 4080

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXN 4080 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0011	T0022	F0184	F0185	T0023	F0195	F0196	F0188	F0179
10	11	12	13	14	15	16	17	18
T0025	C0020	F0182	F0180	F0181	F0186	F0201	F0202	F0204
19	20	21	22	23	24	25	26	27
R0010	C0013	F0205	C0015	F0208	F0209	F0197	C0019	F0193
28	29	30	31					
C0018	F0214	F0194	F0217					

Tabla. 3.33. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXN 4080.

Subestación Tuxtla Sur. Se identificaron y se clasificaron los circuitos de la subestación de Tuxtla Sur para determinar los fusibles que afectan a cada colonia por circuito, Tuxtla sur se conforma de 5 circuitos:

No.	Circuitos
1	TXS 4010
2	TXS 4020
3	TXS 4030
4	TXS 4040
5	TXS 4052

Tabla. 3.34. Circuitos existentes en la subestación Tuxtla Sur.

Circuito TXS 4010. En el circuito TXS 4010 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia san José Terán como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0080) y seguir con la distribución en la zona.



Fig. 3.29. Diagrama del circuito TXS 4010

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXS 4010 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0080	F0750	F0751	F0754	T0132	F0909	F0718	F0721	F0720

10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0719	F0722	F0723	F0724	F0725	F0726	F0727	F0910	T0143
19	20	21	22	23	24	25	26	27
D0049	F0731	F0732	F0752	F0756	F0904	F07905	F07906	T0133
28	29	30	31	32	33	34	35	36
F0908	F0753	D0053	T0135	F0735	F0737	F0736	F0742	F0743

Tabla. 3.35. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXS 4010.

Circuito TXS 4020. En el circuito TXS 4020 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área del fraccionamiento campanario y colonia plan de Ayala como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0140) y posteriormente continua con la distribución en la zona.

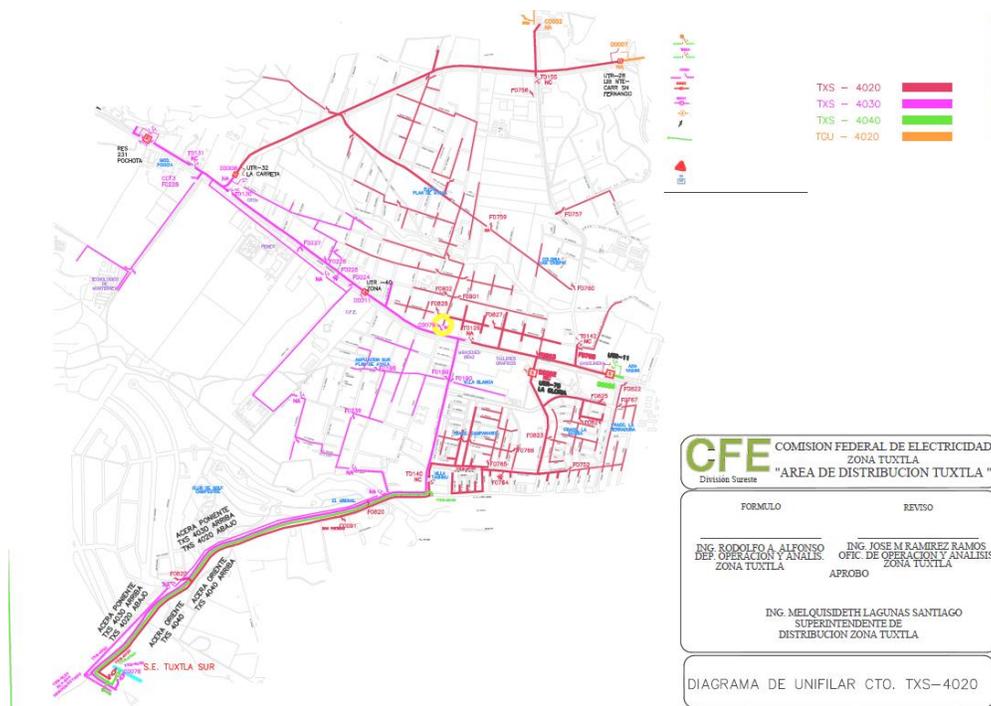


Fig. 3.30. Diagrama del circuito TXS 4020

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXS 4020 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C0090	F0820	C0091	F0821	T0140	F0765	F0766	F0752	F0767

10	11	12	13	14	15	16	17	18
F0822	F0823	F0824	F0825	D0052	F0903	F0827	F0828	F0829
19	20	21	22	23	24	25	26	27
F0900	F0901	F0902	F0768	T0142	F0760	F0757	F0758	T0155

Tabla. 3.36. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXS 4020.

Circuito TXS 4030. En el circuito TXS 4030 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área del tecnológico de monterrey y la pochota como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0078) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura con el dispositivo cuchilla de operación en grupo (T0021) para seguir con la distribución en la zona.

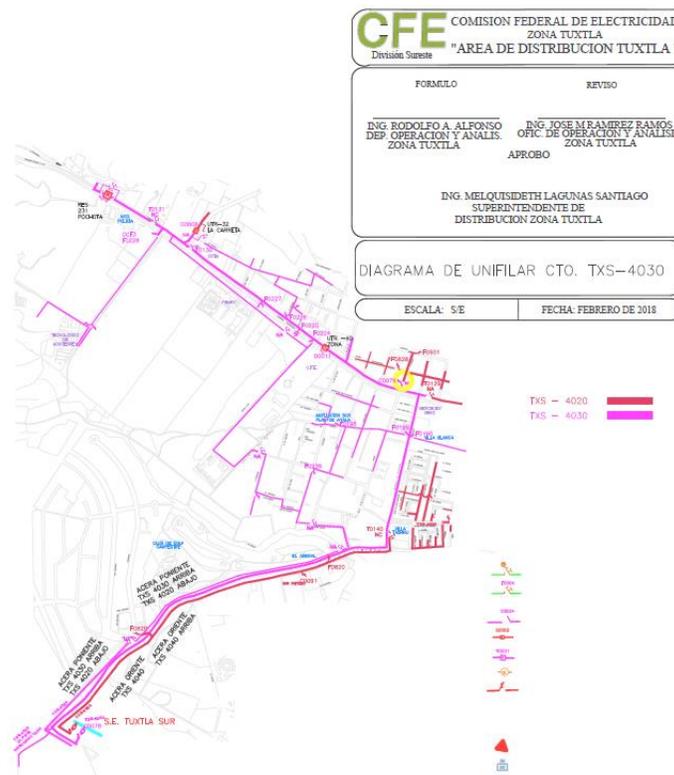


Fig. 3.31. Diagrama del circuito TXS 4030

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXS 4030 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

C0078	T0021	F0190	F0199	F0198	F0239	F0238	D0011	F0224
10	11	12	13	14	15			
F0226	F0227	F0228	T0130	T0131	R0110			

Tabla. 3.37. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXS 4030.

Circuito TXS 4040. En el circuito TXS 4040 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia Terán y los laureles como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red aérea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0150) y para posteriormente seguir con la distribución en la zona.

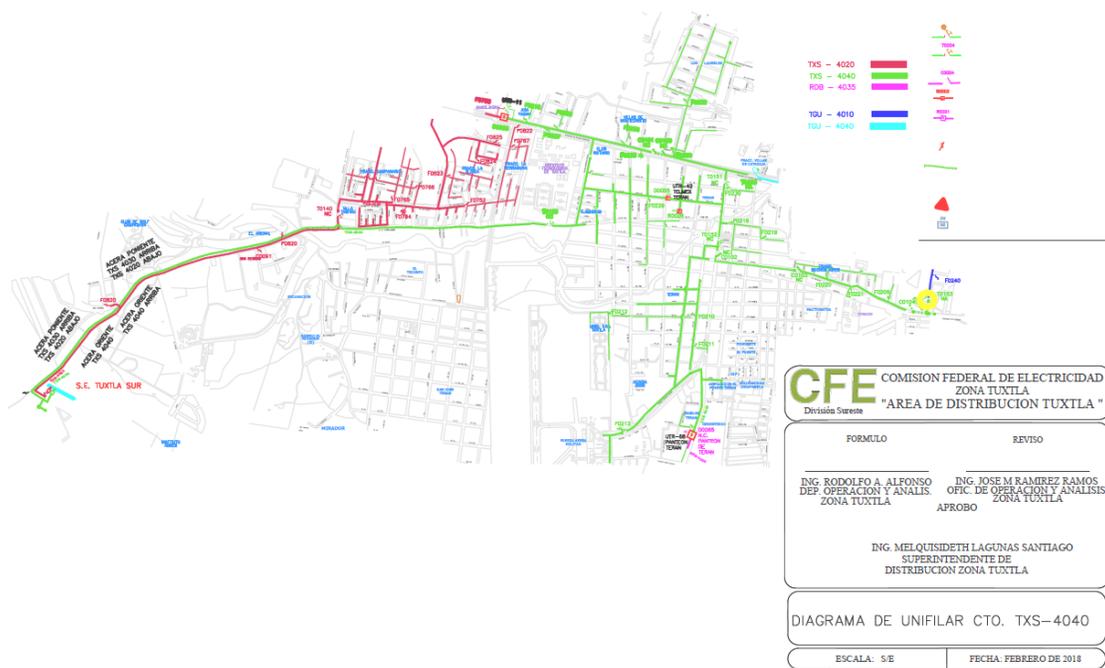


Fig. 3.32. Diagrama del circuito TXS 4040

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXS 4040 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0150	F0229	D0055	R0026	F0230	T0151	F0200	F0232	C0100
10	11	12	13	14	15	16	17	18
C0101	F0236	F0237	F0203	F0215	F0218	F0219	T0152	C0102
19	20	21	22	23	24	25	26	
C0103	F0220	F0221	F0206	F0210	F0211	F0213	T0154	

Tabla. 3.38. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXS 4040.

Circuito TXS 4052. En el circuito TXS 4052 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia loma bonita y lomas del oriente como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla navaja monopolar (C0060) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.



Fig. 3.33. Diagrama del circuito TXS 4052

A continuación, se muestran las protecciones con el que TXS 4052 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
F0850	C0114	F0851	F0852	F0853	F0854	F0855	F0856	C0116
10	11	12	13	14	15	16	17	
F0857	F0858	F0859	F0860	F0861	F0862	F0863	F0864	

Tabla. 3.39. Dispositivos de protección existentes en el circuito TXS 4052.

Subestación Real del Bosque. Se identificaron y se clasificaron los circuitos de la subestación de Real del Bosque para determinar los fusibles que afectan a cada colonia por circuito, Real del Bosque se conforma de 4 circuitos:

No.	Circuitos
1	RDB 4015
2	RDB 4025
3	RDB 4035
4	RDB 4045

Tabla. 3.40. Circuitos existentes en la subestación Real del Bosque.

Circuito RDB 4015. En el circuito RDB 4015 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia real del bosque como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0160) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición con el mismo dispositivo para seguir con la distribución en la zona.

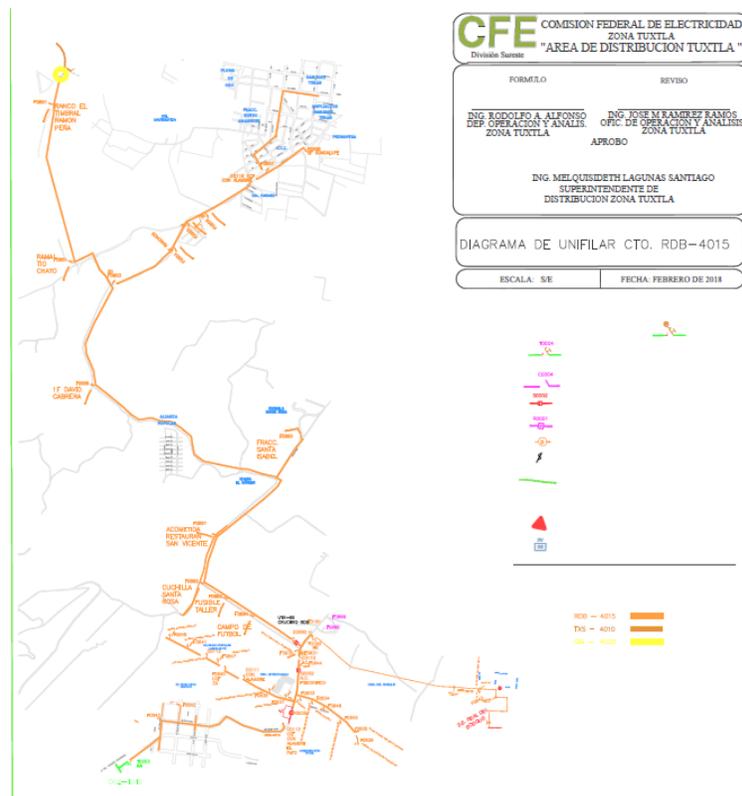


Fig. 3.34. Diagrama del circuito RDB 4015

A continuación, se muestran las protecciones con el que RDB 4015 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
F0832	T0160	F0830	C0110	F0844	F0833	F0834	F0846
9	10	11	12	13	14	15	16
F0845	F0835	F0836	F0837	F0838	R0035	C0111	F0840
17	18	19	20	21	22	23	24
F0847	C0112	F0841	F0848	C0113	F0842	F0843	D0060

Tabla. 3.41. Dispositivos de protección existentes en el circuito RDB 4015.

Circuito RDB 4025. En el circuito RDB 4025 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de cafetales como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, toda su distribución es mediante una red subterránea de media tensión.

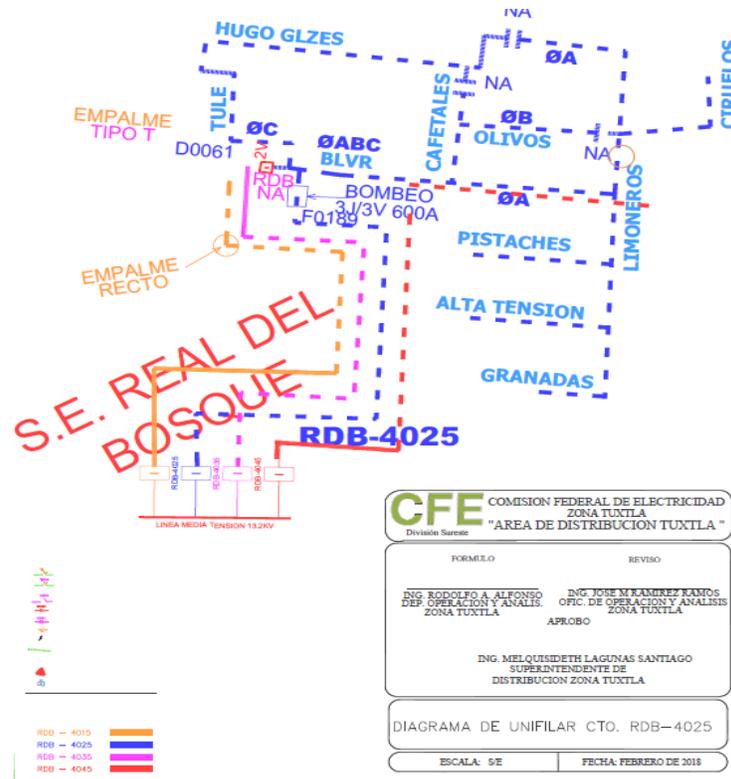


Fig. 3.35. Diagrama del circuito RDB 4025

A continuación, se muestran las protecciones con el que RDB 4025 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2
F0189	D0061

Tabla. 3.42. Dispositivos de protección existentes en el circuito RDB 4025.

Circuito RDB 4035. En el circuito RDB 4015 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia la reliquia, protección civil, fraccionamiento bonanza como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0164) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

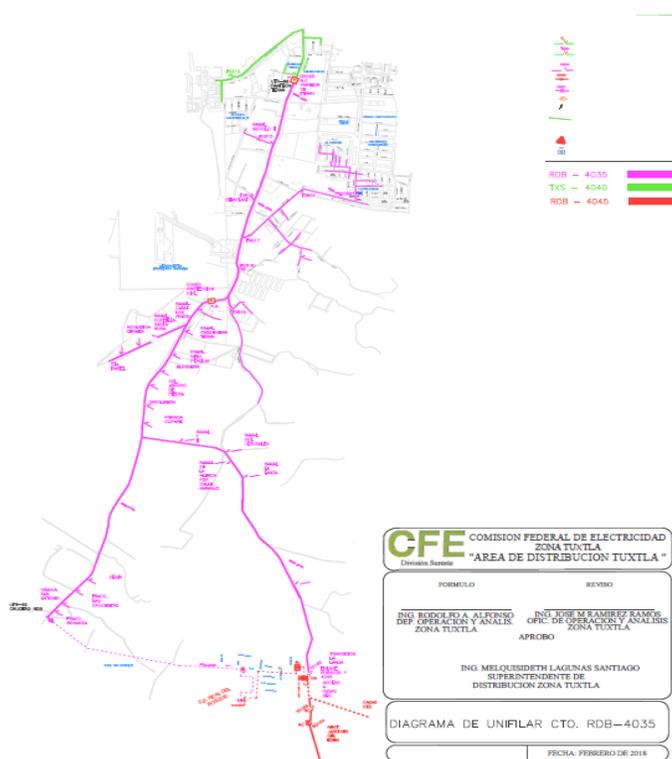


Fig. 3.36. Diagrama del circuito RDB 4035

A continuación, se muestran las protecciones con el que RDB 4035 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
T0164	F0865	F0866	F0867	F0868	D0065	F0869	F0870
9	10	11	12	13	14	15	16
F0871	F0872	F0873	F0883	F0875	F0876	F0877	F0878

17	18	19	20	21	22	23	24
F0879	F0880	F0881	F0882	F0884	T0165	D0063	F0817
25	26	27	28				
F0819	F0907	F0816	F0815				

Tabla. 3.43. Dispositivos de protección existentes en el circuito RDB 4035.

Circuito RDB 4045. En el circuito RDB 4015 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de casa geo como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión.

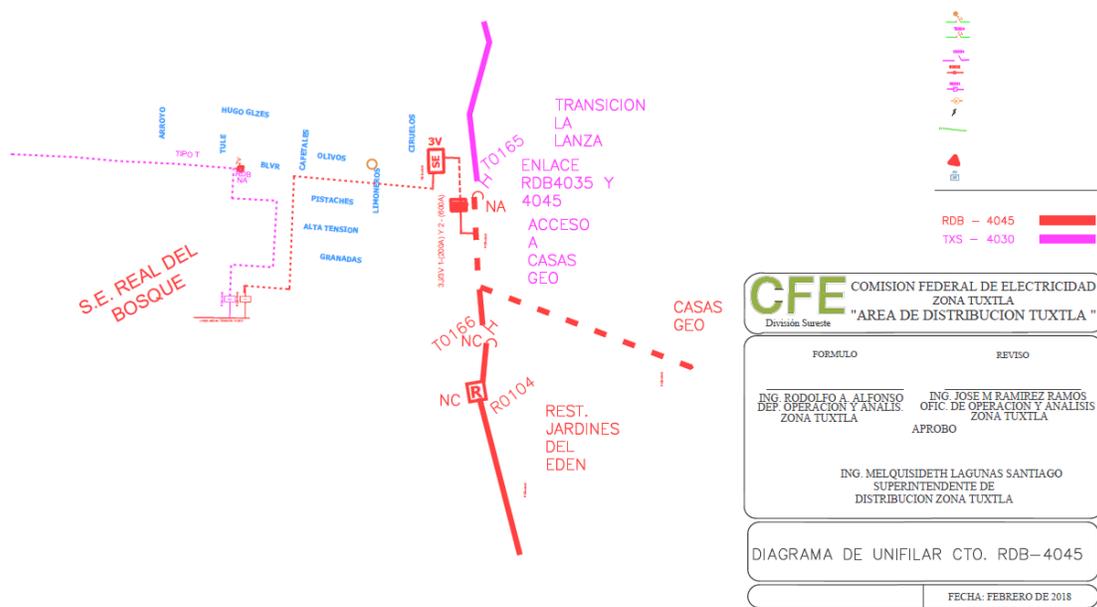


Fig. 3.37. Diagrama del circuito RDB 4045

A continuación, se muestran las protecciones con el que RDB 4045 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3
D0081	T0166	R0104

Tabla. 3.44. Dispositivos de protección existentes en el circuito RDB 4045.

Subestación Mactumatzá. Se identificaron y se clasificaron los circuitos de la subestación de Mactumatzá para determinar los fusibles que afectan a cada colonia por circuito, Mactumatzá está conformada por 5 circuitos:

No.	Circuitos
1	MAA 4010

2	MAA 4020
3	MAA 4030
4	MAA 4040
5	MAA 4050

Tabla. 3.45. Circuitos existentes en la subestación Mactumatzá.

Circuito MAA 4010. En el circuito MAA 4010 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de torres luxury como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión.

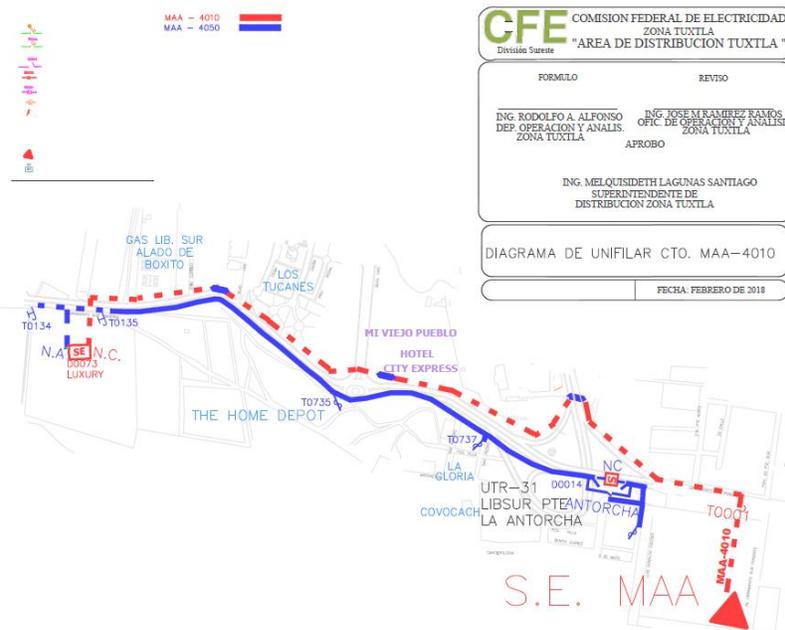


Fig. 3.38. Diagrama del circuito MAA 4010

A continuación, se muestran las protecciones con el que MAA 4010 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2
T0001	D0073

Tabla. 3.46. Dispositivos de protección existentes en el circuito MAA 4010.

Circuito MAA 4020. En el circuito MAA 4020 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área del barrio el calvario, Moctezuma y Xamaipak como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito.

Su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0045) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

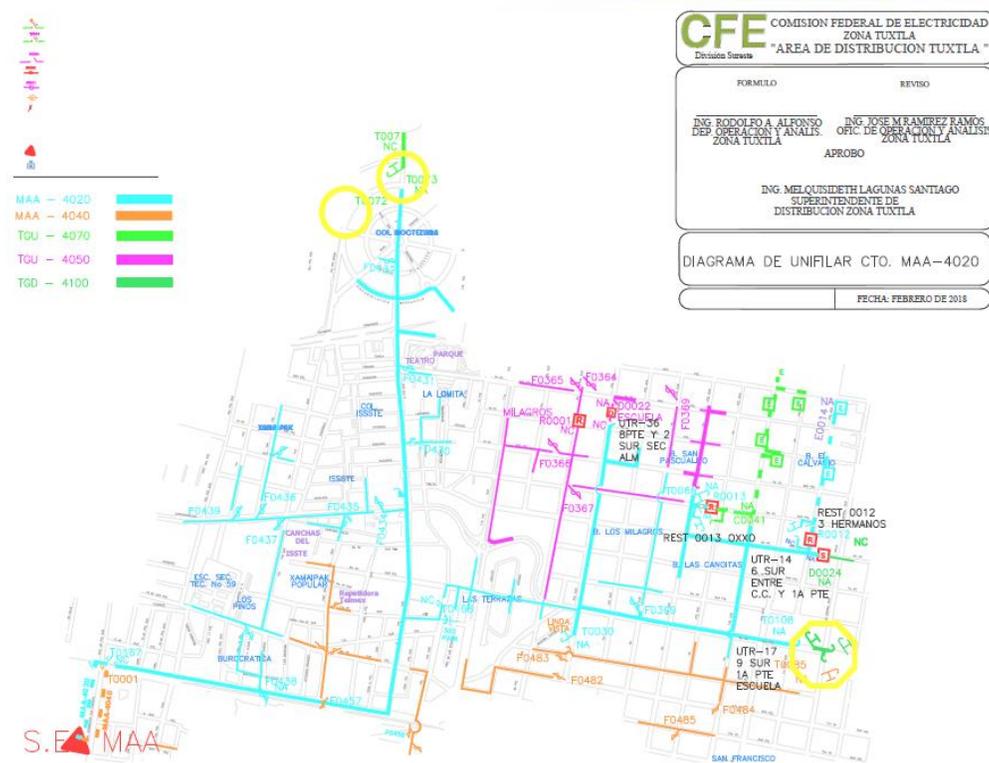


Fig. 3.39. Diagrama del circuito MAA 4020

A continuación, se muestran las protecciones con el que MAA 4020 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
T0045	F0438	F0434	F0435	F0437	F0436	F0439	F0430
9	10	11	12	13			
F0431	F0432	T0168	F0369	R0013			

Tabla. 3.47. Dispositivos de protección existentes en el circuito MAA 4020.

Circuito MAA 4030. En el circuito MAA 4030 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia montes azules y fraccionamiento flamboyán como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de

protección cuchilla de operación en grupo (T0026) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

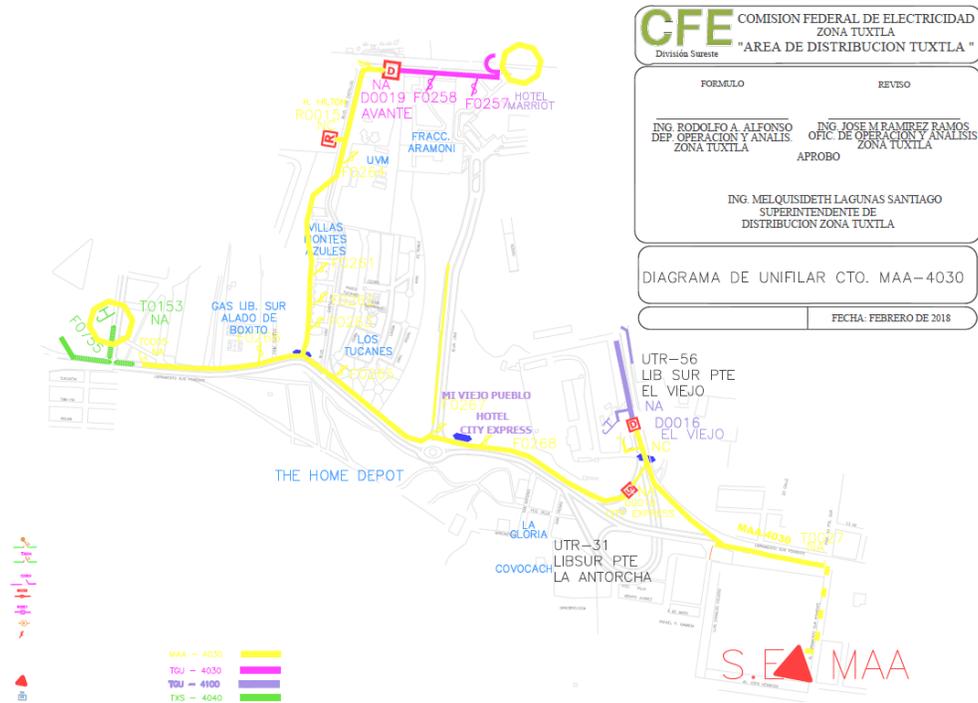


Fig. 3.40. Diagrama del circuito MAA 4030

A continuación, se muestran las protecciones con el que MAA 4030 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
T0026	D0018	F0268	F0267	F0265	F0263	F0262	F0261
9	10	11	12	13	14	15	16
F0264	R0015	F0259	F0266	T0005	T0153	S0001	F0003
17	18	19	20	21	22		
R0004	F0005	F0004	T0002	F0006	F0120		

Tabla. 3.48. Dispositivos de protección existentes en el circuito MAA 4030.

Circuito MAA 4040. En el circuito MAA 4040 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia Mactumatzá, san francisco y colonia popular como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0028) y posteriormente la red se convierte

en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

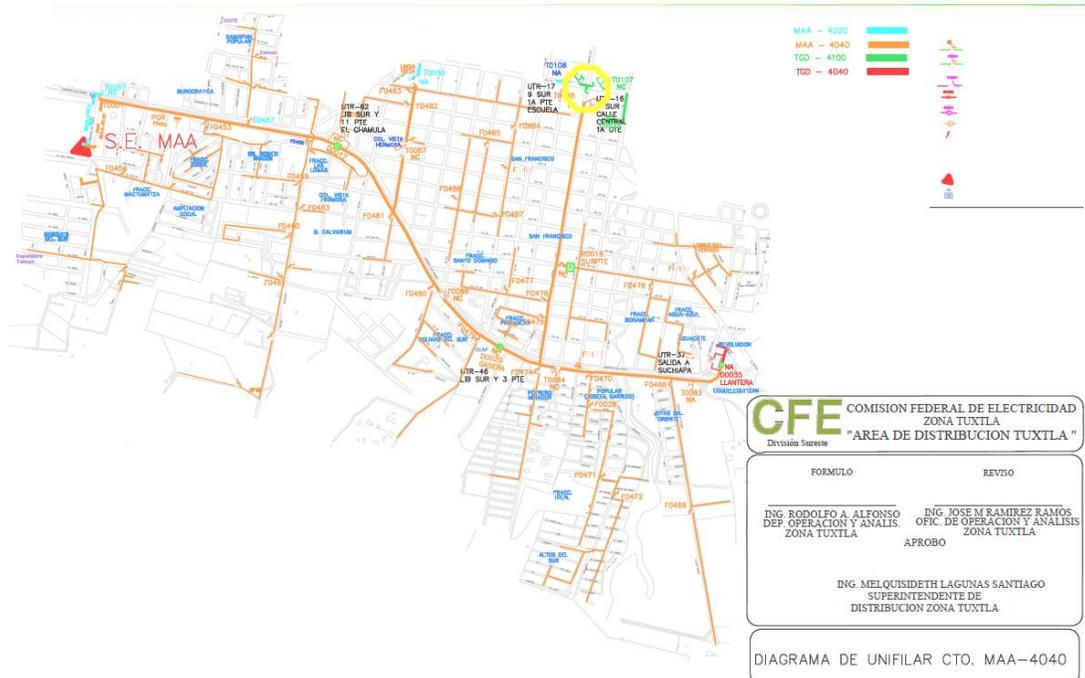


Fig. 3.41. Diagrama del circuito MAA 4040

A continuación, se muestran las protecciones con el que MAA 4040 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
T0028	F0453	F0454	F0457	F0458	F0459	F0463	F0460
9	10	11	12	13	14	15	16
F0461	D0017	F0481	T0087	F0482	F0483	F0484	F0485
17	18	19	20	21	22	23	24
F0486	F0487	F0488	F0480	T0086	F0479	D0020	F0474
25	26	27	28	29	30	31	32
F0475	F0476	F0477	R0018	F0478	F0490	T0084	F0470
33	34	35	36	37			
F0028	F0471	F0472	F0468	F0469			

Tabla. 3.49. Dispositivos de protección existentes en el circuito MAA 4040.

Circuito MAA 4050. En el circuito MAA 4050 se analizan e identifican todos los componentes de protección con el que cuenta este circuito que alimenta principalmente el área de la colonia Terán, siglo XXI y bosques del sur como se muestra en la imagen del circuito desde la subestación.

Se cuenta con un interruptor principal de potencia de todo el circuito, su distribución es mediante una red subterránea de media tensión hasta llegar al dispositivo de protección cuchilla de operación en grupo (T0001) y posteriormente la red se convierte en aérea mediante una transición en la estructura para seguir con la distribución en la zona.

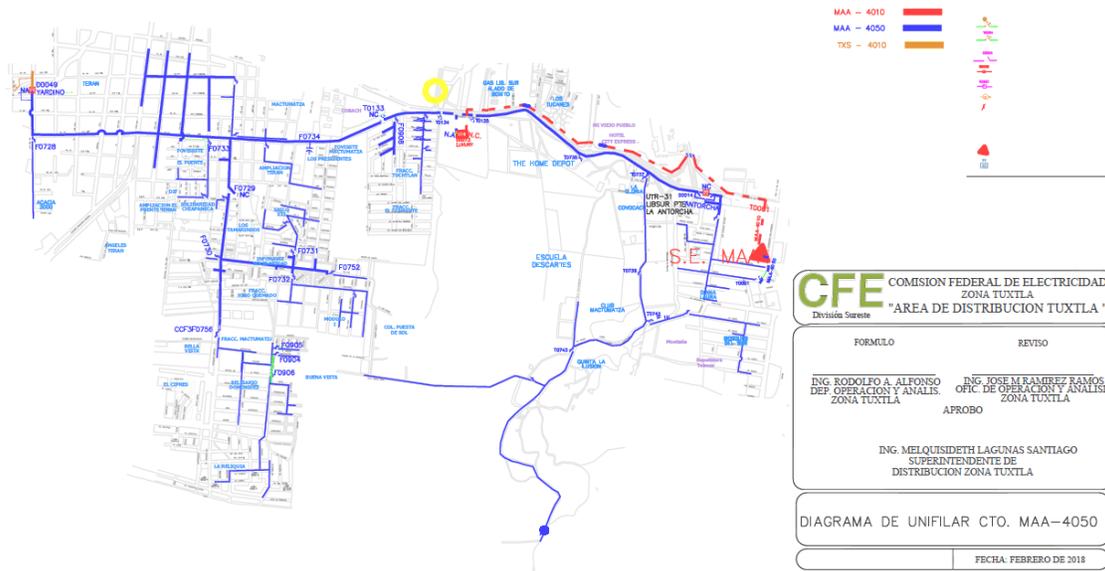


Fig. 3.42. Diagrama del circuito MAA 4050

A continuación, se muestran las protecciones con el que MAA 4050 cuenta de manera ordenada desde la salida de la subestación:

1	2	3	4	5	6	7	8
T0001	D0014	F0737	F0736	F0742	F0743	F0735	T0135
9	10	11	12	13	14	15	16
D0073	T0134	F0755	F0908	T0133	F0729	F0730	F0731
17	18	19	20	21	22	23	24
F0752	F0732	F0756	F0904	F0905	F0906	F0733	F0728

Tabla. 3.50. Dispositivos de protección existentes en el circuito MAA 4050.

3.2 Elaboración de la base de datos

Se crea una pestaña en el archivo .xls que se llamara "relacion" en donde se capturan los dispositivos de protección de cada circuito por subestación que anteriormente se identificaron, se cargan en la base de datos para ser seccionados por colonia creando así una tabulación de la información. Como se muestra en la fig. 3.43, se clasifica primero por colonia, seguido una subestación, circuito y por último por el dispositivo.

	A	B	C	D
	colonia	subestacion	circuito	seccionadores
2	T21	TGU	42010	00000
3	O38	TGU	42010	00000
4	O15	TGU	42010	00000
5	P08	TGU	42010	00000
6	P04	TGU	42010	00000
7	O25	TGU	42010	00000
8	O14	TGU	42010	00000
9	O05	TGU	42010	00000
10	O08	TGU	42010	00000
11	O40	TGU	42010	00000
12	O06	TGU	42010	00000
13	O37	TGU	42010	00000
14	O16	TGU	42010	00000
15	O17	TGU	42010	00000
16	O18	TGU	42010	00000
17	O36	TGU	42010	00000
18	O21	TGU	42010	00000
19	O28	TGU	42010	00000
20	O13	TGU	42010	00000
21	O19	TGU	42010	00000
22	O07	TGU	42010	00000
23	O27	TGU	42010	00000
24	O10	TGU	42010	00000
25	O09	TGU	42010	00000
26	O12	TGU	42010	00000
27	O30	TGU	42010	00000

Fig. 3.43. Clasificación por colonia, subestacion, circuito y seccionadores.

En la columna “circuito” se captura la clave nemónica de los circuitos por ejemplo en esta ocasion en la fig. 3.43, el circuito 42010 pertenece a la alta tension y el dispositivo 00000 pertenece al interruptor principal del circuito de la alta tension que alimenta principalmente a los circuitos de media tension 4010, 4020, 4030, 4040, 4050 esto para todas las subestaciones.

Como se muestra en la fig. 3.44, se repiten varias ocasiones los mismos datos pero en la columna “colonia” tenemos diferentes codigos de colonias esto por que ese circuito si hay una falla estos serian las colinas afectadas por si se llega a tener una falla en el circuito 04010 y los posibles dispositivos de proteccion que pueden fallar.

61	M09	TGU	04010	00000
62	M09	TGU	04010	F0001
63	M09	TGU	04010	C0001
64	M09	TGU	04010	F0002
65	T21	TGU	04010	F0007
66	M09	TGU	04010	T0001
67	T21	TGU	04010	F0120
68	M09	TGU	04010	F0006
69	M09	TGU	04010	T0002
70	M09	TGU	04010	F0004
71	T21	TGU	04010	F0005
72	T21	TGU	04010	R0004
73	T21	TGU	04010	F0003
74	M09	TGU	04010	S0001
75	T21	TGU	04010	F0240
76	T21	TGU	04010	T0153

Fig. 3.44. Captura de datos de TGU 4010.

Asi de esta manera se realizara con cada una de las subestaciones como Tuxtla uno, tuxtla dos, tuxtla norte, tuxtla sur, real del bosque y mactumatza, con cada uno de los circuitos agregando la clave de cada colonia que podria ser afectado por cada dispositivo como referencia de localizar las fallas.

Posteriormente en la fig. 3.45, en la segunda pestaña llamada “instalaciones” tendremos cinco columnas en la primera llamada subestación se capturara la clave de la subestaciones de los circuitos como en la pestaña anterior ordenadamente, en la segunda columna llamada circuito.

Se captura nuevamente la clave nemónica de los circuitos, en la tercera columna se captura la clave de los dispositivos de protección, en la cuarta columna se captura el nombre de los dispositivos como estan ordenados en la columna anterior.

	A	B	C	D	E	F	G
	subestacion	circuito	sec	nombre	kw	usuarios	ubicación
2	TGU	4210	00000	INTERRUPTOR DE POTENCIA	0	0	SUBESTACION TGU
3	TGU	4210	00000	INTERRUPTOR DE POTENCIA	0	0	SUBESTACION TGU
4	TGU	04010	F0001	CORTA CIRCUITO FUSIBLE	87	1	PLAZA GALERIAS
5	TGU	4010	C0001	CONECTOR MULTIPLE DE MT DE N VIAS	0	0	PLAZA GALERIAS
6	TGU	04010	F0002	LIVERPOOL	700	11	PLAZA GALERIAS
7	TGU	04010	F0007	TIENDA CYA	90	1	PLAZA GALERIAS
8	TGU	04010	T0001	SECCIONAMIENTO VIPS	0	0	PLAZA GALERIAS
9	TGU	04010	F0120	CCF 15 KV 100 A	200	1	RESTAURANT VIPS PLAZA CRISTAL
10	TGU	04010	F0006	CROWN PLAZA	500	1	PLAZA GALERIAS
11	TGU	04010	T0002	CUCHILLA DE OPERACION EN GRUPO	0	0	FLAMBOYANES
12	TGU	04010	F0004	FRACCIONAMIENTO FLAMBOYANES	210	200	FRACCIONAMIENTO FLAMBOYANES
13	TGU	04010	F0005	CHEDRAUI	1500	247	PLAZA GALERIAS
14	TGU	04010	R0004	RESTAURADOR PLAZA CRISTAL	0	0	PLAZA GALERIAS
15	TGU	04010	F0003	PLAZA GALERIAS	1180	1	PLAZA GALERIAS
16	TGU	04010	S0001	SECCIONADOR PEDESTAL PARTICULAR	0	0	PLAZA GALERIAS
17	TGU	04010	F0240	BANCO DE CAPACITORES	0	0	PLAZA GALERIAS
18	TGU	04010	T0153	TRONCAL	0	0	PLAZA GALERIAS
19	TGU	04020	C0008	CUCHILLA NOMOPOLARES DE 630 A	0	0	SALIDA PTE SUBESTACION
20	TGU	04020	T0011	CUCHILLA DE OPERACION EN GRUPO	0	0	CARRETERA A CHICOASEN
21	TGU	04020	T0012	CUCHILLA DE OPERACION EN GRUPO	0	0	MALIBU
22	TGU	04020	D0006	DECONECTADOR DE RED PARA SUPERVISORIO	10	36	YEGUISTE
23	TGU	04020	F0115	CORTA CIRCUITO FUSIBLE	150	190	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL
24	TGU	04020	F0045	CORTA CIRCUITO FUSIBLE	70	125	SUB RAMAL MONTERREAL
25	TGU	04020	F0056	CODO PORTA FUSIBLE	66	95	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL
26	TGU	04020	F0057	CODO PORTA FUSIBLE	55	100	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL
27	TGU	04020	F0046	TRANSICION	80	150	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL II
28	TGU	04020	F0048	CODO PORTA FUSIBLE	50	110	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL I SUB
29	TGU	04020	F0049	CORTA CIRCUITO FUSIBLE	50	90	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL II SUB
30	TGU	04020	F0051	CODO PORTA FUSIBLE	45	100	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL III SUB
31	TGU	04020	F0047	TRANSICION	60	123	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL III
32	TGU	04020	F0052	CODO PORTA FUSIBLE	55	106	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL
33	TGU	04020	F0054	CODO PORTA FUSIBLE	45	66	FRACCIONAMIENTO MONTERREAL

Fig. 3.45. Relacion de Subestación, circuito, seccionador, nombre, demanda, usuarios y ubicacion.

En estas ultimas columnas la informacion es sacada del sistema integral SIAD de la Comisión Federal de Electricidad como se muestra en la fig. 3.45, por lo tanto, en la quinta columna se captura la demanda en kw que demandan por ese dispositivo por cada ramal, en la sexta columna se captura los usuarios que dependen de cada ramal y en la septima columna se captura las ubicaciones en donde se encuentran los dispositivos ya sea colonia, fraccionamiento o calles.

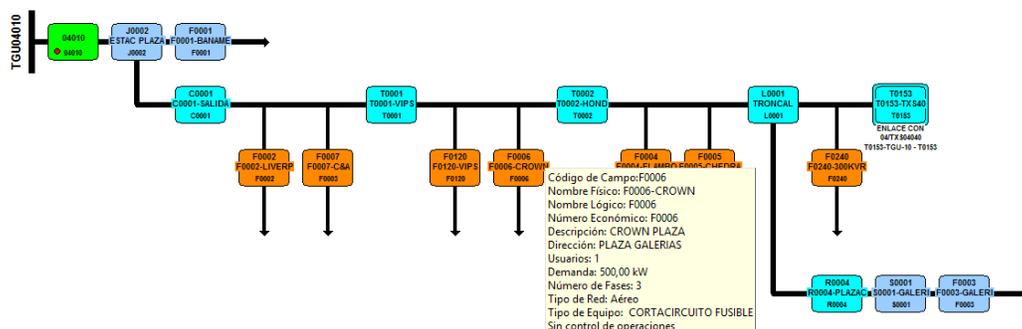


Fig. 3.46. Sistema integral SIAD, Diagramas unifilares de los circuitos.

En la fig. 3.46 en cada dispositivo se pueden ver los datos que están capturados en el SIAD y que en esta parte es de donde se obtienen los usuarios, la demanda y la ubicación del dispositivo, con el fin de poder capturarlos en la base de datos, de esta manera es como se obtiene la información para cada uno de los circuitos, podemos manipular el software para que podamos obtener todos estos datos.

Reportes de fallas capturadas en el sistema SIAD. A continuación se presentan las causas de determinación más comunes por las que se presentan fallas en los diferentes circuitos existentes de cada subestación y ordenado por cada mes del año. Todos los datos proporcionados a continuación son obtenidos por la base de datos de la plataforma siad de comisión federal de electricidad.

Mes de enero 2018

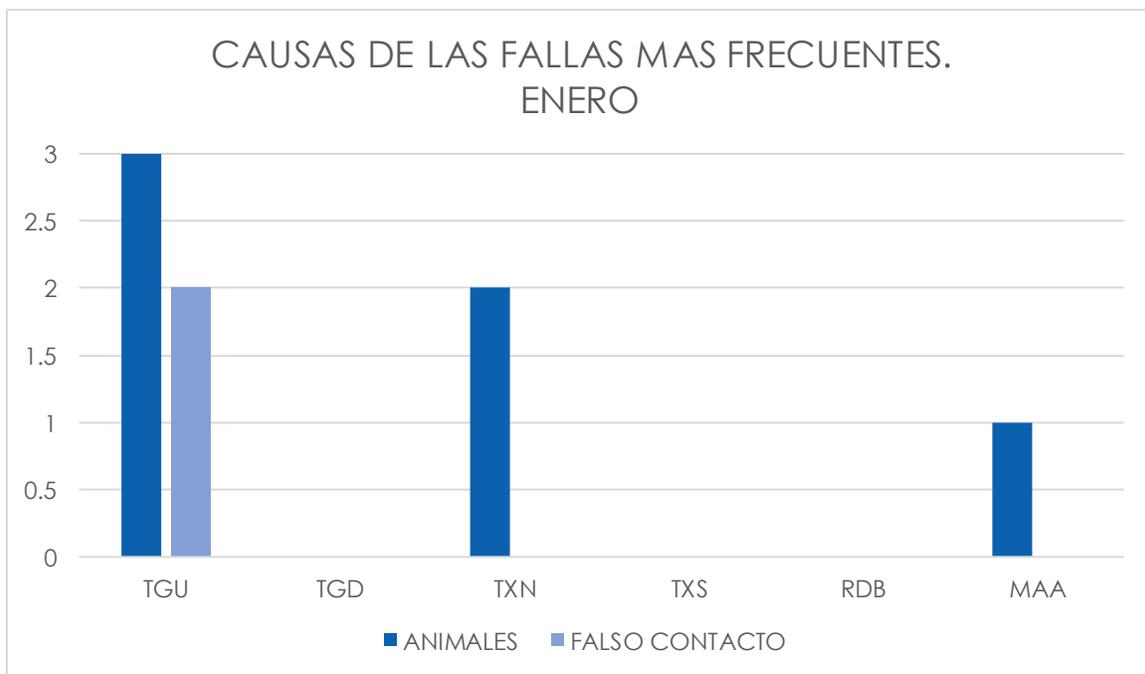
	Fecha	Área	Se	Circuito	Causa	Ramal Fuera
1	01/08/2018	Tuxtla	TXN	4020	Animales	F0626-a. Baja
2	14/01/2018	Tuxtla	TGU	4040	Animales	F0167-fcosab
3	19/01/2018	Tuxtla	MAA	4040	Animales	F0456 I-mact
4	19/01/2018	Tuxtla	TGU	4060	Animales	F0403-8aponi
5	22/01/2018	Tuxtla	TGU	4020	Falso contacto	F0065-submaz
6	22/01/2018	Tuxtla	TGU	4020	Animales	F0025-chapul
7	24/01/2018	Tuxtla	TXN	4050	Animales	F0676-5a ori
8	24/01/2018	Tuxtla	TGU	4020	Falso contacto	F0044-p.a. n3

Tabla. 3.51. Causas de fallas más comunes en la red de distribución en el mes de enero.

De acuerdo con la tabla anterior se determina el tiempo en que se resolvieron las fallas, además de los usuarios afectados y la demanda que alimenta a los usuarios.

	Hr. inicio	Hr. Termino	Demanda (kw)	Usuarios
1	14:27	18:26	125	150
2	08:22	09:31	396	148
3	13:00	16:45	90	80
4	09:15	10:46	79	93
5	14:29	17:42	72	132
6	08:00	10:15	46	52
7	09:13	13:14	110	160
8	05:07	13:45	26	50

Tabla. 3.52. hora de inicio y termino de ejecución, usuarios afectados y demanda por ramal de enero.



Grafica. 3.1. Causas más frecuentes por fallas por subestación de enero.

Mes de febrero 2018

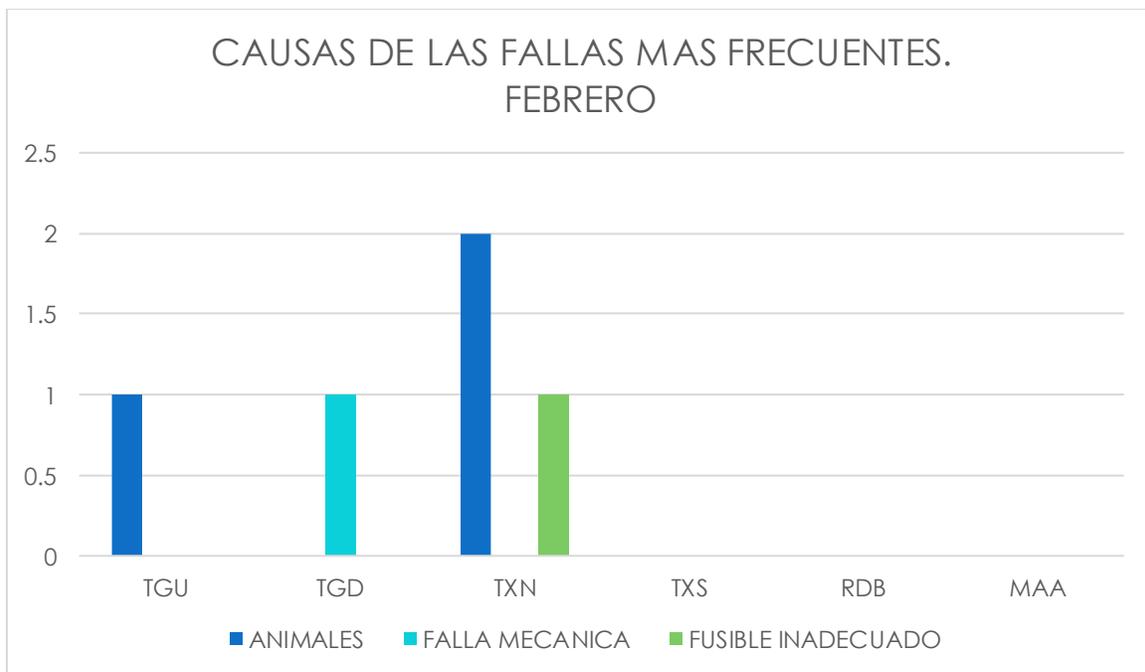
	Fecha	Área	Se	Circuito	Causa	Ramal
1	15/02/2018	Tuxtla	TXN	4020	Animales	F0642-c.c.1
2	16/02/2018	Tuxtla	TGD	4060	Falla mecánica del fusible	F0548-insurg
3	20/02/2018	Tuxtla	TXN	4010	Animales	F0330-rosari
4	21/02/2018	Tuxtla	TXN	4010	Opera fusible inadecuado	F0327-parai2
5	25/02/2018	Tuxtla	TGU	4050	Animales	F0366-4asurp

Tabla. 3.53. Causas de fallas más comunes en la red de distribución en el mes de febrero.

De acuerdo con la tabla anterior se determina el tiempo en que se resolvieron las fallas, además de los usuarios afectados y la demanda que alimenta a los usuarios.

	Hr. inicio	Hr. termino	Demanda (kw)	Usuarios
1	10:34	12:00	145	165
2	22:55	00:00	125	112
3	20:18	23:45	50	52
4	23:21	02:59	50	82
5	15:50	17:20	60	106

Tabla. 3.54. hora de inicio y termino de ejecución, usuarios afectados y demanda por ramal de febrero.



Grafica. 3.2. Causas más frecuentes por fallas por subestación de febrero.

Mes de marzo 2018

	Fecha	Área	Se	Circuito	Causa	Ramal
1	03/03/2018	Tuxtla	MAA	4040	Falso contacto	F0487-16 sur
2	14/03/2018	Tuxtla	TGD	4100	Falso contacto	F0610-termin
3	14/03/2018	Tuxtla	TGU	4040	Animales	F0169-aramon
4	16/03/2018	Tuxtla	TGD	4090	Animales	F0310
5	16/03/2018	Tuxtla	MAA	4050	Animales	F0905
6	17/03/2018	Tuxtla	MAA	4020	Animales	F0431-parque
7	18/03/2018	Tuxtla	TXS	4020	Animales	F0767-herrad

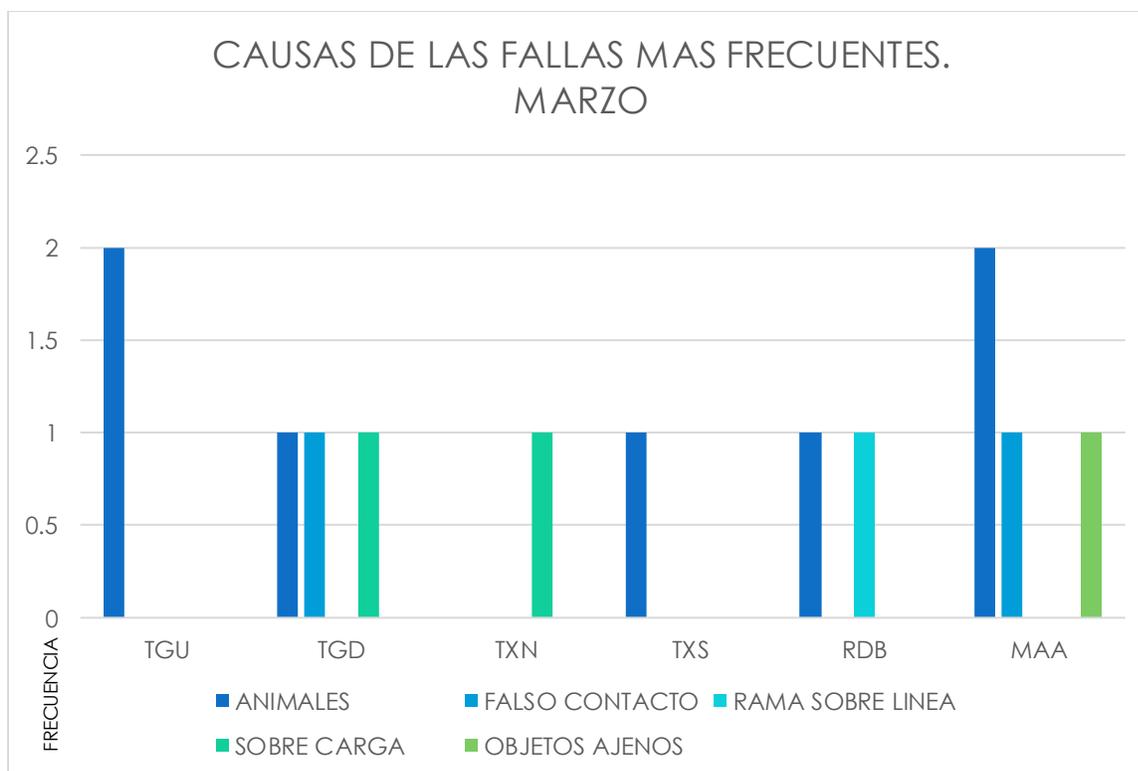
8	18/03/2018	Tuxtla	RDB	4035	Rama sobre la línea	F0878
9	22/03/2018	Tuxtla	TGU	4020	Animales	F0024-chapul
10	23/03/2018	Tuxtla	TXN	4010		F0328-21SEPT
11	23/03/2018	Tuxtla	TGD	4090	Sobrecarga	F0312-loma03
12	24/03/2018	Tuxtla	TXN	4020	Sobrecarga	F0642-c.c.1
13	25/03/2018	Tuxtla	RDB	4015	Animales	F0854
14	27/03/2018	Tuxtla	MAA	4040	Objetos ajenos sobre la línea	F0485-4y12su

Tabla. 3.55. Causas de fallas más comunes en la red de distribución en el mes de marzo.

De acuerdo con la tabla anterior se determina el tiempo en que se resolvieron las fallas, además de los usuarios afectados y la demanda que alimenta a los usuarios.

	Hr. inicio	Hr. termino	Demanda (kw)	Usuarios
1	09:05	13:09	126	60
2	13:52	14:34	52	109
3	08:07	09:52	60	86
4	09:53	12:22	320	133
5	08:43	11:30	50	106
6	13:45	15:15	80	126
7	08:02	13:40	150	96
8	17:45	01:00	30	80
9	09:20	14:35	65	60
10	13:37	17:55	90	100
11	13:37	19:58	150	55
12	07:58	08:30	145	165
13	12:11	13:45	15	53
14	14:08	18:16	90	145

Tabla. 3.56. hora de inicio y termino de ejecución, usuarios afectados y demanda por ramal de marzo.



Grafica. 3.3. Causas más frecuentes por fallas por subestación de marzo.

Mes de abril 2018

	Fecha	Área	Se	Circuito	Causa	Ramal
1	04/04/2018	Tuxtla	TGU	4060	Animales	F0380-11nort
2	13/04/2018	Tuxtla	TGD	4020	Animales	F0278-domins
3	13/04/2018	Tuxtla	TGU	4030	Animales	F9246-l. Loma
4	18/04/2018	Tuxtla	TXN	4010	Animales	F0332-rosari
5	19/04/2018	Tuxtla	TGU	4030	Rama sobre línea	F0255-remedi
6	22/04/2018	Tuxtla	TGU	4060	Animales	F0398-visher
7	23/04/2018	Tuxtla	TGD	4050	Vandalismo	F0526-s.6jun
8	24/04/2018	Tuxtla	TGD	4070	Animales	F0499- bravo
9	26/04/2018	Tuxtla	TXN	4080	Falso contacto	F_f0214_3d
10	26/04/2018	Tuxtla	TXN	4070	Falla instal. Del usuario	F0151-jardpe
11	27/04/2018	Tuxtla	TXN	4060	Vandalismo	F0698-s. Torr
12	30/04/2018	Tuxtla	TGU	4030	Animales	F0113-cant2

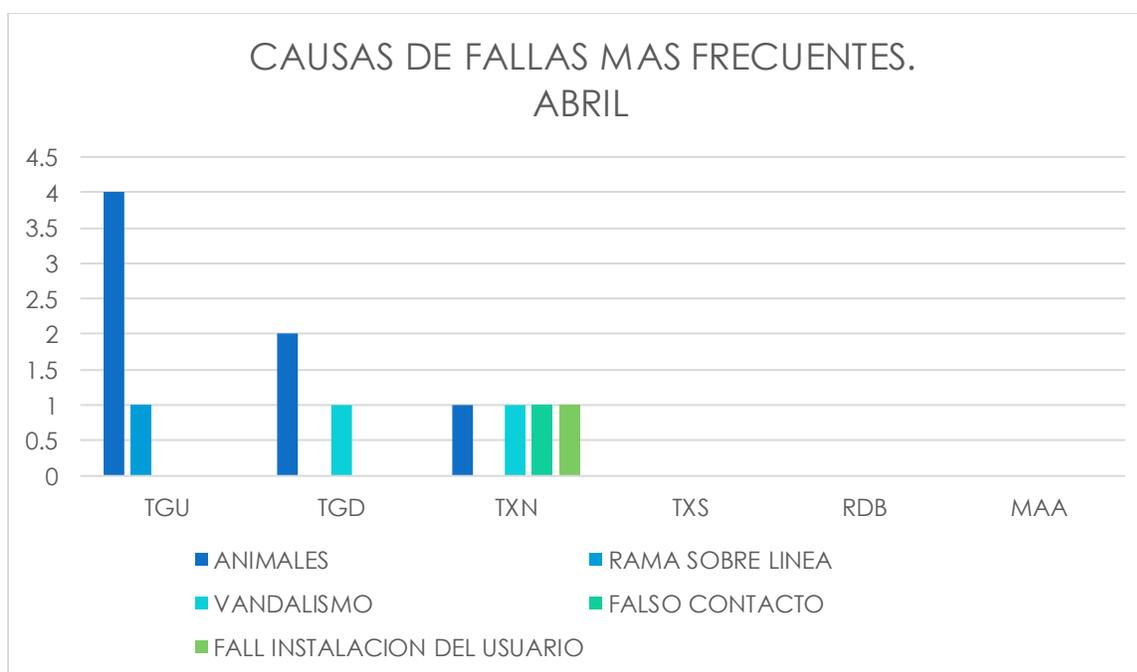
Tabla. 3.57. Causas de fallas más comunes en la red de distribución en el mes de abril.

De acuerdo con la tabla anterior se determina el tiempo en que se resolvieron las fallas, además de los usuarios afectados y la demanda que alimenta a los usuarios.

	Hr. inicio	Hr. termino	Demanda (kw)	Usuarios
1	07:11	11:43	187	83

2	11:04	13:40	125	13
3	14:49	16:35	60	99
4	08:29	09:59	90	89
5	00:22	01:29	40	92
6	09:57	11:30	80	92
7	13:04	14:10	40	56
8	21:38	07:56	59	99
9	10:10	12:45	60	33
10	16:10	18:23	70	86
11	10:52	12:06	59	73
12	08:17	10:03	65	145

Tabla. 3.58. hora de inicio y termino de ejecución, usuarios afectados y demanda por ramal de abril.



Grafica. 3.4. Causas más frecuentes por fallas por subestación de abril.

Mes de mayo 2018

	Fecha	Área	Se	Circuito	Causa	Ramal
1	2018.05.01	Tuxtla	TGD	4050	Falso contacto	F0508-misio1
2	2018.05.01	Tuxtla	TXN	4080	Choque de vehículo	*****
3	2018.05.01	Tuxtla	TXN	4080	Choque de vehículo	*****
4	2018.05.01	Tuxtla	TXN	4080	Choque de vehículo	*****
5	2018.05.01	Tuxtla	TXN	4080	Choque de vehículo	F0197-j.nte
6	2018.05.01	Tuxtla	TXN	4010	Animales	F0330-rosari
7	2018.05.02	Tuxtla	TGD	4050	Falso contacto	F0514-s. Misp
8	2018.05.02	Tuxtla	TGU	4020	Vientos fuertes	F0060-lagui4

9	2018.05.03	Tuxtla	RDB	4015	Falso contacto	F0843
10	2018.05.04	Tuxtla	MAA	4030	Choque de vehículo	*****
11	2018.05.04	Tuxtla	MAA	4030	Choque de vehículo	*****
12	2018.05.04	Tuxtla	MAA	4030	Choque de vehículo	F0268-cutyjr
13	2018.05.05	Tuxtla	TXN	4070	Ramas sobre línea	F0137-reform
14	2018.05.09	Tuxtla	TXN	4040	Animales	F0662-1a sur
15	2018.05.09	Tuxtla	MAA	4020	Personal ajeno a cfe	F0437
16	2018.05.09	Tuxtla	TGU	4080	Rama sobre línea	F0425-rincon
17	2018.05.11	Tuxtla	MAA	4050	Descargas atmosféricas	F0735-h. Depo
18	2018.05.11	Tuxtla	TGD	4070	Falso contacto	F0495-s. Magi
19	2018.05.12	Tuxtla	TGU	4050	Falso contacto	F0366-4asurp
20	2018.05.12	Tuxtla	TGD	4090	Falla instal del usuario	F0565-trabaj
21	2018.05.13	Tuxtla	TGD	4090	Falso contacto	F0299-subram
22	2018.05.13	Tuxtla	RDB	4035	Ramas sobre la línea	F0865
23	2018.05.15	Tuxtla	TGU	4020	Animales	F0044-p. A. N3
24	2018.05.15	Tuxtla	TXN	4060	No se detectó causa	F0698-s. Torr
25	2018.05.15	Tuxtla	TGU	4060	Animales	F0404-7aponi
26	2018.05.17	Tuxtla	TXN	4050	Falla instal del usuario	F0682-delici
27	2018.05.17	Tuxtla	TGD	4100	Falla instal del usuario	F0603-pino s
28	2018.05.17	Tuxtla	TGD	4100	Animales	*****
29	2018.05.17	Tuxtla	TGD	4100	Animales	*****
30	2018.05.18	Tuxtla	TGD	4090	Falso contacto	F0573-coquel
31	2018.05.19	Tuxtla	TGU	4070	Objetos sobre la línea	F0417-9pte
32	2018.05.19	Tuxtla	TGD	4020	Falso contacto	F0288-peñita
33	2018.05.19	Tuxtla	TXS	4010	Descargas atmosféricas	F0751-andes
34	2018.05.20	Tuxtla	RDB	4015	Sobre carga	F0842
35	2018.05.20	Tuxtla	TXN	4060	Ramas sobre la línea	*****
36	2018.05.20	Tuxtla	TXN	4060	Descargas atmosféricas	F0697-torres
37	2018.05.21	Tuxtla	TXN	4020	Animales	F0647-13may
38	2018.05.22	Tuxtla	TGD	4060	Animales	F0535-cthie1
39	2018.05.24	Tuxtla	TXS	4052	Falso contacto	F0862
40	2018.05.25	Tuxtla	RDB	4015	Ramas sobre líneas	F_ranch_3d
41	2018.05.25	Tuxtla	TGU	4080	Animales	Brisas 2
42	2018.05.25	Tuxtla	TXS	4020	Objetos sobre la línea	F0903-hgo
43	2018.05.25	Tuxtla	TXN	4010	Fallas propias	F0326-parai2
44	2018.05.27	Tuxtla	RDB	4035	Sobrecarga	F0878
45	2018.05.27	Tuxtla	TGU	4050	Objetos ajenos sobre la línea	F0366-4asurp
46	2018.05.27	Tuxtla	TGD	4090	Animales	F0575-olam
47	2018.05.28	Tuxtla	TXN	4030	Causa no detectada	F0093-subter
48	2018.05.28	Tuxtla	TXN	4020	Animales	F0626-a. Baja

49	2018.05.29	Tuxtla	TGU	4050	Falso contacto	F0368
50	2018.05.29	Tuxtla	TXN	4040	Animales	F0660

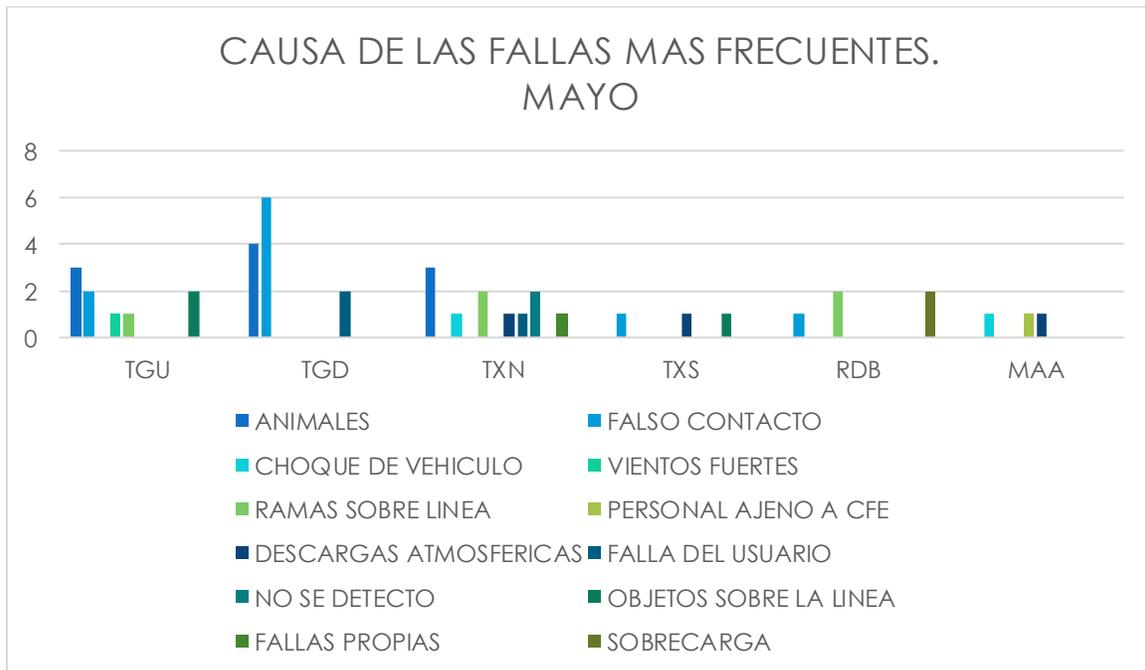
Tabla. 3.59. Causas de fallas más comunes en la red de distribución en el mes de mayo.

De acuerdo con la tabla anterior se determina el tiempo en que se resolvieron las fallas, además de los usuarios afectados y la demanda que alimenta a los usuarios.

	Hr. inicio	Hr. termino	Demanda (kw)	Usuarios
1	17:25	22:01	90	99
2	14:27	14:38	2080	3140
3	20:45	01:26	50	72
4	14:38	15:00	1120	1725
5	15:00	15:15	790	1180
6	15:15	17:23	79	161
7	17:33	19:44	105	138
8	18:37	23:00	60	72
9	08:29	14:15	59	137
10	09:52	10:22	2560	4510
11	10:22	10:59	2375	3585
12	10:59	16:58	500	609
13	13:18	18:52	170	158
14	01:21	02:22	115	157
15	10:35	11:31	100	80
16	17:54	00:47	190	165
17	07:21	12:24	350	10
18	08:36	12:32	65	59
19	15:00	17:09	90	105
20	16:40	21:08	85	79
21	05:37	12:43	470	9
22	22:12	00:43	648	360
23	09:36	10:59	40	48
24	09:21	12:59	90	103
25	08:09	10:03	100	118
26	08:32	10:10	59	65
27	10:40	12:35	90	275
28	09:57	10:40	275	713
29	09:33	09:57	995	2348
30	17:37	19:48	95	65
31	08:01	10:11	140	108
32	02:32	13:23	120	36
33	17:37	18:40	70	1
34	12:18	14:25	60	130
35	17:09	18:33	3385	4216
36	19:00	21:10	195	159

37	08:55	11:13	80	75
38	13:12	14:45	160	145
39	19:44	20:58	54	99
40	20:33	21:51	321	387
41	09:08	09:59	130	47
42	10:35	12:00	120	145
43	10:48	14:25	155	235
44	23:25	01:10	145	211
45	15:15	16:51	59	70
46	20:54	02:03	50	1
47	19:13	20:58	83	165
48	12:25	13:33	125	99
49	16:44	18:51	73	142
50	07:11	08:59	63	110

Tabla. 3.60. hora de inicio y termino de ejecución, usuarios afectados y demanda por ramal de mayo.



Grafica. 3.5. Causas más frecuentes por fallas por subestación de mayo.

4. Resultados, conclusiones y discusión

4.1 Resultados

En la figura 4.1 se presenta el resultado final, consecuencia de la relación de todos los datos recabados en las pestañas de recopilación de datos, como se muestra en la figura 4.1 en la primera columna se presentan todos los circuitos existentes se

encuentran repetidas por las colonias que existen alimentados por ese circuito de cada subestacion.

A	B	C
cto1	sec1	resultado
42010	00000	T21TGU4201000000T21TGU4201000000
42010	00000	O38TGU4201000000O38TGU4201000000
42010	00000	O15TGU4201000000O15TGU4201000000
42010	00000	P08TGU4201000000P08TGU4201000000
42010	00000	P04TGU4201000000P04TGU4201000000
42010	00000	O25TGU4201000000O25TGU4201000000
42010	00000	O14TGU4201000000O14TGU4201000000
42010	00000	O05TGU4201000000O05TGU4201000000
42010	00000	O08TGU4201000000O08TGU4201000000
42010	00000	O40TGU4201000000O40TGU4201000000
42010	00000	O06TGU4201000000O06TGU4201000000
42010	00000	O37TGU4201000000O37TGU4201000000
42010	00000	O16TGU4201000000O16TGU4201000000
42010	00000	O17TGU4201000000O17TGU4201000000
42010	00000	O18TGU4201000000O18TGU4201000000
42010	00000	O36TGU4201000000O36TGU4201000000
42010	00000	O21TGU4201000000O21TGU4201000000
42010	00000	O28TGU4201000000O28TGU4201000000
42010	00000	O13TGU4201000000O13TGU4201000000
42010	00000	O19TGU4201000000O19TGU4201000000
42010	00000	O07TGU4201000000O07TGU4201000000
42010	00000	O27TGU4201000000O27TGU4201000000
42010	00000	O10TGU4201000000O10TGU4201000000
42010	00000	O09TGU4201000000O09TGU4201000000
42010	00000	O12TGU4201000000O12TGU4201000000
42010	00000	O30TGU4201000000O30TGU4201000000
42010	00000	O26TGU4201000000O26TGU4201000000
42010	00000	O20TGU4201000000O20TGU4201000000
42010	00000	O24TGU4201000000O24TGU4201000000
42010	00000	P14TGU4201000000P14TGU4201000000
42010	00000	O23TGU4201000000O23TGU4201000000

Fig. 4.1. Resultado de la base de datos.

Posteriormente en la segunda columna se encuentran todos los dispositivos de protección de igual manera esta repetidas por las colonias que dependen de los dispositivos, por ultimo en la siguiente columna se presenta el resultado de una funcion llamada concatenar.

A	B	C
42010	00000	P14TGU4201000000P14TGU4201000000
42010	00000	O23TGU4201000000O23TGU4201000000
42010	00000	O33TGU4201000000O33TGU4201000000
42010	00000	O22TGU4201000000O22TGU4201000000
42010	00000	O35TGU4201000000O35TGU4201000000
42010	00000	O32TGU4201000000O32TGU4201000000
42010	00000	M09TGU4201000000M09TGU4201000000
42010	00000	M22TGU4201000000M22TGU4201000000
42010	00000	M08TGU4201000000M08TGU4201000000
42010	00000	M18TGU4201000000M18TGU4201000000
42010	00000	P01TGU4201000000P01TGU4201000000
42010	00000	N30TGU4201000000N30TGU4201000000
42010	00000	O02TGU4201000000O02TGU4201000000
42010	00000	O31TGU4201000000O31TGU4201000000
42010	00000	O04TGU4201000000O04TGU4201000000
42010	00000	O03TGU4201000000O03TGU4201000000
42010	00000	O29TGU4201000000O29TGU4201000000
42010	00000	O39TGU4201000000O39TGU4201000000
42010	00000	N33TGU4201000000N33TGU4201000000
42010	00000	M09TGU4201000000M09TGU4201000000
42010	00000	N25TGU4201000000N25TGU4201000000
42010	00000	P03TGU4201000000P03TGU4201000000
42010	00000	O11TGU4201000000O11TGU4201000000
42010	00000	P02TGU4201000000P02TGU4201000000
42010	00000	P06TGU4201000000P06TGU4201000000
42010	00000	K02TGU4201000000K02TGU4201000000
42010	00000	N04TGU4201000000N04TGU4201000000
42010	00000	L07TGU4201000000L07TGU4201000000
42010	00000	L01TGU4201000000L01TGU4201000000
42010	00000	M19TGU4201000000M19TGU4201000000
04010	00000	M09TGU0401000000M09TGU0401000000
04010	F0001	M09TGU04010F0001M09TGU04010F0001

Fig. 4.2. Resultado de la base de datos.

Esto para realizar una función en la que podamos relacionar datos separados en este caso en hojas o pestañas diferentes de trabajo, esta función nos permitirá integrar en un solo texto la colonia, la subestación, el circuito y el dispositivo de protección esto se repetirá con un total de dos veces, de esta manera se hizo con cada una de las filas.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
44	42010	00000	031TGU4201000000031TGU4201000000										
45	42010	00000	004TGU4201000000004TGU4201000000										
46	42010	00000	003TGU4201000000003TGU4201000000										
47	42010	00000	029TGU4201000000029TGU4201000000										
48	42010	00000	039TGU4201000000039TGU4201000000										
49	42010	00000	N33TGU4201000000N33TGU4201000000										
50	42010	00000	N09TGU4201000000N09TGU4201000000										
51	42010	00000	N25TGU4201000000N25TGU4201000000										
52	42010	00000	P03TGU4201000000P03TGU4201000000										
53	42010	00000	O11TGU4201000000O11TGU4201000000										
54	42010	00000	P02TGU4201000000P02TGU4201000000										
55	42010	00000	P06TGU4201000000P06TGU4201000000										
56	42010	00000	K02TGU4201000000K02TGU4201000000										
57	42010	00000	N04TGU4201000000N04TGU4201000000										
58	42010	00000	L07TGU4201000000L07TGU4201000000										
59	42010	00000	L01TGU4201000000L01TGU4201000000										
60	42010	00000	M19TGU4201000000M19TGU4201000000										
61	04010	00000	N09TGU0401000000N09TGU0401000000										
62	04010	F0001	N09TGU04010F0001N09TGU04010F0001										
63	04010	C0001	N09TGU04010C0001N09TGU04010C0001										
64	04010	F0002	N09TGU04010F0002N09TGU04010F0002										
65	04010	F0007	T21TGU04010F0007T21TGU04010F0007										
66	04010	T0001	N09TGU04010T0001N09TGU04010T0001										
67	04010	F0120	T21TGU04010F0120T21TGU04010F0120										
68	04010	F0006	N09TGU04010F0006N09TGU04010F0006										
69	04010	T0002	N09TGU04010T0002N09TGU04010T0002										
70	04010	F0004	N09TGU04010F0004N09TGU04010F0004										
71	04010	F0005	T21TGU04010F0005T21TGU04010F0005										
72	04010	R0004	T21TGU04010R0004T21TGU04010R0004										
73	04010	F0003	T21TGU04010F0003T21TGU04010F0003										
74	04010	S0001	N09TGU04010S0001N09TGU04010S0001										
75	04010	F0240	T21TGU04010F0240T21TGU04010F0240										

Fig. 4.3. Resultado de la base de datos.

Esto función nos permite llevar una relación más detallada y ordenada para cada una de las filas como se muestra en la figura 4.3 y 4.4, este tipo función nos crea una especie de código en la que podemos capturar esta información y guardarla en el sistema de CFE llamado SIAD con la que el operador se encargará de capturar cada una de ellas y manipularlas administrativamente con el sistema y agilizar el tiempo de reparación de daños o de fallas.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
80	04020	00000	038TGU0402000000038TGU0402000000										
81	04020	00000	015TGU0402000000015TGU0402000000										
82	04020	00000	P08TGU0402000000P08TGU0402000000										
83	04020	00000	P04TGU0402000000P04TGU0402000000										
84	04020	00000	O25TGU0402000000O25TGU0402000000										
85	04020	00000	O14TGU0402000000O14TGU0402000000										
86	04020	00000	O05TGU0402000000O05TGU0402000000										
87	04020	00000	O08TGU0402000000O08TGU0402000000										
88	04020	00000	O40TGU0402000000O40TGU0402000000										
89	04020	00000	O06TGU0402000000O06TGU0402000000										
90	04020	00000	O37TGU0402000000O37TGU0402000000										
91	04020	00000	O16TGU0402000000O16TGU0402000000										
92	04020	00000	O17TGU0402000000O17TGU0402000000										
93	04020	00000	O18TGU0402000000O18TGU0402000000										
94	04020	00000	O36TGU0402000000O36TGU0402000000										
95	04020	00000	O21TGU0402000000O21TGU0402000000										
96	04020	00000	O28TGU0402000000O28TGU0402000000										
97	04020	00000	O13TGU0402000000O13TGU0402000000										
98	04020	00000	O19TGU0402000000O19TGU0402000000										
99	04020	00000	O07TGU0402000000O07TGU0402000000										
100	04020	00000	O27TGU0402000000O27TGU0402000000										
101	04020	00000	O10TGU0402000000O10TGU0402000000										
102	04020	00000	O09TGU0402000000O09TGU0402000000										
103	04020	00000	O12TGU0402000000O12TGU0402000000										
104	04020	00000	O30TGU0402000000O30TGU0402000000										
105	04020	00000	O26TGU0402000000O26TGU0402000000										
106	04020	00000	O20TGU0402000000O20TGU0402000000										
107	04020	00000	O24TGU0402000000O24TGU0402000000										
108	04020	00000	P14TGU0402000000P14TGU0402000000										
109	04020	00000	O23TGU0402000000O23TGU0402000000										
110	04020	00000	O33TGU0402000000O33TGU0402000000										
111	04020	00000	O22TGU0402000000O22TGU0402000000										

Fig. 4.4. Resultado de la base de datos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
112	04020	00000	035TGU040200000035TGU0402000000											
113	04020	00000	032TGU040200000032TGU0402000000											
114	04020	C0008	038TGU04020C0000038TGU04020C0008											
115	04020	C0008	015TGU04020C0000015TGU04020C0008											
116	04020	C0008	P08TGU04020C00000P08TGU04020C0008											
117	04020	C0008	P04TGU04020C00000P04TGU04020C0008											
118	04020	C0008	025TGU04020C0000025TGU04020C0008											
119	04020	C0008	014TGU04020C0000014TGU04020C0008											
120	04020	C0008	005TGU04020C0000005TGU04020C0008											
121	04020	C0008	008TGU04020C0000008TGU04020C0008											
122	04020	C0008	040TGU04020C0000040TGU04020C0008											
123	04020	C0008	006TGU04020C0000006TGU04020C0008											
124	04020	C0008	037TGU04020C0000037TGU04020C0008											
125	04020	C0008	016TGU04020C0000016TGU04020C0008											
126	04020	C0008	017TGU04020C0000017TGU04020C0008											
127	04020	C0008	018TGU04020C0000018TGU04020C0008											
128	04020	C0008	036TGU04020C0000036TGU04020C0008											
129	04020	C0008	021TGU04020C0000021TGU04020C0008											
130	04020	C0008	028TGU04020C0000028TGU04020C0008											
131	04020	C0008	013TGU04020C0000013TGU04020C0008											
132	04020	C0008	019TGU04020C0000019TGU04020C0008											
133	04020	C0008	007TGU04020C0000007TGU04020C0008											
134	04020	C0008	027TGU04020C0000027TGU04020C0008											
135	04020	C0008	010TGU04020C0000010TGU04020C0008											
136	04020	C0008	009TGU04020C0000009TGU04020C0008											
137	04020	C0008	012TGU04020C0000012TGU04020C0008											
138	04020	C0008	030TGU04020C0000030TGU04020C0008											
139	04020	C0008	026TGU04020C0000026TGU04020C0008											
140	04020	C0008	020TGU04020C0000020TGU04020C0008											
141	04020	C0008	024TGU04020C0000024TGU04020C0008											
142	04020	C0008	P14TGU04020C00000P14TGU04020C0008											
143	04020	C0008	023TGU04020C0000023TGU04020C0008											

Fig. 4.5. Resultado de la base de datos.

En las siguientes figuras se muestran la obtención de algunos datos que se realizó mediante la función concatenar, se integran algunos dispositivos en las que se le realizó la misma actividad, se muestra como prueba de que se realiza la misma acción con cada dato de la hoja de relación.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
144	04020	C0008	033TGU04020C0000033TGU04020C0008											
145	04020	C0008	022TGU04020C0000022TGU04020C0008											
146	04020	C0008	035TGU04020C0000035TGU04020C0008											
147	04020	C0008	032TGU04020C0000032TGU04020C0008											
148	04020	T0011	038TGU04020T0011038TGU04020T0011											
149	04020	T0011	015TGU04020T0011015TGU04020T0011											
150	04020	T0011	P08TGU04020T0011P08TGU04020T0011											
151	04020	T0011	P04TGU04020T0011P04TGU04020T0011											
152	04020	T0011	025TGU04020T0011025TGU04020T0011											
153	04020	T0011	014TGU04020T0011014TGU04020T0011											
154	04020	T0011	005TGU04020T0011005TGU04020T0011											
155	04020	T0011	008TGU04020T0011008TGU04020T0011											
156	04020	T0011	040TGU04020T0011040TGU04020T0011											
157	04020	T0011	006TGU04020T0011006TGU04020T0011											
158	04020	T0011	037TGU04020T0011037TGU04020T0011											
159	04020	T0011	016TGU04020T0011016TGU04020T0011											
160	04020	T0011	017TGU04020T0011017TGU04020T0011											
161	04020	T0011	018TGU04020T0011018TGU04020T0011											
162	04020	T0011	036TGU04020T0011036TGU04020T0011											
163	04020	T0011	021TGU04020T0011021TGU04020T0011											
164	04020	T0011	028TGU04020T0011028TGU04020T0011											
165	04020	T0011	013TGU04020T0011013TGU04020T0011											
166	04020	T0011	019TGU04020T0011019TGU04020T0011											
167	04020	T0011	007TGU04020T0011007TGU04020T0011											
168	04020	T0011	027TGU04020T0011027TGU04020T0011											
169	04020	T0011	010TGU04020T0011010TGU04020T0011											
170	04020	T0011	009TGU04020T0011009TGU04020T0011											
171	04020	T0011	012TGU04020T0011012TGU04020T0011											
172	04020	T0011	030TGU04020T0011030TGU04020T0011											
173	04020	T0011	026TGU04020T0011026TGU04020T0011											
174	04020	T0011	020TGU04020T0011020TGU04020T0011											
175	04020	T0011	024TGU04020T0011024TGU04020T0011											

Fig. 4.6. Resultado de la base de datos.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
176 04020	T0011	P14TGU04020T0011P14TGU04020T0011											
177 04020	T0011	Q23TGU04020T0011Q23TGU04020T0011											
178 04020	T0011	O33TGU04020T0011O33TGU04020T0011											
179 04020	T0011	O22TGU04020T0011O22TGU04020T0011											
180 04020	T0011	O35TGU04020T0011O35TGU04020T0011											
181 04020	T0011	O32TGU04020T0011O32TGU04020T0011											
182 04020	T0012	O14TGU04020T0012O14TGU04020T0012											
183 04020	T0012	O25TGU04020T0012O25TGU04020T0012											
184 04020	T0012	O13TGU04020T0012O13TGU04020T0012											
185 04020	T0012	O30TGU04020T0012O30TGU04020T0012											
186 04020	T0012	O26TGU04020T0012O26TGU04020T0012											
187 04020	T0012	P04TGU04020T0012P04TGU04020T0012											
188 04020	T0012	O24TGU04020T0012O24TGU04020T0012											
189 04020	T0012	O16TGU04020T0012O16TGU04020T0012											
190 04020	T0012	O18TGU04020T0012O18TGU04020T0012											
191 04020	T0012	O19TGU04020T0012O19TGU04020T0012											
192 04020	T0012	O15TGU04020T0012O15TGU04020T0012											
193 04020	T0012	O20TGU04020T0012O20TGU04020T0012											
194 04020	T0012	O36TGU04020T0012O36TGU04020T0012											
195 04020	T0012	O28TGU04020T0012O28TGU04020T0012											
196 04020	T0012	O21TGU04020T0012O21TGU04020T0012											
197 04020	T0012	O22TGU04020T0012O22TGU04020T0012											
198 04020	T0012	O35TGU04020T0012O35TGU04020T0012											
199 04020	T0012	O23TGU04020T0012O23TGU04020T0012											
200 04020	T0012	O33TGU04020T0012O33TGU04020T0012											
201 04020	T0012	P14TGU04020T0012P14TGU04020T0012											
202 04020	T0012	P08TGU04020T0012P08TGU04020T0012											
203 04020	D0006	O36TGU04020D0006O36TGU04020D0006											
204 04020	D0006	O28TGU04020D0006O28TGU04020D0006											
205 04020	D0007	O21TGU04020D0007O21TGU04020D0007											
206 04020	F0115	O05TGU04020F0115O05TGU04020F0115											
207 04020	F0045	O05TGU04020F0045O05TGU04020F0045											

Fig. 4.7. Resultado de la base de datos.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
208 04020	F0056	O05TGU04020F0056O05TGU04020F0056											
209 04020	F0057	O05TGU04020F0057O05TGU04020F0057											
210 04020	F0046	O05TGU04020F0046O05TGU04020F0046											
211 04020	F0048	O05TGU04020F0048O05TGU04020F0048											
212 04020	F0049	O05TGU04020F0049O05TGU04020F0049											
213 04020	F0051	O05TGU04020F0051O05TGU04020F0051											
214 04020	F0047	O05TGU04020F0047O05TGU04020F0047											
215 04020	F0052	O05TGU04020F0052O05TGU04020F0052											
216 04020	F0054	O05TGU04020F0054O05TGU04020F0054											
217 04020	F0055	O05TGU04020F0055O05TGU04020F0055											
218 04020	F0053	O05TGU04020F0053O05TGU04020F0053											
219 04020	CP001	O05TGU04020CP001O05TGU04020CP001											
220 04020	F0114	O27TGU04020F0114O27TGU04020F0114											
221 04020	F0121	O10TGU04020F0121O10TGU04020F0121											
222 04020	F0122	O27TGU04020F0122O27TGU04020F0122											
223 04020	F0122	O06TGU04020F0122O06TGU04020F0122											
224 04020	F0122	O07TGU04020F0122O07TGU04020F0122											
225 04020	F0122	O08TGU04020F0122O08TGU04020F0122											
226 04020	F0122	O32TGU04020F0122O32TGU04020F0122											
227 04020	F0122	O38TGU04020F0122O38TGU04020F0122											
228 04020	F0122	O40TGU04020F0122O40TGU04020F0122											
229 04020	F0123	O27TGU04020F0123O27TGU04020F0123											
230 04020	F0123	O07TGU04020F0123O07TGU04020F0123											
231 04020	F0123	O40TGU04020F0123O40TGU04020F0123											
232 04020	F0123	O37TGU04020F0123O37TGU04020F0123											
233 04020	F0123	O17TGU04020F0123O17TGU04020F0123											
234 04020	F0059	O06TGU04020F0059O06TGU04020F0059											
235 04020	F0058	O06TGU04020F0058O06TGU04020F0058											
236 04020	F0060	O06TGU04020F0060O06TGU04020F0060											
237 04020	F0126	O27TGU04020F0126O27TGU04020F0126											
238 04020	F0126	O07TGU04020F0126O07TGU04020F0126											
239 04020	F0126	O06TGU04020F0126O06TGU04020F0126											

Fig. 4.8. Resultado de la base de datos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
240	04020	F0126	017TGU04020F0126017TGU04020F0126											
241	04020	F0126	037TGU04020F0126037TGU04020F0126											
242	04020	F0064	040TGU04020F0064040TGU04020F0064											
243	04020	F0124	009TGU04020F0124009TGU04020F0124											
244	04020	F0062	009TGU04020F0062009TGU04020F0062											
245	04020	F0125	012TGU04020F0125012TGU04020F0125											
246	04020	F0063	012TGU04020F0063012TGU04020F0063											
247	04020	F0011	032TGU04020F0011032TGU04020F0011											
248	04020	F0011	014TGU04020F0011014TGU04020F0011											
249	04020	F0011	025TGU04020F0011025TGU04020F0011											
250	04020	F0009	013TGU04020F0009013TGU04020F0009											
251	04020	F0009	017TGU04020F0009017TGU04020F0009											
252	04020	F0061	013TGU04020F0061013TGU04020F0061											
253	04020	F0021	017TGU04020F0021017TGU04020F0021											
254	04020	F0010	016TGU04020F0010016TGU04020F0010											
255	04020	F0010	018TGU04020F0010018TGU04020F0010											
256	04020	F0010	013TGU04020F0010013TGU04020F0010											
257	04020	F0022	016TGU04020F0022016TGU04020F0022											
258	04020	F0020	018TGU04020F0020018TGU04020F0020											
259	04020	F0023	018TGU04020F0023018TGU04020F0023											
260	04020	F0075	030TGU04020F0075030TGU04020F0075											
261	04020	F0075	026TGU04020F0075026TGU04020F0075											
262	04020	F0075	024TGU04020F0075024TGU04020F0075											
263	04020	F0075	P04TGU04020F0075P04TGU04020F0075											
264	04020	F0069	030TGU04020F0069030TGU04020F0069											
265	04020	F0012	030TGU04020F0012030TGU04020F0012											
266	04020	R0001	018TGU04020R0001018TGU04020R0001											
267	04020	R0001	019TGU04020R0001019TGU04020R0001											
268	04020	R0001	036TGU04020R0001036TGU04020R0001											
269	04020	F0025	019TGU04020F0025019TGU04020F0025											
270	04020	F0024	018TGU04020F0024018TGU04020F0024											
271	04020	F0024	036TGU04020F0024036TGU04020F0024											

Fig. 4.9. Resultado de la base de datos.

4.2 Conclusión

Ante las nuevas presencias de cargas y ser una de la ciudad con más demanda eléctrica en Chiapas y parte del sureste, es necesario conocer el tipo de topología con la que se cuenta como también es importante conocer los dispositivos con los que opera la red eléctrica de Tuxtla. Sabiendo que tenemos una red mixta que es muy difícil conocer con exactitud ubicación de una falla mayor, se tiene considerado que los únicos dispositivos tele-controlados son los restauradores y seccionadores.

Para la carga consumida en la ciudad de Tuxtla se cuenta con 6 subestaciones de cuales 2 son de nuevo ingreso, son las más recientes en operación para cubrir la necesidad eléctrica, estas se han instalado para poder distribuir al área urbana como la foránea. Dentro de las instalaciones no cuentan con personal de seguridad más que equipos de video vigilancia de circuito cerrado.

Ante el crecimiento de vandalismo la CFE queda vulnerable en ciertos puntos de sus instalaciones, dentro de una de la más frecuentes con índices de robos de material de conductor para puesta a tierra es la subestación TXN, donde se han reportado robo de estos materiales, quedando los equipos eléctricos vulnerables ante una falla eléctrica o en casos más riesgosos, hasta de los mismos empleados que hacen los mantenimientos.

Tuxtla tiene una carga muy inestable en algunos circuitos, especialmente en la zona centro, donde se concentra la mayoría del comercio de la ciudad, ante los cambios de clima, los conductores en media tensión sufren alteraciones de temperaturas perdiendo las propiedades de conducción y creando una falla o un punto caliente, llegando al

punto de fundirse por las altas temperaturas con la que sufre en ese momento el conductor.

Para el correcto mantenimiento de las líneas de media tensión, se hace una orden de trabajo por prioridad, dependiendo lo crítico a los puntos a cambiar, y llega el caso en donde ocurre la falla antes de hacer el mantenimiento preventivo de las líneas de 13.8 KVA, quedando fuera servicios como de BT y MT, causando inconformidad de los usuarios ante la falta atención de la red eléctrica.

En el área urbana se cuenta con 12 cuadrillas, cubriendo un total de horas de supervisión de casi las 24 de horas, ante cualquier contingencia, el punto débil, es que no se cuenta con los vehículos suficientes para hacer las operaciones en altura, haciendo que los trabajos se retarden o se anticipen ante algunas fallas, como también problemas con el suministro del combustible.

4.3 Discusión

El tiempo de curva de corriente es una información gráfica que muestra los dispositivos en la caseta de control dentro de las subestaciones. Se puede dar a conocer con un tiempo de transferencia de información de menos de un minuto, se podrá determinar con la cantidad de corriente a la que ha sido registrado dando una información de distancia en el circuito, tenemos en cuenta que la red no es lineal, se compone de una forma mixta.

Es importante zonificar toda el área de Tuxtla de una manera clave para poder hacer la correcta intervención ante cualquier evento posible y actualizar constantemente los diagramas ante la ampliación de los circuitos, y tener un correcto inventario de dispositivos como también informar de estos cambios al área de operación para que ellos tengan el conocimiento de esa información.

Los restauradores y seccionadores son los únicos dispositivos en la red de media tensión de Tuxtla que se pueden operar desde el servidor del operador y son los que hacen la función de abrir o cerrar un circuito, estas acciones se hacen para transferir carga como también abrir y dejar fuera una zona para trabajos de mantenimiento u otras acciones.

Teniendo una base de datos donde recopile el número de dispositivos como también la dirección exacta se podrá suponer que dispositivo ha sido dañado durante el percance eléctrico que provoco una falla en todo el circuito, podemos considerar como un método de detección de fallas conociendo el tiempo de curva de la corriente durante una falla.

Cuando se tiene el tiempo de curva de corriente en una falla, se puede conocer la deformación de la onda fundamental y su ampliación en la corriente, no todas las fallas pueden ser de la misma magnitud, con la ayuda de las gráficas se puede conocer la corriente de deformación conociendo que en la red eléctrica en un solo circuito la cantidad de amperaje que por sus conductores circula.

Con la zonificación de toda la ciudad y conociendo la distancia entre puntos de dispositivos de restauración se puede saber la zona afectada e ir directamente a ese punto, sin hacer el recorrido previo desde el inicio del circuito para poder cuando se ubicó la falla, sino ir directo a la zona conociendo con el valor del tiempo de curva de corriente y la distancia aproximada.

Los seccionamientos yaskawa como los restauradores, tiene medición instantánea de las lecturas de voltaje como de corriente, gracias a los sensores incorporados dentro de ellos, para un correcto funcionamiento, se propone reordenar las ubicaciones de estos a lo largo del circuito y así tener un control automático de todo el circuito.

Los restauradores como los seccionadores no pueden dar a conocer el lugar de la falla solo hacen la función de proteger la red ante el incidente eléctrico, pero con una ubicación correcta entre los dos dispositivos pueden llegar a hacer la zonificación aún más precisa, es decir, tener tres seccionadores yaskawa en el circuito para saber de qué punto a qué punto se ha quedado sin potencial.

Referencias Bibliográficas

[1] Germán Morales, Juan José Mora Flores Y Herman Vargas en el 2007; “método de localización de fallas en sistemas de distribución basado en gráficas de reactancia” Scientia et Technica Año XIII, LNo 34, mayo de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira.

[2] J. J. Mora, J. C. Bedoya, y J. Meléndez; “Extensive Events Database Development using ATP and Matlab to Fault Location in Power Distribution Systems” 2006 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition Latin America, Venezuela.

[3] Myeon-Song Choi, Seung-Jae Lee, Seong-II Lim, Duck-Su Lee y Xia Yang; “A Direct Three-Phase Circuit Analysis-Based Fault Location for Line-to-Line Fault” IEEE transactions on power delivery, vol. 22, no. 4, october 2007.

[4] Mora Flórez, Juan José; Morales España, Germán Andrés; Carrillo Caicedo, Gilberto; “Selección de descriptores de tensión para localización de fallas en redes de distribución de energía” Ingeniería, vol. 11, núm. 1, 2016, pp. 43-50 Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia.

- [5] German Morales España, Rene Barrera Cárdenas y Herman Raúl Vargas torres; “ubicación única de fallas en sistemas de distribución por medio de zonas con SVM” Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica (GISEL), Escuela de Ingeniería Eléctrica Electronica y Telecomunicaciones, Universidad Industrial de Santander (UIS), Bucaramanga, Colombia.
- [6] Anaut, D., Di Mauro, M.G. y Suarez, J., Optimización de Redes Eléctricas Mediante la Aplicación de Algoritmos Genéticos, Información Tecnológica: 20 (4), 137-148 (2009).
- [7] Alfonso, P., Jenny, P., Jairo H. y Gabriel O. y J. Benjamín. Methodological proposal for cost valuation due to an inadequate continuity in the electric energy supply. III International Symposium on Electric Energy Quality SICEL 2005, Bogotá 16 a 18 November (2006).
- [8] Baeza, R., J. Rodríguez y J. Hernández, evaluación de confiabilidad de sistema de distribución eléctrica en desregulación. Revista Facultad de ingeniería, U.T.A. (Chile): 1(1), 33-39 (2003).
- [9] Carvajal, S., López J. y Lemoine C., Reconfiguración de sistemas de distribución de energía eléctrica usando un algoritmo de optimización basado en colonia de hormigas, Tecnura: 12 (24), 14-22 (2009).
- [10] Dialynas E. N., S. M. Megaloconomus y Dali V. C. Interruption Cost Analysis for the Electrical Power Customers in Greece. 6th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2001), 129-129 Amsterdam 18 a 21 junio (2001).
- [11] Gómez G., Carreño J. y Caviedes J., Herramienta de software para el pronóstico de demanda horaria de potencia eléctrica en el sistema eléctrico de Codensa S.A. Esp., Tecnura: 15 (28), 7-22 (2011).
- [12] Gómez V., Peña R. y Hernández C., Diseño y construcción de un medidor de indicadores de calidad en el servicio de energía eléctrica (DES y FES) para usuario residencial. Ingeniería y desarrollo: 7(2), 101-112 (2011).
- [13] Morales G., R. Barrera, y Vargas H., Ubicación única de fallas en sistemas de distribución por medio de zonas con SVM. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, ISSN: 01200230, 47, 187-196 (2009).
- [14] REPORT: Empresas Publicas de Medellin. In compliance with Act 142 of 1994 and the CREG resolutions 058 and 119 of 2000 and 078 of 2007. Maximum allowable values (2010).

- [15] Sullivan M., T. Vardell y M. Johnson, Power Interruption Costs to Industrial and Commercial Consumers of electricity. Industrial and Commercial Power Svstems Technical Conference, 1996: 23-35, USA 6 a 9 Mavo (1996).
- [16] Sullivan M., T. Vardell, N. Suddeth y A. Vojdani, Interruption Costs, Customer Satisfaction and Expectations for Service Reliability. IEEE Transactions on Power Svstems: 11(2), 989-995 (1995).
- [17] Sousa Martins L., J. F. Martins, Member IEEE, C. M. Alegria and V. Fernao Pires, Member IEEE, A network distribution power Svstem Fault location based on neuronal eigenvalue algorithm, (2003).
- [18] Torres H., G. Acero, J. Flechas, J. Saucedo y C. Quintana, Electric Power, a quality product, ICONTEC. ISBN 958-9383-38-6, Bogotá (2003).
- [19] Zapata G. y Chacón E., Aportes Metodológicos para el Diseño de Sistemas de Supervisión de Procesos Continuos, Información Tecnológica: 22 (3), 97-114 (2011).
- [20] Ramírez C. Samuel, Redes de Distribución de Energía, sede Manizales, centro de publicaciones de la universidad nacional de Colombia, Colombia (2004).

Anexos

Anexo A: supervisión de puntos calientes

Como apoyo para la detección de fallas en la red de distribución urbana se realizó supervisiones en horas pico de la ciudad para encontrar puntos calientes con la cámara termográfica de la marca FLIR modelo T400.

A continuación, se detecta un punto caliente mayor a 89.9° c en una cuchilla de triple disparo en el fraccionamiento Centenario, se archiva con el fin de realizar un reporte y resolver el problema lo antes posible en jornadas de trabajo del personal.

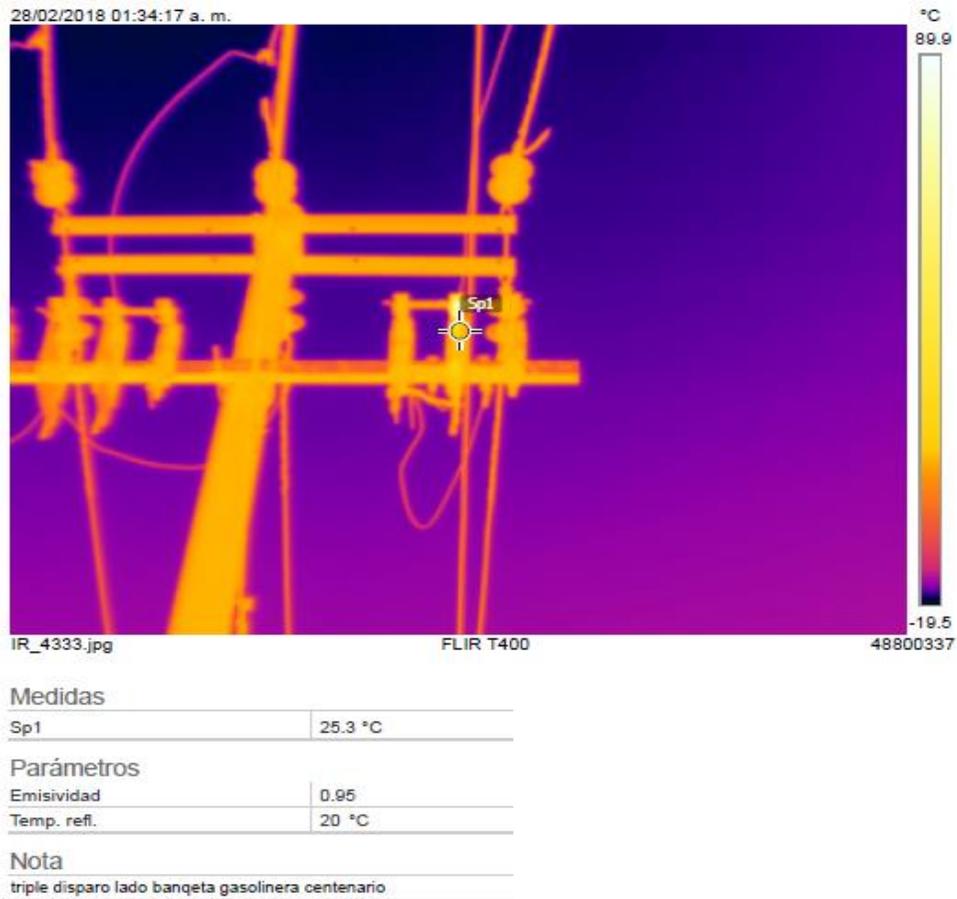


Fig. A.1. Punto caliente en corta circuito fusible

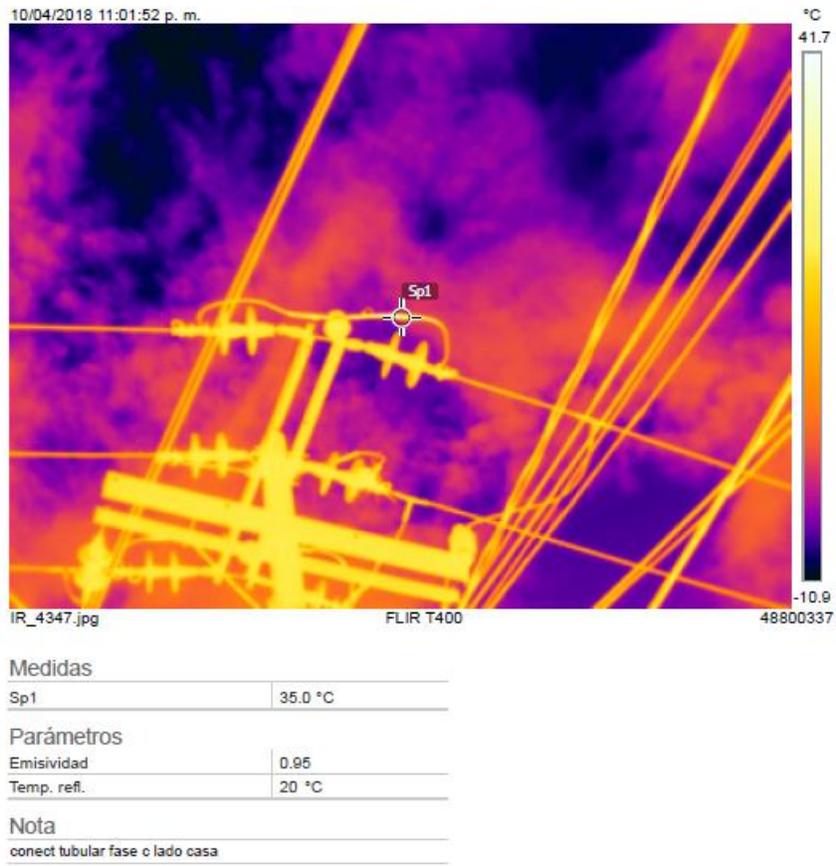


Fig. A.2. Punto caliente en conector tubular fase c

En la figura A.3 se realizó una inspección en la subestación Tuxtla Sur en el circuito 4040 y se encontró una anomalía en la fase C identificado como ramal cacho mocho, realizo la captura de descripción correspondiente la realización del reporte y para la solución inmediata en horario laboral de las cuadrillas.

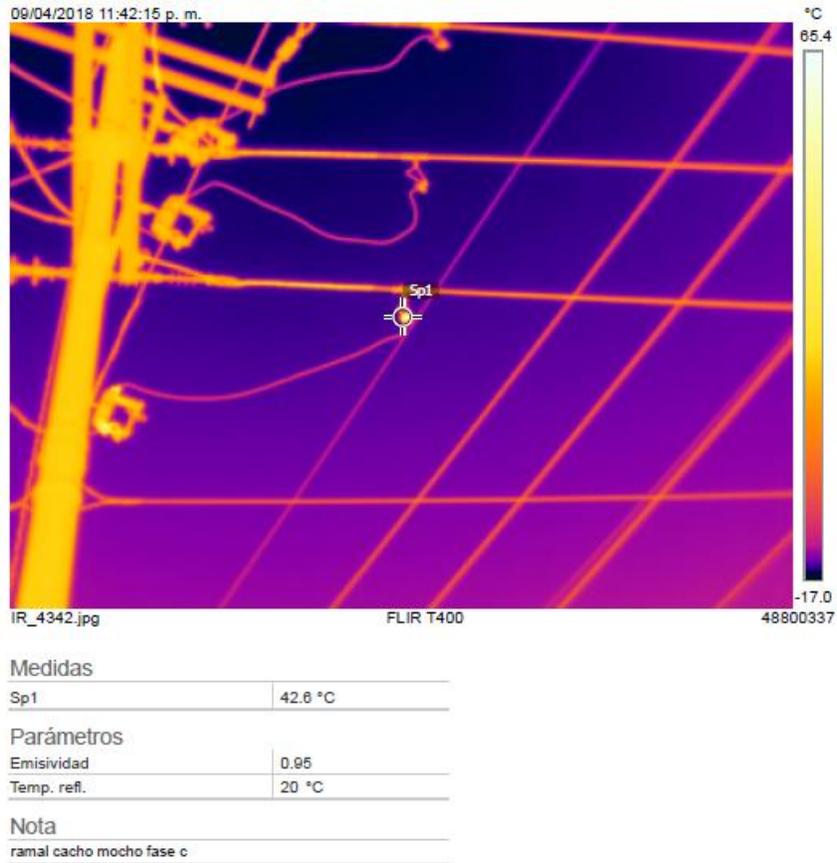


Fig. A.3. Punto caliente en conector perico ramal cacho mocho fase c.

Anexo B

En la figura B.1 se muestra un diagrama del circuito TGU 4010 indicando los niveles de cortocircuito, se nos proporcionó estos datos por la oficina de operación como información para recopilar en el siguiente proyecto y como apoyo manual para localizar puntos de fallas en el circuito.

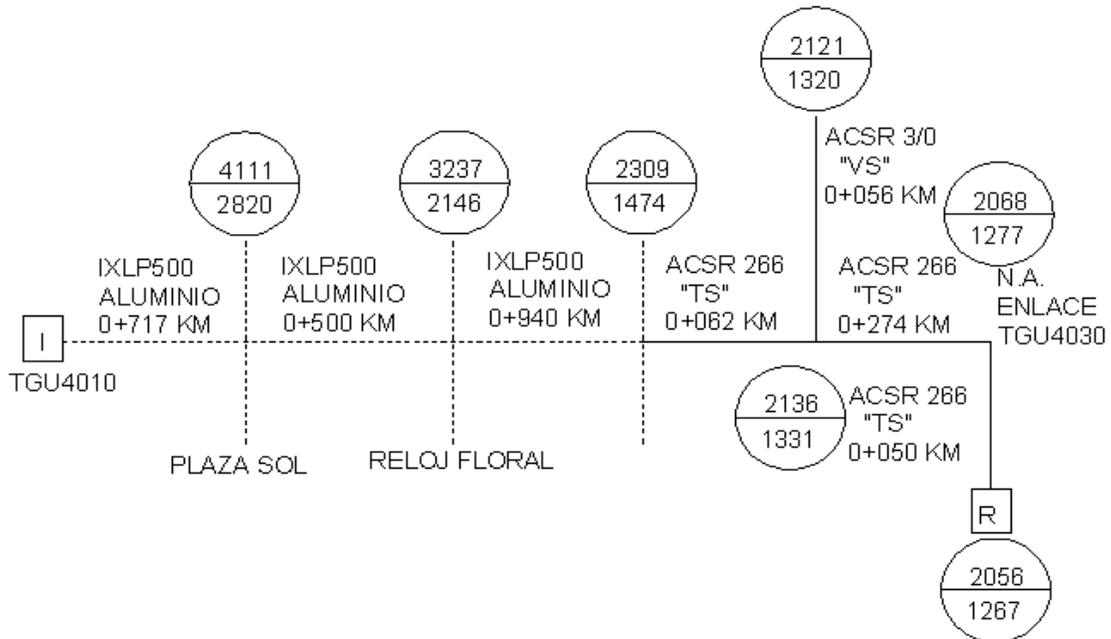
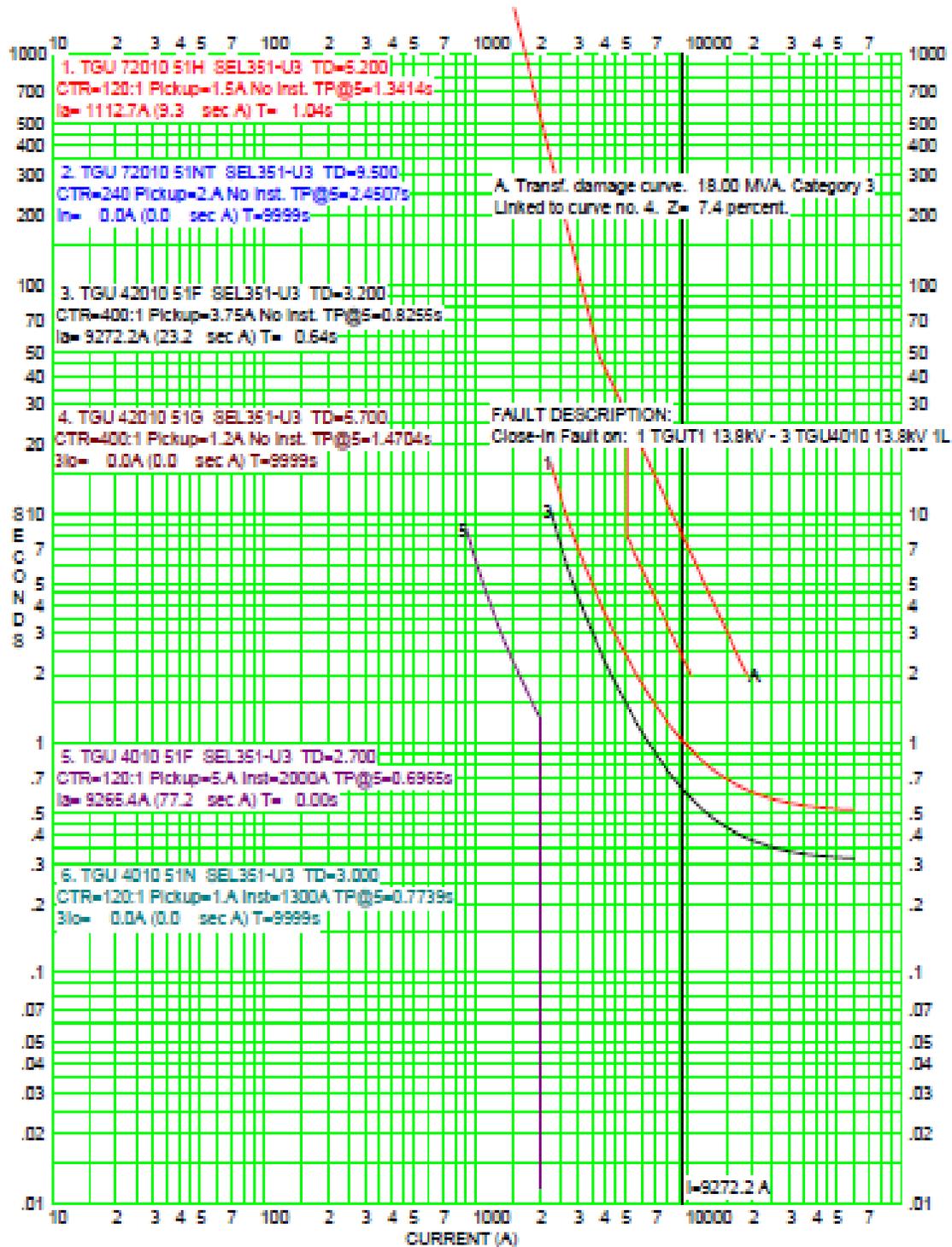


Fig. B.1. Diagrama unifilar del circuito indicado los niveles de cortocircuito calculados.



TIME-CURRENT CURVES @ Voltage 13.8		By CASV
For COORDINACION DE PROTECCIONES SOBRECORRIENTE DE FASES		No. 1/2
Comment S.E. TUXTLA UNO TGU 4010		Date FEB 2016

Fig. B.2. Graficas de curvas de coordinación de fallas de la fase del circuito TGU 4010.