

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

RESIDENCIA PROFECIONAL

PROYECTO

Análisis del comportamiento del flujo de potencia en líneas de transmisión de 115 KV y en líneas de distribución de 13.2 KV Zona Huatulco con fines de diseño de un sistema de supervisión, monitoreo y control para la reducción de pérdidas técnicas.

Alumno:

Jiménez Cruz Christian

Asesor interno: Dr. Galicia Rubén Herrera

Asesor externo: Ing. Andrés Martínez Aguilar

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Estado del arte.....	4
1.3 justificación.....	5
1.4 Objetivo Principal.....	6
1.5 Objetivo General	6
1.6 Metodología	7
2. Fundamento Teórico.....	9
2.1 Redes inteligentes y pérdidas técnicas	9
2.2 Reconfiguración de la red de distribución y fallas técnicas.....	10
3. Desarrollo	12
3.1 Topología de la subestación Huatulco (HCO) y conejos (CNJ).	12
3.2 Sistema de distribución de media tensión.....	15
3.3 Características actuales de los circuitos	20
3.4 Conclusión de los circuitos	40
3.5 Situación de los transformadores de potencia de la subestaciones.....	42
3.6 Datos básicos de las líneas de alta tensión.....	43
3.7 Propuestas de mejoras a los circuitos de distribución	47
4. Resultados y conclusiones	48
4.1 Resultados de los circuitos.....	48
4.2 Resultado de la línea de Alta Tensión	52
4.3 Resultado del Nuevo Alimentador 4050.....	55
4.4 Resultados de la Nueva subestación.....	58
5. REFERENCIA.....	60

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La problemática que existe actualmente en la zona Huatulco en cuanto al manejo de las pérdidas técnicas, surge la necesidad de realizar un análisis detallado de todos los aspectos que influyen de manera significativa en la determinación de las pérdidas técnicas en este caso llevar un análisis del comportamiento del flujo de potencia de la línea de 115 KV y 13.2 KV.

En todo sistema eléctrico las pérdidas técnicas son inevitables, debido a que la energía que se suministra desde la fuente de generación hasta los consumidores finales se pierde en su trayectoria en los elementos pertenecientes a la red como conductores, transformadores y otros dispositivos. Se va a desarrollar acciones enfocadas a una reducción de sus pérdidas de energía por lo cual un correcto control de pérdidas de energía permite a una empresa distribuidora mejorar sus ingresos.

Las pérdidas técnicas en el Área Huatulco se estiman a partir de los balances de energía del sistema eléctrico. La exactitud del balance de energía y por consiguiente el valor global de las pérdidas. Las pérdidas técnicas constituyen un valioso elemento de diagnóstico, posibilitando una acción gerencial más específica y eficaz con vistas a la optimización de esas pérdidas. De la experiencia obtenida a la fecha de la implementación del proyecto para reducir las pérdidas técnicas en la división de distribución Huatulco se desprende la imperiosa necesidad de tener un seguimiento sistemático y una evaluación periódica del mismo. Para el caso particular del sistema eléctrico cuyo esquema básico se muestra en la siguiente figura, se ha comprobado que solamente a través del cálculo de la contribución de las pérdidas de energía en cada componente de los subsistemas de alta, media y geográficamente ubicados, se puede lograr el seguimiento suficiente para evaluar la ejecución, resaltando las acciones de mejores resultados y corrigiendo aquellas que lo necesiten.

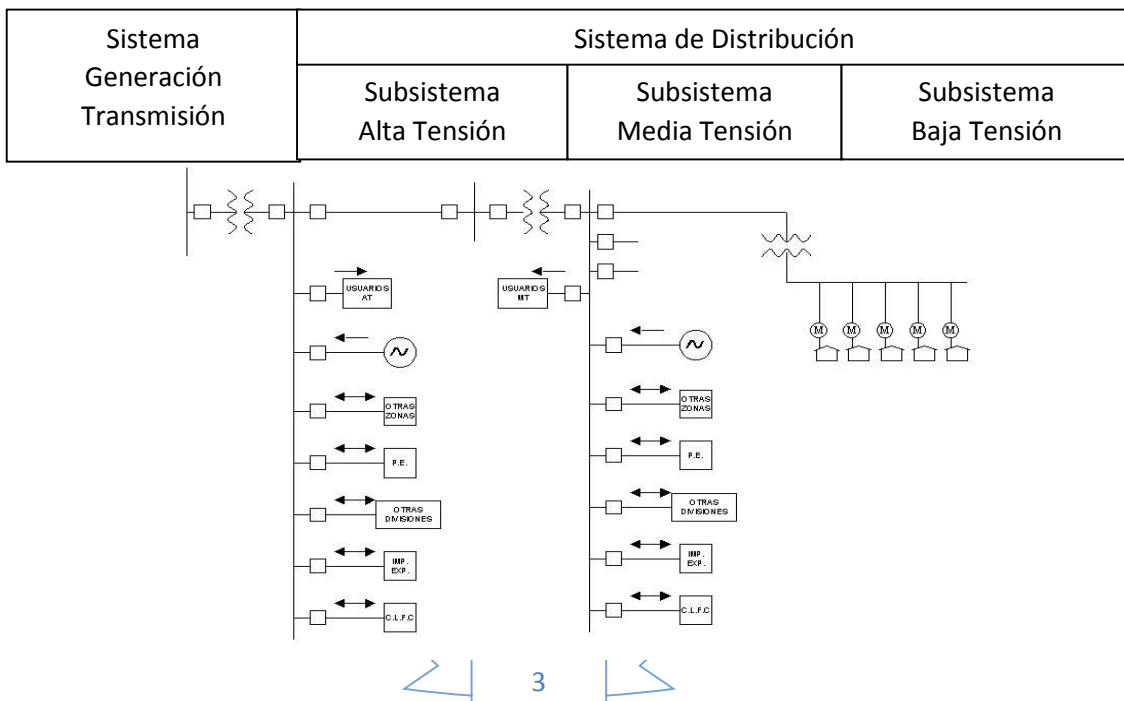




Fig. 1.1. Estructura básica del Sistema de Base de Datos – PESED

El método que se empleara en este trabajo es el de analizar el flujo de potencia de los circuitos donde se presentan voltajes de 13.2 KV del área Huatulco.

Teniendo un listado de las pérdidas técnicas se puede conocer con mayor exactitud donde se presentan los mayores problemas, sí en la operación del SED (Sistema eléctrico de Distribución) o en la administración del sistema. Pero, si se clasifican las pérdidas técnicas por cada componente del SED y, además, se hace geográficamente; por ejemplo, por alimentador primario, ya podemos señalar las áreas con mayores problemas y los componentes que requieren mayor atención.

1.2 Estado del arte

En el proyecto de la Metodología para el análisis y reducción de pérdidas en redes de distribución de energía eléctrica –Edición única tiene la finalidad de estudiar las pérdidas de energía técnicas en los elementos del sistema en el que se presenta la mayor problemática tales como la subestación de distribución, líneas AT, líneas MT, líneas de BT, transformadores DIS, transformadores particulares, acometidas medidores y utilizar la herramienta de gráfica de Pareto, en donde se puede apreciar que los elementos del sistema que más contribuyen a la pérdida total de la zona son en primer lugar las redes secundarias, seguido de los transformadores de distribución y posteriormente las líneas de media tensión.

El sector eléctrico colombiano se vio obligado a aplazar los proyectos de generación y de transmisión pendientes y emprender un gigantesco plan de recuperación de pérdidas a nivel de distribución. Se dio inicio entonces a la remodelación de la mayoría de las redes existentes haciendo todo el despliegue de recursos humanos, técnicos y económicos. Fue necesario emplear programas y herramientas computacionales con el fin de plantear y evaluar las diferentes alternativas de solución.

En diciembre 2013 en argentina se realizó un proyecto de reducción de pérdidas técnicas en sistemas de transmisión y distribución objetivo de este trabajo era estimar el mejoramiento de la eficiencia de sistemas de transmisión y distribución (reducción de pérdidas) que podría lograrse con la

implementación masiva de tecnologías y medidas para reducir pérdidas. Cabe destacar que este trabajo se refiere solo a la disminución de pérdidas técnicas.

En Colombia se propuso “Un modelo de incentivos para la reducción de pérdidas de energía eléctrica” el objetivo era proponer un esquema de incentivos que permita minimizar las rentas asociadas con las asimetrías de información derivadas de la implementación de los planes de reducción de pérdidas de energía eléctrica, en cumplimiento de lo definido por el Decreto MME 387 de 2007 y en la normatividad vigente. Es importante aclarar que el presente documento no busca evaluar la conveniencia de la política definida en el Decreto mencionado.

El 4 de octubre del 2013 en la empresa eléctrica del pinar del Rio, este trabajo aporta nuevos elementos a tener en cuenta en la evaluación de la factibilidad técnico económica de la instalación de una nueva subestación, al presentar un nuevo diseño de las redes de distribución, que producen un ahorro anual de 12.4 GWh, por concepto de reducción de pérdidas técnicas. Este ahorro viene dado por la elevación del nivel de tensión de distribución primaria, en los circuitos rurales de los municipios San Juan y San Luis, y la reducción de las pérdidas de transporte de las redes y de transformación local viene aparejado por la eliminación de siete subestaciones.

Mi proyecto se trata de Analizar el comportamiento del flujo de potencia en líneas de transmisión de 115 KV y en líneas de distribución de 13.2 KV Zona Huatulco en la cual se analizará las pérdidas técnicas encontradas en las líneas y en sus respectivos elementos eléctricos para poder diseñar un sistema de supervisión, monitoreo y un buen control para la reducción de pérdidas técnicas.

1.3 justificación

La investigación actual es importante porque la electricidad es parte de nuestras vidas; se ha convertido en una necesidad y dependemos de ella para realizar cosas tan simples como iluminar en la oscuridad hasta elaborar todos los productos necesarios para nuestras actividades en esta zona hay varias pérdidas que se encuentran en los elementos eléctricos que se estará viendo más adelante de lo cual afecta a las pérdidas no técnicas. Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de nuestros clientes ha sido aumentando fuertemente año tras año vemos incrementos de usuarios y debido a que la zona Huatulco cuenta con problemas de demanda máxima con proyectos a futuros no realizados el incremento de las instalaciones ha sido de manera arbitraria, es decir, se ha ido construyendo líneas con conductores de calibre pequeños sin importar el aumento de usuarios a futuro, por lo tanto, la carga de la población aumenta y esto afecta a las líneas de media y baja tensión provocando sobrecarga en los alimentadores existentes, conductores no adecuados para la demanda empleada todo esto representa un problema muy grande para Comisión Federal de Electricidad de tal forma que le impide dar un servicio de energía eléctrica con calidad y confiabilidad que los clientes se merecen. Este trabajo de investigación se pretende ayudar a solucionar ese problema, realizando unas propuestas de reconfiguración a las líneas de media

tensión para poder reducir pérdidas técnicas en las 8 líneas de las dos subestaciones del Área Huatulco.

En la figura 1. Se muestra en color negro el área de influencia de los circuitos de la Subestación Conejos (CNJ) y en color azul fuerte el área de influencia de la Subestación Huatulco (HCO), así como la ubicación de las dos subestaciones y también se puede apreciar las demás subestaciones que pertenecen a toda la zona Huatulco.

En la figura 2 se observarán las mismas áreas de influencia de las subestaciones de Conejos (CNJ) y Huatulco (HCO) en base a sus circuitos de 13,8 KV.



-  SE NEJAP
-  SE PINOTEPA
-  SE SANTA ROSA
-  SE PUERTO ESCONDIDO
-  SE POCHUTLA
-  SE HUATULCO
-  SE CONEJOS

Figura 1.2 Área de influencia

1.4 Objetivo Principal

Analizar el comportamiento del flujo de potencia en líneas de transmisión de 115 KV y en líneas de distribución de 13.2 KV Zona Huatulco y rediseñar la red de transmisión y distribución, monitoreo y control para la reducción de pérdidas técnicas.

1.5 Objetivo General

Este trabajo abarca la Planeación de las redes de Distribución que son responsabilidad del Área de Distribución Huatulco y Conejos de la Zona Huatulco, como son las Subestaciones de Distribución, los Alimentadores y Circuitos en Media Tensión de 13,8 KV y los circuitos de Alta tensión de 115 KV que recibe las subestaciones. Con la obtención de estos resultados se mejorará la calidad del servicio de energía eléctrica, se tendrá mayor seguridad con los colaboradores y se podrán reducir las pérdidas técnicas del sistema en lo cual el objetivo es contar con un plan para que se puedan desarrollar con lo cual se pretenderá:

- Evaluación de las condiciones operativas de la red.
- Determinación de la infraestructura eléctrica necesaria para el suministro eléctrico en condiciones de calidad que permitan hacer frente al crecimiento de la demanda a largo plaza en el ámbito del Área Huatulco.

- Evaluación del Plan de crecimiento y reordenamiento de los circuitos de media tensión del área de estudio.
- Repartir las cargas de un circuito a otro circuito para reducir el sobre carga de un circuito y caída de tensión sobre todo para que voltaje permanezca en 13.8 KV y no disminuya a 13.2 KV de tal forma que nos permita distribuir bien el voltaje en baja tensión de forma adecuada.
- Ordenar las instalaciones
- Análisis del voltaje de 13.2 KV que llega al transformador de baja Tensión.
- Análisis de las pérdidas de energía en las líneas de 13.8 KV
- Análisis de la línea 115 KV

1.6 Metodología

El método empleado para el desarrollo de este trabajo fue a partir de la información que nos proporcionan los sistemas existentes en la División de la zona Huatulco de la Comisión Federal de Electricidad que nos ayudarán a lograr la propuesta para optimizar la red de media tensión y Alta Tensión entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

SIMOCE: (Sistema de Monitoreo de Calidad de la Energía).- Es un sistema que monitorea en tiempo real el comportamiento de los circuitos de media tensión, nos proporciona demanda en KW, consumos KWH, reactivos KVAR, SAG's (disminución de reducción momentánea en el valor efectivo del voltaje de alimentación con duración de medio ciclo a 3600ciclos, de 8.333 ms a 60 s), SWELL's (aumento en el valor efectivo de voltaje de alimentación con duración de medio ciclo a unos 600 ciclos, de 8.33 3 ms a 10 ms) , Curva de demanda horaria, entre otros parámetros.

SIGED: (Sistema de Información Geográfica y Eléctrica de Distribución): Contiene la información georreferenciada de todas las instalaciones de media tensión incluyendo sus atributos como son: número de fases, calibres del conductor, fase, capacidad instalada por transformador, longitudes, tipos de estructuras, etc.

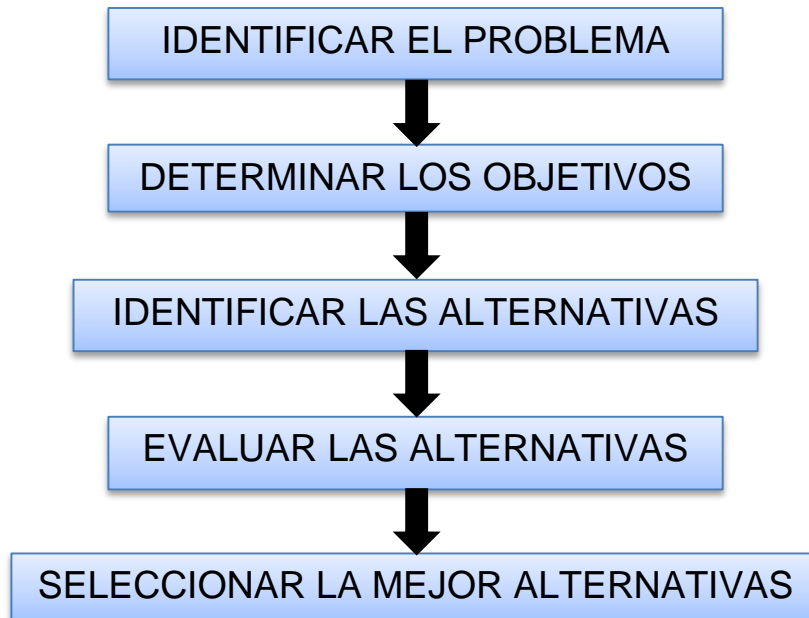
SIAD: (Sistema de Integración y Administración de Distribución): Este sistema proporciona los datos de los circuitos de Distribución en base al mercado eléctrico, se pueden obtener las demandas máximas de los circuitos, bancos y subestaciones en forma mensual, factor de carga, factor de utilidad, porcentaje de pérdidas, entre otros valores.

FEEDERALL: sistema que con la importación de los datos del SIGED nos permite hacer los estudios de la red.

Como son pérdidas, ubicación de capacitores, nos permite modelar la red óptima y realizar transferencias entre circuitos realizando de una manera rápida las corridas a evaluar las pérdidas en condiciones actuales y propuestas, este sistema será la base para obtener los datos que nos permitan a través del EEPRI evaluar la rentabilidad de cada propuesta. En este proyecto se debe definir las obras necesarias para atender el crecimiento de la demanda y para mejorar las condiciones de suministro del sistema actual, es decir optimizarlo existente. Sin olvidar que lo que se busca es cumplir con los criterios de calidad en el suministro para la reducción de pérdidas de energía y tener un sistema con el menor costo posible por kW suministrado. El resultado del proceso del proyecto será un conjunto de toma de decisiones que deben de ser accionadas y tomar en cuenta las obras que se deben de realizar para la optimización de

pérdidas de energía ya que más adelante se darán a conocer obras nuevas para la optimización de pérdidas técnicas que se incorporara al sistema eléctrico.

Enseguida se evaluará las modificaciones que se realizarán al sistema eléctrico, de tal manera que su comportamiento tendrá resultados a futuro para el bien de los usuarios y la empresa.



Se realizará un estudio de todos los componentes eléctricos y a su vez un análisis de los existentes en dicho circuito. Analizando mediciones de MW y MWh tanto en demandas máxima, media, baja, factor de potencia, pérdidas de potencia, factor de utilización y parámetros máximos de los circuitos y alimentadores generales de media tensión de subestaciones y transformadores de potencia. También se tendrá que consolidar la información de las mediciones a nivel zona de los circuitos eléctricos para hacer una comparación con el Área Huatulco. De acuerdo a los problemas de cargabilidad y caída de tensión en los circuitos se realizará un reordenamiento de dicho circuito que se encuentra en problemas para transferir carga de un circuito a otro y se analizará para instalar equipos de protecciones en la red aérea. Se instalará un nuevo alimentador 4050 con un nuevo circuito de sistema Aéreo y subterráneo contando con todas las características con el fin de quitarle carga al circuito 4020 ya que se encuentra con problemas de caída de tensión en varios puntos. Tomando en cuenta que en el aérea de Huatulco tiene instalaciones nuevas a futuro que contarán con demandas muy grandes se instalara una nueva subestación con un transformador de potencia de 115KV/13.8KV con tres alimentadores con sus respectivos circuitos.

2. Fundamento Teórico

2.1 Redes inteligentes y pérdidas técnicas

Las pérdidas técnicas constituyen energía que se disipa y no puede ser aprovechada, por lo que es uno de los objetivos primordiales de este proyecto. La estimación de las pérdidas de energía no es sencilla ya que requiere de un importante volumen de información sobre descripción de las redes y características de las cargas que no siempre está disponible en las propias empresas distribuidoras. La mejor estrategia para obtener una reducción en los niveles de pérdidas técnicas consiste en realizar una adecuada planificación y expansión de los sistemas eléctricos, buscando minimizar el coste social neto del sistema. Llegando a un punto en el que cualquier reducción adicional en el nivel de pérdidas sea compensada en los costos asociados a esa propia reducción. Las medidas que se adoptan para reducir las pérdidas técnicas en los sistemas eléctricos es el diagnóstico del estado del sistema, predicción adecuada de la demanda, revisión de criterios de planificación, compensación del factor de potencia, reconfiguración de la red, mejora en el equilibrio de carga en las fases, respuesta en carga de los transformadores, gestión de la demanda. Las pérdidas en un sistema eléctrico se producen en todo instante de tiempo, y su total resulta de la suma de las pérdidas en todos los elementos en operación.

Se pueden establecer distintas clasificaciones de las pérdidas:

1. Según la función del elemento que las causa:

- a) Pérdidas por transporte
 - En líneas de reparto
 - En alimentadores primarios y secundarios
- b) Pérdidas por transformación
 - En transformadores AT/MT
 - En CT'S MT/BT

2. según la causa que las origina

- a) pérdidas por efecto corona
- b) pérdidas por efecto joule
- c) pérdidas por corrientes parásitas e histéresis

3. Según su relación con la demanda:

- a) Pérdidas asociadas a la variación de la demanda o pérdidas en carga. También se denominan pérdidas variables. La magnitud de este tipo de pérdidas, que se debe principalmente al efecto joule, es proporcional al cuadrado de la corriente:

$$P_L = I^2 * R$$

Donde

PL = pérdidas en el elemento del sistema (W)

I = corriente que circula por el elemento (A)

R = resistencia del elemento (OHMS)

Pérdidas cuyo valor es aproximadamente independiente con la carga del sistema o pérdidas en vacío. También se denominan Pérdidas fijas (efecto corona, corrientes parásitas e histéresis).

Pérdidas de potencia en líneas. Los sistemas de distribución en MT están compuestos por líneas aéreas y/o subterráneas por las que circulan las corrientes necesarias para realizar el suministro de potencia e inherentes a este proceso aparecen unas pérdidas asociadas con la resistencia de los conductores y las corrientes que circulan.

Donde,

V_i = tensión en el punto i (V)

V_j = tensión en el punto j (V)

R = resistencia de la línea

X = reactancia de la línea

$Z_L = R + j.X$ = impedancia serie de la línea

G_i, G_j = conductancia de la línea

B_i, B_j = susceptancia de la línea

$Y_i = G_i + j.B_i$ = admitancia derivación de la línea en el nodo i

$Y_j = G_j + j.B_j$ = admitancia derivación de la línea en el nodo j

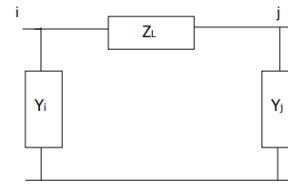


Figura. 2.1 Circuito equivalente De una línea.

La carga o cargabilidad de los alimentadores primarios. La carga o cargabilidad de los alimentadores primarios está definida como la carga que puede transportar un alimentador durante las condiciones de carga pico. Algunos de los factores que afectan el diseño por carga del alimentador, son los que se mencionan:

La densidad de la carga del alimentador, la naturaleza de la carga del alimentador, la tasa de crecimiento de la carga en el alimentador, los requerimientos de capacidad de reserva para condiciones de emergencia.

2.2 Reconfiguración de la red de distribución y fallas técnicas

Fallas en redes de distribución eléctrica. Los sistemas eléctricos de Potencia han crecido rápidamente los últimos años, esto es el resultado de un gran aumento en el número de ramales en operación. Estos ramales experimentan fallas por causas naturales como lluvias, tormentas, rayos, nieve, etc. por causas de desgaste o envejecimiento como son rotura del aislamiento, de mal funcionamiento del equipo de protección y por transformadores en mal estado, cortocircuitos causados por objetos externos como animales o árboles, afectando así al funcionamiento y buen desempeño del sistema. La ubicación de fallas en redes de distribución es uno de los desafíos más importantes en el funcionamiento del sistema eléctrico de potencia. Existen varias formas para determinar la ubicación y detección de las fallas de manera rápida y eficaz dando como resultado el aislamiento de la falla y por lo tanto el tiempo de restauración del sistema sea el mínimo.

Tipos de fallas en redes de distribución eléctrica. Las redes eléctricas de distribución están expuestas a distintas fallas las cuales causan la apertura del sistema eléctrico dejándolo sin servicio de energía. Las fallas en redes de distribución entre una o varias fases y tierra se las considera del tipo Paralelo, en los distintos casos, las fases se presentan en cortocircuito, la caída de tensión y la corriente elevada de cortocircuito son diferentes en cada punto del sistema causando el desbalance y el daño de elementos del sistema. En redes eléctricas de distribución las fallas también se presentan del tipo serie, las cuales se presentan por causas ajenas al sistema ya sea de forma natural o por el envejecimiento de los elementos de la red que hacen que la falla se

provoque por la ruptura de conductores, las causas más comunes de estas rupturas son las descargas atmosféricas ya que se pueden dar en gran cantidad de energía provocando los cortocircuitos trifásicos sin implicar a la tierra.

- Simétricas
- Asimétricas
- Monofásicas a Tierra
- Bifásica
- Bifásica a Tierra
- Trifásicas
- trifásicas a tierra

Protección mejorada de falla. Para aplicaciones en distribución son sistemas que detectarán y aislarán fallas sin provocar un recierre a plena carga, reduciendo el efecto ante fallas permanentes. Utilizando sensores de alta resolución e identificadores de falla, estos sistemas pueden detectar de mejor manera fallas de alta impedancia. Para aplicaciones en transmisión, son sistemas que utilizan comunicaciones de alta velocidad entre múltiples elementos, para proteger regiones completas, en lugar de elementos individuales.

Transferencia de carga en tiempo real. Se logra a través de una reconfiguración en tiempo real de los alimentadores, así como la optimización para reducir la carga en equipos, mejorar la utilización de equipos, mejorar la eficiencia del sistema de distribución y mejorar el desempeño del sistema.

Descripción de redes inteligente. La actual red de distribución carece de las consignas con que se gestionan las redes de transporte, y en ellas la demanda responde a la suma de las cargas positivas y negativas que suma la red, entendiendo por ellas las unidades de generación y la potencia en los puntos de entrega de energía respectivamente. En el caso de una generación centralizada con cargas que se corresponden con puntos de suministro de energía y carente de las tecnologías que ahora se integran, el resultado parece satisfactorio. Nace el concepto de red de distribución como una red de distribución de energía eléctrica inteligente, capaz de equilibrar la oferta y la demanda por restricciones técnicas o beneficios económicos, basándose en:

- Sistemas de comunicación y control.
- Planificación óptima de las instalaciones.
- Control masivo y distribuido de generadores y cargas.
- Nuevos servicios y mejoras en eficiencia energética.

Operación y control de las Redes Inteligentes. Según el modelo de gestión de red inteligente, su composición estaría basada en unidades denominadas microrredes, conectadas por defecto a la red eléctrica convencional pero con capacidad para operar en modo aislado cuando el sistema lo necesite o por faltas en la red eléctrica a la cual esté conectada.

3. Desarrollo

El alcance de este trabajo será el dejar documentada una metodología para reconfigurar la topología de un sistema de media tensión con los criterios básicos de planeación, definir en caso de ser necesario la ubicación de una nueva subestación con su determinado número de alimentadores, el calibre y trayectoria de los circuitos que se requieran, las instalaciones a ser retiradas y/o reubicadas y las redes a re calibrar.

Esto es para poder operar con criterios de rentabilidad y calidad en el suministro de energía eléctrica hacia nuestros clientes.

A partir de estos estudios se podrá obtener la relación Costo/Beneficio, que será el que nos indicará la eficiencia de este proyecto. El proceso de la planeación de optimización de pérdidas técnicas involucra determinar las necesidades futuras del sistema de distribución, incluyendo entre otras las capacidades correctas, localizaciones, interconexiones, programa de suministro futuro, adiciones, cambios, etc.

- Identificar los objetivos para el sistema de Red correspondiente.
- En el proyecto de debe encontrar el mejor diseño para cada situación, asegurando que nada es despreciable y que cada oportunidad de ahorro y calidad del servicio debe ser completamente aprovechada. Se debe buscar siempre el menor costo posible de esta forma la empresa Comisión Federal de Electricidad ahorraría mucho.

Existen actividades básicas para el buen desarrollo del proyecto para tener un buen planteamiento las cuales se mencionan a continuación:

- Dar a conocer el crecimiento de la demanda para que se puedan realizar las obras que se tienen en mente
- Estudiar y analizar el desempeño del sistema de Distribución, examinando todos sus parámetros de calidad.
- Definir y dar a conocer los cambios y propuestas obtenidas para cumplir con los objetivos establecidos y describir a donde se quiere llegar.
- Describir las soluciones de optimización de pérdidas técnicas en las líneas de 115 KV y en las líneas de 13.8 KV del Área Huatulco.

Todas estas actividades se llevarán a cabo con un buen estudio en las líneas y en los equipos eléctricos que se encuentran el Área. Se debe llevar a cabo una definición de conceptos importantes relacionado con Perdidas de energía y tener un costo mínimo después de las propuestas a demostrar.

3.1 Topología de la subestación Huatulco (HCO) y conejos (CNJ).

En un sistema de Distribución debemos de tener en cuenta la selección de cada una de las partes de dicho sistema y muchos aspectos relacionados con el diseño ya que son importante las normas porque de esta manera podemos tener un sistema de distribución más eficiente. La energía tiene que ser distribuida a toda una población por medio de circuitos de los alimentadores por lo tanto para tener a nuestros clientes satisfechos se debe de tener un buen sistema de Distribución. El transformador es el equipo principal de una subestación. En el área Huatulco contamos con dos subestaciones y dos transformadores de potencia cada una con una capacidad distinta de acuerdo a la alimentación de la carga. La subestación de conejos cuenta con una

capacidad de 30 MVA 115 KV/ 13.8 KV y la segunda subestación es Huatulco que cuenta con una capacidad de 20 MVA 115KV/13.8 KV. A partir de las subestaciones se inicia el recorrido de los circuitos de Media Tensión a toda la población. Para la localización de una subestación eléctrica depende o más bien dicho se deriva de un estudio de planeación, a partir del cual se localiza, con la mayor aproximación, el centro de carga de la región que se necesita alimentar. Muchos factores influyen para la correcta selección del tipo de subestaciones para una aplicación dada.

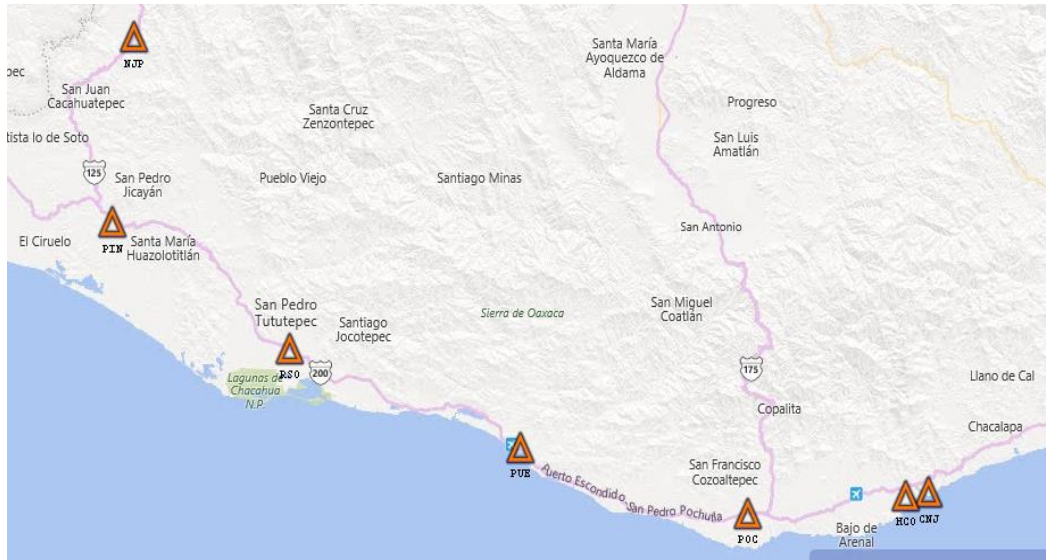


Fig.3.1 Topología de subestaciones Zona Huatulco

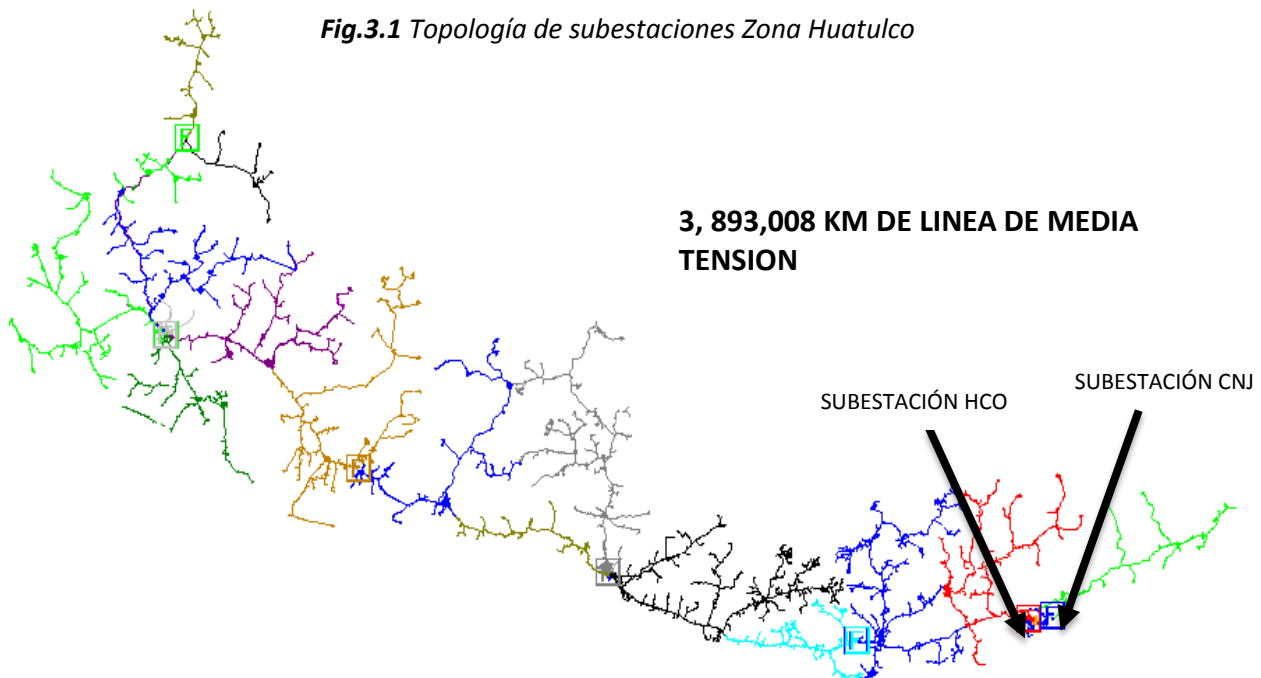


Fig 3.2 Ubicación de las subestaciones

El sistema de distribución del Área Huatulco tiene una alimentación radial lo cual significa que desde el punto donde ocurra una falla en adelante, existirá interrupción de servicio. Esto se puede minimizar, instalando protección adecuada en los troncales y ramales, para minimizar el área con interrupción. El Área de servicio es el área geográfica más cercana al elemento que suministra la energía eléctrica, estas dos subestaciones cuentan con sus propias áreas de servicio, así como cada alimentador y cada circuito de

distribución. En la figura 3.2 se me muestra la configuración actual de las dos subestaciones que se obtienen en el sistema de SISNAE.

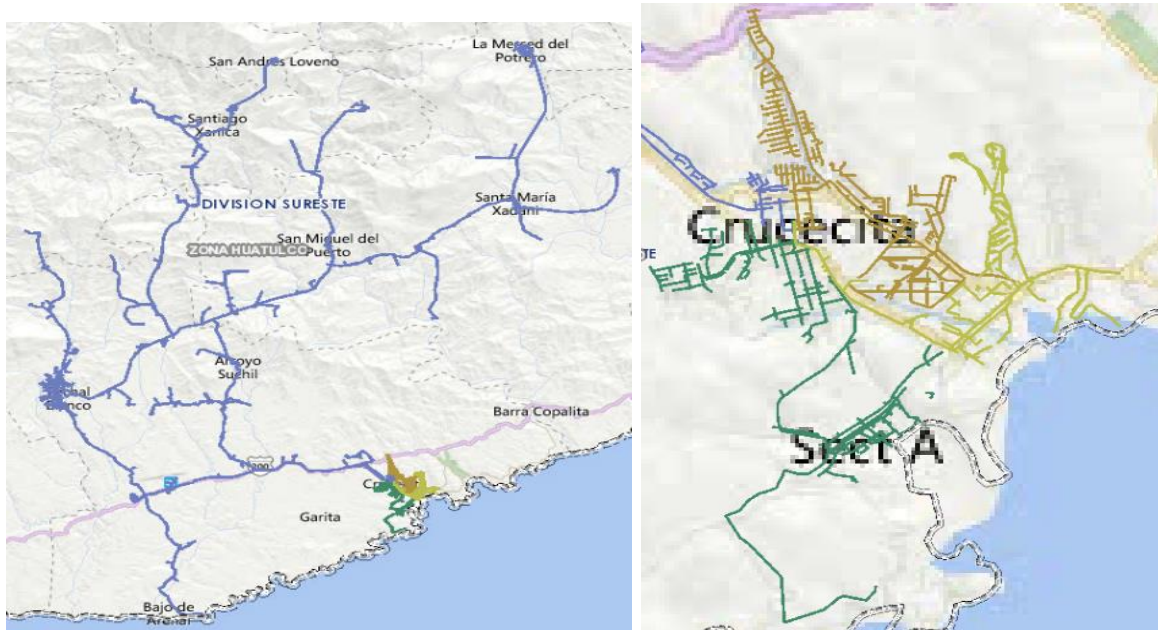


Fig. 3.3 Configuración actual Subestación Huatulco

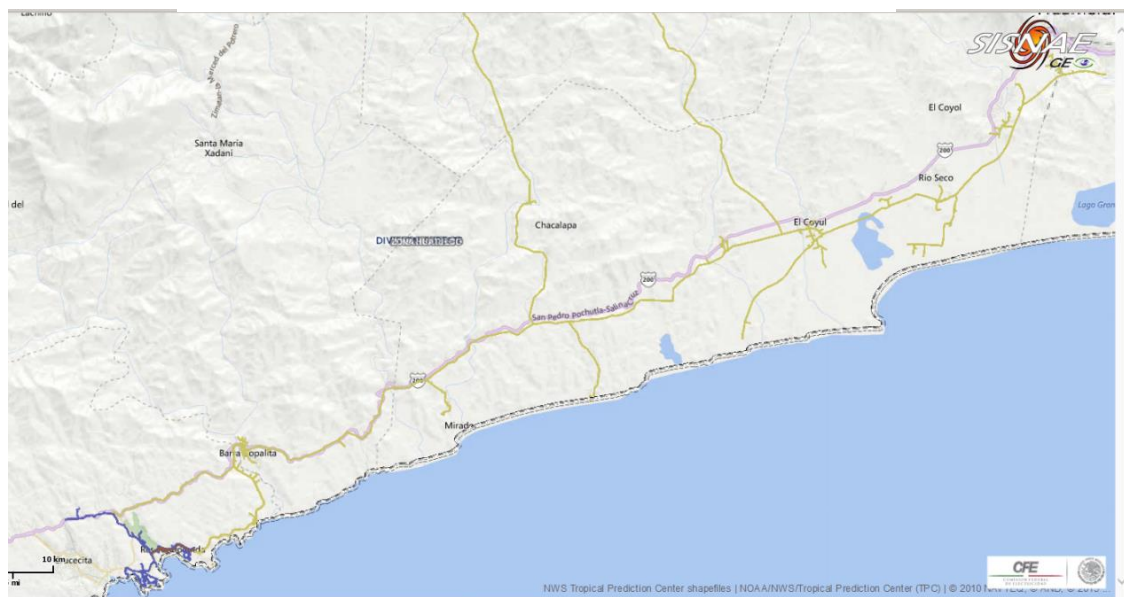


Fig. 3.4 Configuración actual Subestación Conejos

La subestación Huatulco (HCO) cuenta con un transformador de potencia de 20 MVA con un voltaje de 115/13.8 KV y con cuatro alimentadores para abastecer de energía a una parte de la población Bahías de Huatulco.

La subestación Conejos (CNJ) cuenta con un transformador de potencia de 30 MVA con un voltaje de 115/13.8 KV y con cinco alimentadores para abastecer la zona de hotelería de bahías de Huatulco y otros sectores que se encuentran cercanas en la playa.

Aquí se muestra una tabla de todas las subestaciones de la zona de Huatulco, pero nos enfocamos al Área Huatulco que corresponde a subestación HCO y CNJ.

No.	NOMBRE SUBESTACION	ABREVIATURA	TRANSFORMADOR	
1	CONEJOS	CNJ	T1	1 - 30 MVA 115/13.8 kV
2	HUATULCO	HCO	T1	21- 20 MVA 115/13.8 kV
3	POCHUTLA	POC	T1	- 9.375 MVA 115/13.8 kV
4	PUERTO	PUE	T1	- 9.375 MVA 115/13.8 kV
			T2	2 - 20 MVA 115/13.8 kV
5	SANTA ROSA	RSO	T1	- 9.375 MVA 115/13.8 kV
6	PINOTEPA	PIN	T1	- 12.5 MVA 115/13.8 kV
			T2	2 - 20 MVA 115/13.8 kV
			T3	- 9.375 MVA 115/34.5 kV
7	NEJAPA	NJP	T1	1 - 3 MVA 34.5/13.8 kV

En base al área de influencia de las subestaciones actuales, se calculó el área de servicio o de energía servida (km²), esta área de servicio se define como la superficie total de suministro de energía de acuerdo a la topología de la red de media tensión de cada subestación, y con la demanda máxima (Kw) se determina la densidad de carga en Kw/Km² de cada subestación eléctrica.

SUBESTACION	AREA DE SERVICIO (KM2)	DEMANDA MAXIMA (KW)	DENSIDAD DE CARGA (KW/KM2)
CONEJOS	312.19	7857.00	25.16
HUATULCO	1043.47	11918.00	11.42
POCHUTLA	1123.12	8515.00	7.58
PUERTO ESCONDIDO	2376.53	18672.00	7.85
SANTA ROSA	1611.78	9273.00	5.75
PINOTEPA	3496.18	21730.00	6.21
NEJAPA	1464.49	2800.00	1.91
TOTAL	11427.76	80765	65.88

3.2 Sistema de distribución de media tensión

Para saber qué es lo que queremos optimizar siempre es necesario contar con información de los puntos que se pretenden optimizar, para el caso de este trabajo se deberá tener lo siguiente:

- Condiciones de la red existente en el sistema de distribución, que es el punto a tomar en cuenta para este trabajo, con la finalidad de mejorar, ordenar, construir o retirar la red que sea necesaria.
- En algunos casos conocer las obras en proceso

Conocidos estos elementos que conforman la red, se formula el desarrollo de un modelo de planificación con lo cual se busca resolver el problema de crecimiento óptimo del sistema de distribución. Es decir, se busca un sistema para poder optimizar las pérdidas de energía técnicas y poder tomar decisiones correctas en cuanto a la construcción de instalaciones, la definición de las capacidades de éstas y en qué momento realizarlas, con el objeto de mantener el sistema en equilibrio. Dentro del esquema de distribución hay que definir tres puntos a considerar para determinar nuestro modelo a optimizar:

- La situación actual que guardan las instalaciones en cuanto a operación y confiabilidad
- Si existe un plan de reordenamiento urbano de la red de distribución.
- Sí se cuenta con un plan de desarrollo urbano, que defina el crecimiento del área urbana.

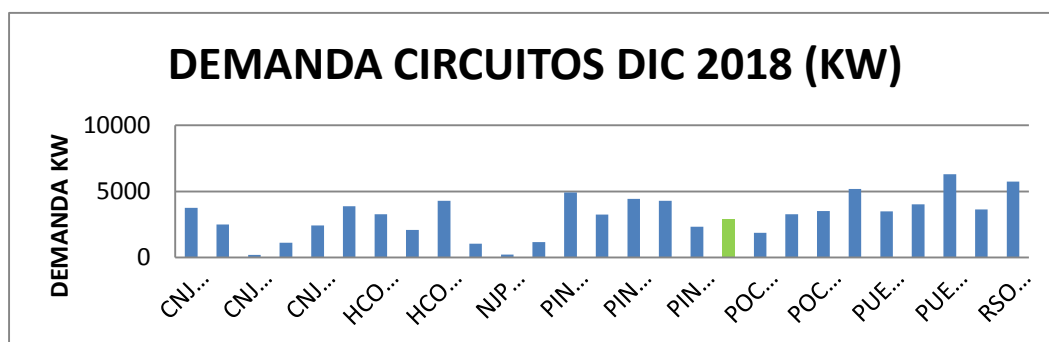
En el área Huatulco existen en total 9 circuitos de Media Tensión de 13.8 KV que suministra de energía eléctrica a todo el territorio de Bahías de Huatulco.

Situación Actual de los circuitos:

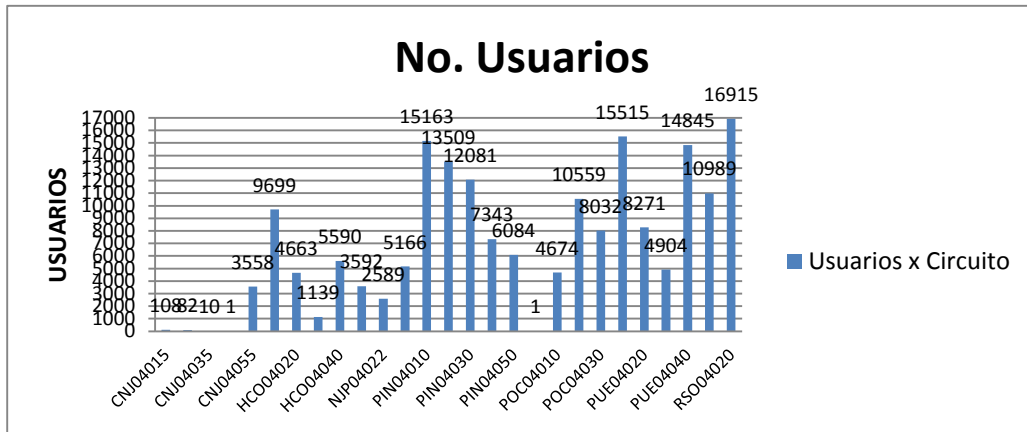
Para poder entender cómo se encuentra cada alimentador es necesario contar con un expediente técnico, en el cual podamos determinar la situación actual y los problemas por resolver. Este expediente debe contar con la siguiente información:

- Demandas
- Pronóstico
- Situación actual
- Característica actual de los circuitos

Demanda. En condiciones de demanda máxima de la red de distribución urbana del Área Huatulco. En esta condición se consideran las instalaciones que tienen interacción a nivel de media tensión y que forman parte de un sistema de distribución urbano. Aquí se busca aprovechar la capacidad instalada a nivel subestación, mediante la reconfiguración. La demanda máxima de los 10 circuitos que tiene el Área de Huatulco es el circuito de HCO 04040 que tiene más de 4000 demanda en KW



En la actualidad cada alimentador de las subestaciones tiene su propia cantidad de clientes y en las dos subestaciones del Área Huatulco se cuenta con una cantidad de 24850 clientes que están conectados a esta Red.



Situación actual. Es importante distinguir los factores de crecimiento de la carga, también es importante conocer la situación de desempeño con que operan las instalaciones. Por lo que será importante distinguir en primer término, la situación actual que guardan los alimentadores, por lo que dicha información deberá contar con lo siguiente:

- Problemática
- Usuarios prioritarios
- Análisis del perfil de carga de los usuarios
- Tipo de instalación (sistema)

Con este estudio y análisis se podrán identificar y dar a conocer cuáles son las áreas que trabajan con algún problema, para planear las obras necesarias con el fin de eliminar el problema o minimizarlo, dándole un orden a las alternativas del mayor al menor beneficio-costos. El modelo que se le pueden dar a las redes de distribución se debe tomar en cuenta algunos aspectos técnicos y económicos tanto como el modelo eléctrico que está compuesto por los diferentes tipos de estructuras y cuando hablamos de esto se tienen que tomar en cuenta los conductores, subestaciones y transformadores, mientras que el segundo modelo es el modelo económico, donde se tiene todas aquellas cosas que se llevara a cabo en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de distribución eléctrica

❖ **Problemática**

Es necesario identificar los problemas que tiene el alimentador que estén violando los parámetros comprometidos con los clientes, tales como:

- Sobrecargas
- Caídas de tensión
- Interrupciones

Con el fin de tener un diagnóstico del problema y así poder darle solución.

❖ **Usuarios prioritarios y Análisis del perfil de carga de los usuarios**

En Bahías de Huatulco se cuenta con clientes prioritarios o más importantes con respecto a la carga, calidad en el suministro de la energía que es proporcionada

En la parte inferior se recalcan los usuarios que tienen un grado de confiabilidad alta, debido a los diferentes procesos que elaboran.

Es importante identificar las condiciones de carga de cada alimentador, mediante los perfiles de carga de los usuarios SPOT (Servicios particulares) para poder observar la demanda contratada de cada usuario y la carga instalada.

Se muestra una tabla donde especifica el tipo de demanda contratada y la carga instalada junto con el número de medidor que se instaló.

EQUIPO	RPU	DIRECCION	MEDIDOR	DEMANDA CONTRATADA	CARGA INSTALADA
ORG BRISAS HUATULCO SA DE	743020712557	BAHIA DE TANGOLUNDA LOTE 1	3TX283	2000	2000
BCO HUATULCO S DE RL DE C	743060710573	PASEO BENITO JUAREZ SN TANGOLU	9L71M8	1400	1400
INMOB BAHIA CONEJOS S DE	743090324341	BLVARD BENITO JUAREZ LTE. 8	43RM02	1260	1260
HOTELBAHIADETANGOLUNDA S	743100811696	BLVD BENITO JUAREZ 4 B TANGOLU	140NB6	1145	1145
RINCON SABROSO S A DE C V	743930500154	BOUL TANGOLUNDA LOTE 5	92H82W	1020	1020
TIENDAS SORIANA SA DE CV	743131012376	MZA 1 LOTE 10 SECTOR T	64RP20	690	860
SERVICIOS DE SALUD DE OAX	695091224796	AV RAUL GONZALEZ S/N	92H88W	501	675
COMISION ESTATAL DEL AGUA	695860800134	CARCAMO NO 2 AV PEREZ S N	27H93X	600	600
ARENAS ENCANTADAS SA DE C	743111110746	MZA 12 LOTE 1 RESIDENC CONEJOS	28H06X	584	584
ADMINISTRADORA VILLASOL S	695870900544	LOMA BONITA NO 2 FRACC BACOCHO	64RP68	300	499
SRIA DE SALUD GOB EDO	684930400242	HOSPITAL GENERAL CARR P A	2FA961	480	480
DILCO S P R DE R L	691970710682	CARRETERA COST PACIFICO KM.63	92H99W	404	475
HOTEL CARACOL PLAZA	695050612129	7A OTE Y 1A SUR S/N	5L81L9	464	464
SSA HOSPITAL GRAL 60 CAMA	694940300748	2A NORTE ESQ LIBRAMIENTO	64RP46	458	458
TIENDAS CHEDRAUI SA DE CV	743071102427	MZA 2 LOTE 23A SECTOR R	073L2A	450	450

Tabla de los usuarios más importantes de SICOM



Fig. 3.5 Ubicación de los clientes en el esquema de cada alimentador.

❖ Tipo de instalación (sistema)

En este expediente identificaremos los tipos de sistemas existentes en las redes de Distribución, aéreos o subterráneos, o en su caso una combinación de ambos.

Esto con el propósito de determinar si se seleccionan uno o más modelos a optimizar; uno Aéreo y otro subterráneo. Se trata de especificar cada uno de los circuitos de media tensión su conjunto de conductores, los cuales fueron seleccionados en función de la carga que transportarían, así como la tensión utilizada, el número de alimentadores y definir algunas variables que tenga que ver con el sistema de distribución.

Aéreo. En el sistema aéreo del circuito de media tensión del Área Huatulco el diseño que se utiliza consiste en que cada alimentador tiene su propia trayectoria de acuerdo a cada circuito y gradualmente se van derivando ramas y ramales en cada población, por lo tanto, quiere decir que el flujo de potencia se divide en más rutas de menor capacidad por lo cual son las que se van entregando al usuario. En el Área Huatulco contamos con la mayor parte del circuito con sistema Aéreo, cabe destacar que en la Subestación de HCO los circuitos 4010, 4020, 4030 (Solo es aéreo de la subestación hasta Elektra y de Elektra hasta el canal dársena Chahue), 4040 son los únicos Aéreos. En la subestación CNJ los circuitos 4015, 4025, 4035, 4045, 4055 son los únicos Aéreos y todos tienen un sistema trifásico.

Subterráneo. Es indudable que los sistemas subterráneos han crecido en los últimos años, por eso es importante conocer el sistema con cada uno de los componentes de la red, y es recomendable tener información para poder identificar las condiciones de operación con que se cuenta en la red. En el área Huatulco existe el circuito 4030 de la subestación HCO que cuenta con una la mayor de instalación subterránea lo cual se encuentra en el sector C, sector P, Plaza Chahue, marina Chahue, Sector O y se cuenta con un sistema trifásico.

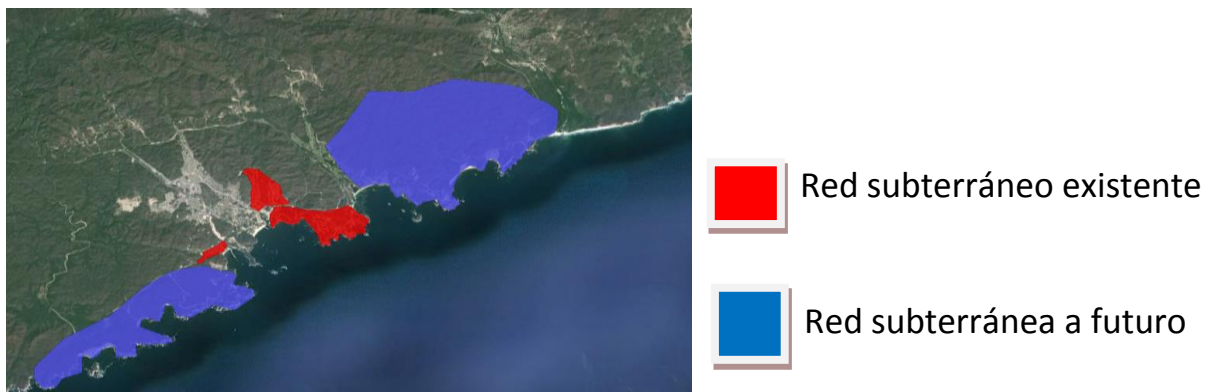
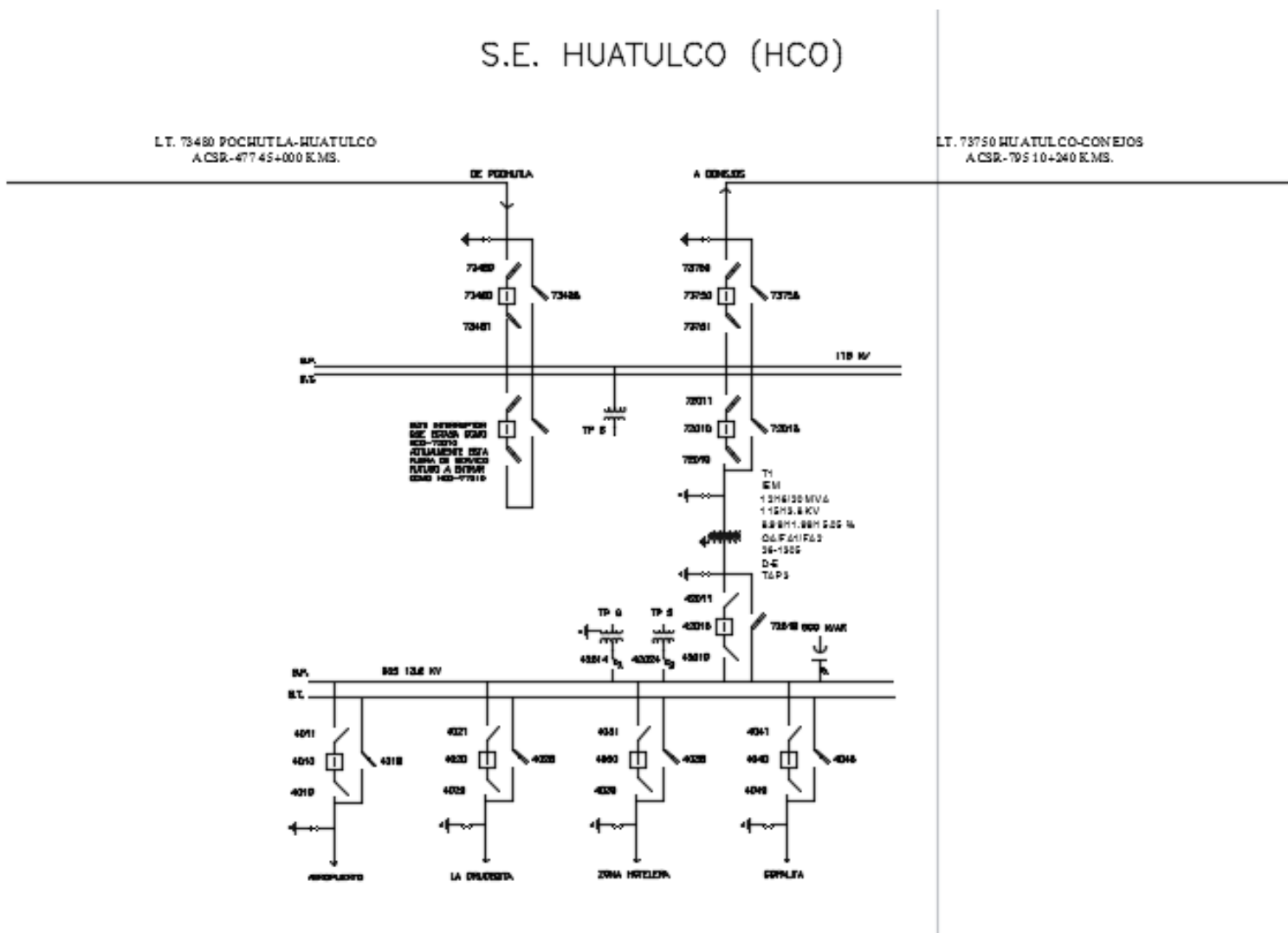


Fig. 3.6 Ubicación geográfica del Área con infraestructura subterránea (urbana).

3.3 Características actuales de los circuitos

En este tema se encontrarán datos generales de los circuitos a estudiar, los cuales serán importantes para poder realizar los estudios de optimización de Perdidas de Energía Técnicas adecuados. Algunos de los datos que se mencionarán serán números de usuarios, longitudes de líneas, cantidad de postes, equipos instalados, cargas instaladas, etc., estos datos son obtenidos del SIAD.

Subestación Huatulco (HCO). Como ya se ha mencionado anteriormente la subestación Huatulco cuenta con un transformador de potencia con una capacidad de 20 MVA. Este transformador es alimentado por una línea de transmisión de 115 KV con nomenclatura LT 73450 con el tipo de conducto ASCR 477 cuyo origen es la que proviene la subestación de CONEJOS MCM 10-240 KMS y se reduce a cinco circuitos de media tensión en 13.8 KV los cuales solo están trabajando cuatro y estos son el 04010, 04020, 04030, 04040 son los circuitos que se encuentran en funcionamiento suministrando de energía más de la mitad de la población de Bahías de Huatulco. En la siguiente figura se muestra el diagrama unifilar de la subestación.



Usuarios importantes

Los usuarios más importantes con una demanda mayor es la Universidad del Mar, Aeropuerto Huatulco S.A C.V, Tiendas soriana S.A C.V

Características técnicas generales

Características técnicas generales del circuito 4010 Aeropuerto se muestra en la siguiente tabla.

<i>CIRCUITO</i>	<i>HCO04010</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>AEROPUERTO</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>11227</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.98</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>2738.08</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>299.56</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>12688</i>

<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>2996 DE CONCRETO</i>
	<i>262 DE MADERA</i>
	<i>73 DE FIERRO</i>
	<i>3154 RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>703 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>87 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>300 KVAR EN UN BANCO, CAPACITORES</i>
	<i>6 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>175 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A 5,137.49 KVA</i>
	<i>FASE B 2,627.49 KVA</i>
	<i>FASE C 4,527.49 KVA</i>
	<i>TOTAL 12,282.47 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A 2,216.68 KVA</i>
	<i>FASE B 1,759.18 KVA</i>
	<i>FASE C 1,814.18 KVA</i>
	<i>TOTAL 5,790.04</i>

Usuarios importantes

Los usuarios prioritarios de este circuito es la secretaria de la marina, Admón. de la plaza el madero, producto especializado de S.A C.V, inmobiliaria balroy S.A de C.V, operadora Hotelería cahusa.

Características técnicas generales

Las características técnicas generales del circuito 4020 San Cruz se muestran en la siguiente tabla.

<i>CIRCUITO</i>	<i>HCO04020</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>SANTA CRUZ</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>5570</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.98</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>2280.25</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>39.16</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>5510</i>

<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>403 DE CONCRETO</i>
	<i>0 DE MADERA</i>
	<i>2 DE FIERRO</i>
	<i>14RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>103 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>16 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>0 CAPACITORES</i>
	<i>0 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>0 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A 2004.17 KVA</i>
	<i>FASE B 1656.67KVA</i>
	<i>FASE C 1764.17 KVA</i>
	<i>TOTAL 5450.00.00 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A358.33 KVA</i>
	<i>FASE B315.83 KVA</i>
	<i>FASE C328.33 KVA</i>
	<i>TOTAL 1,002.49 KVA</i>

Usuarios importantes

Los usuarios importantes de este circuito es el Hospital secretaria marina, Electra del milenio S.A de C.V, la isla Huatulco S.A de C.V, DH de Huatulco S.A de C.V, Inmob bahías conejos, la isla Borja

Características técnicas generales

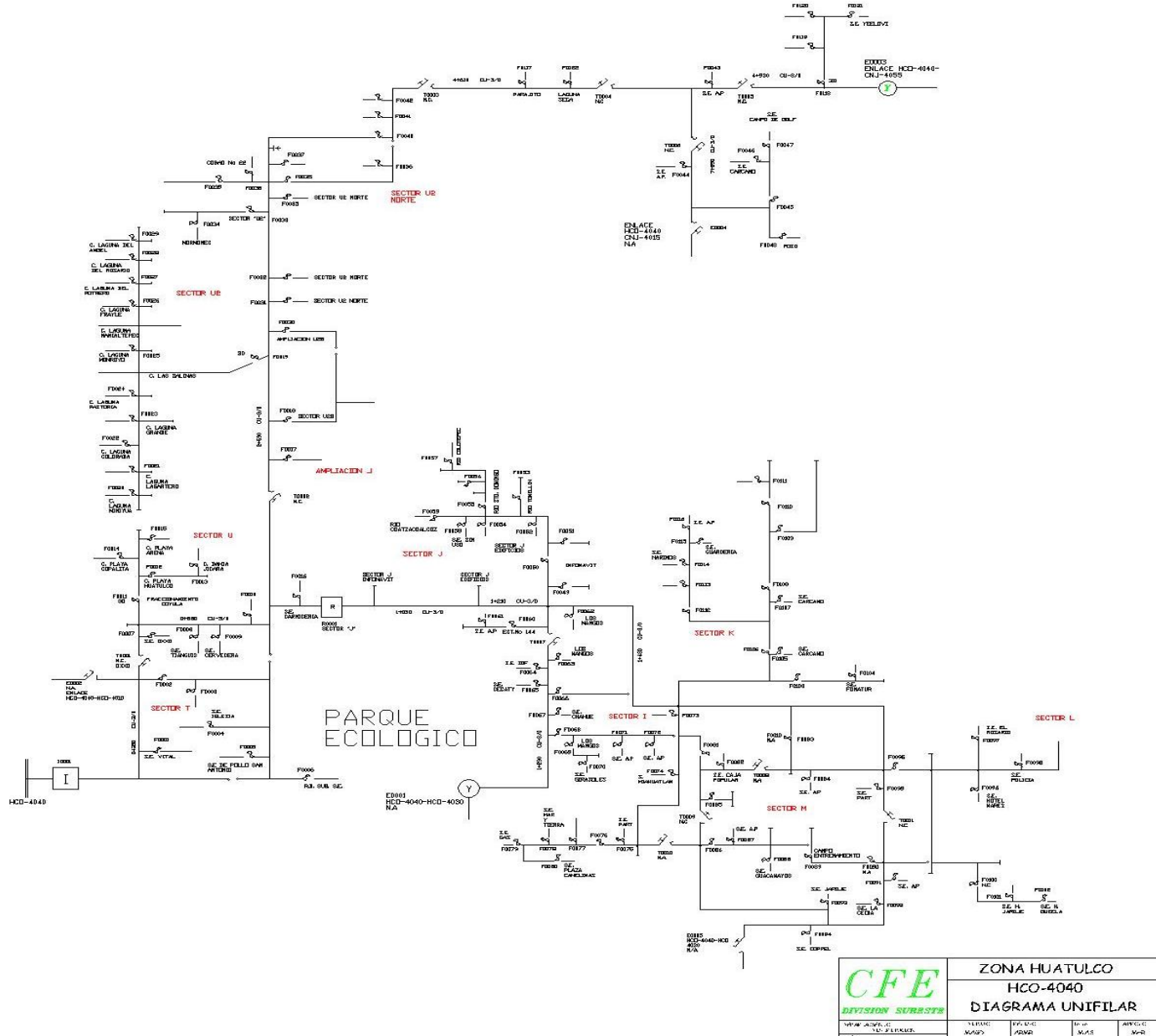
Las características técnicas generales del circuito 4030 Boulevard se muestran en la siguiente tabla.


<i>CIRCUITO</i>	<i>HCO 04030</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>BOULEVARD</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>1555</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.99</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>1494.33</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>10.95</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>1659</i>

<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>102 DE CONCRETO</i>
	<i>0 DE MADERA</i>
	<i>0 DE FIERRO</i>
	<i>52 RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>46 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>20 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>0 CAPACITORES</i>
	<i>0 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>1 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A 1,482.50 KVA</i>
	<i>FASE B 1,357.50 KVA</i>
	<i>FASE C 1,357.50 KVA</i>
	<i>TOTAL 4,197.50 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A 766.67 KVA</i>
	<i>FASE B 741.67 KVA</i>
	<i>FASE C 736.67 KVA</i>
	<i>TOTAL 2,245.00 KVA</i>

Circuito 4040 Campo golf

Se muestra el diagrama unifilar del circuito 4040 Campo Golf de la subestación Huatulco



 DIVISION SUBESTAS	ZONA HUATULCO			
	HCO-4040			
	DIAGRAMA UNIFILAR			
NOMBRE DEL PROYECTO: NO. DE PLANOS	ESCALA: MAPAS	FECHA: AÑO	DISEÑADO POR: M.A.S.	REVISADO POR: M.B.

Usuarios importantes

Los usuarios importante de este circuito es el Fonatur mantenimiento turístico y fonatur portuaria S.A de C.V

Características técnicas generales

Las características técnicas generales del circuito 4040 Boulevard se muestran en la siguiente tabla

<i>CIRCUITO</i>	<i>HCO 04040</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>CAMPO DE GOLF</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>6991</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.98</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>2266.25</i>
<i>LONGUITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>43.04</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>5782</i>

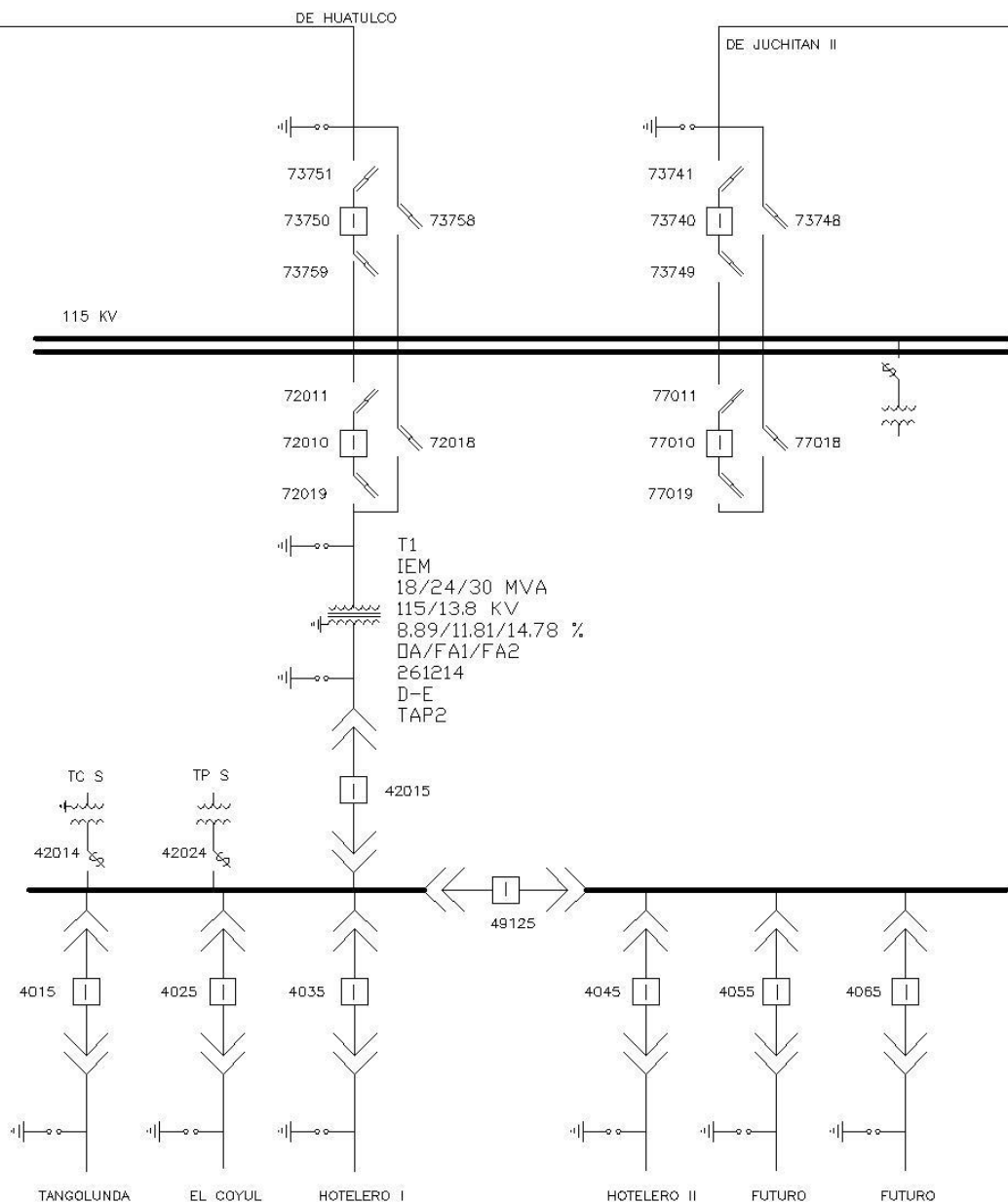
<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>690 DE CONCRETO</i>
	<i>0 DE MADERA</i>
	<i>1 DE FIERRO</i>
	<i>474 RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>209 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>30 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>1 BANCO, CAPACITORES</i>
	<i>8 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>43 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A2,415.00 KVA</i>
	<i>FASE B2,287.50 KVA</i>
	<i>FASE C2,335.00 KVA</i>
	<i>TOTAL 7,037.50 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A602.50 KVA</i>
	<i>FASE B530.00 KVA</i>
	<i>FASE C550.00 KVA</i>
	<i>TOTAL 1,682.50 KVA</i>

Subestación Conejos (CNJ). Como ya se ha mencionado anteriormente la subestación Conejos cuenta con un transformador de potencia con una capacidad de 30 MVA. Este transformador es alimentado por una línea de transmisión de 115 KV con nomenclatura LT 73440 CONEJOS – JUCHITAN II ACSR 795 MCM 160-960 KMS cuyo origen es la que proviene la subestación de Juchitán II y se reduce a seis circuitos de media tensión en 13.8 KV los cuales solo cuatro están trabajando y son el 04015, 04025, 04035, 04045 son los circuitos que se encuentran en funcionamiento suministrando de energía más de la mitad de la población de Bahías de Huatulco. En la siguiente figura se muestra el diagrama unifilar de la subestación

S.E. CONEJOS (CNUJ)

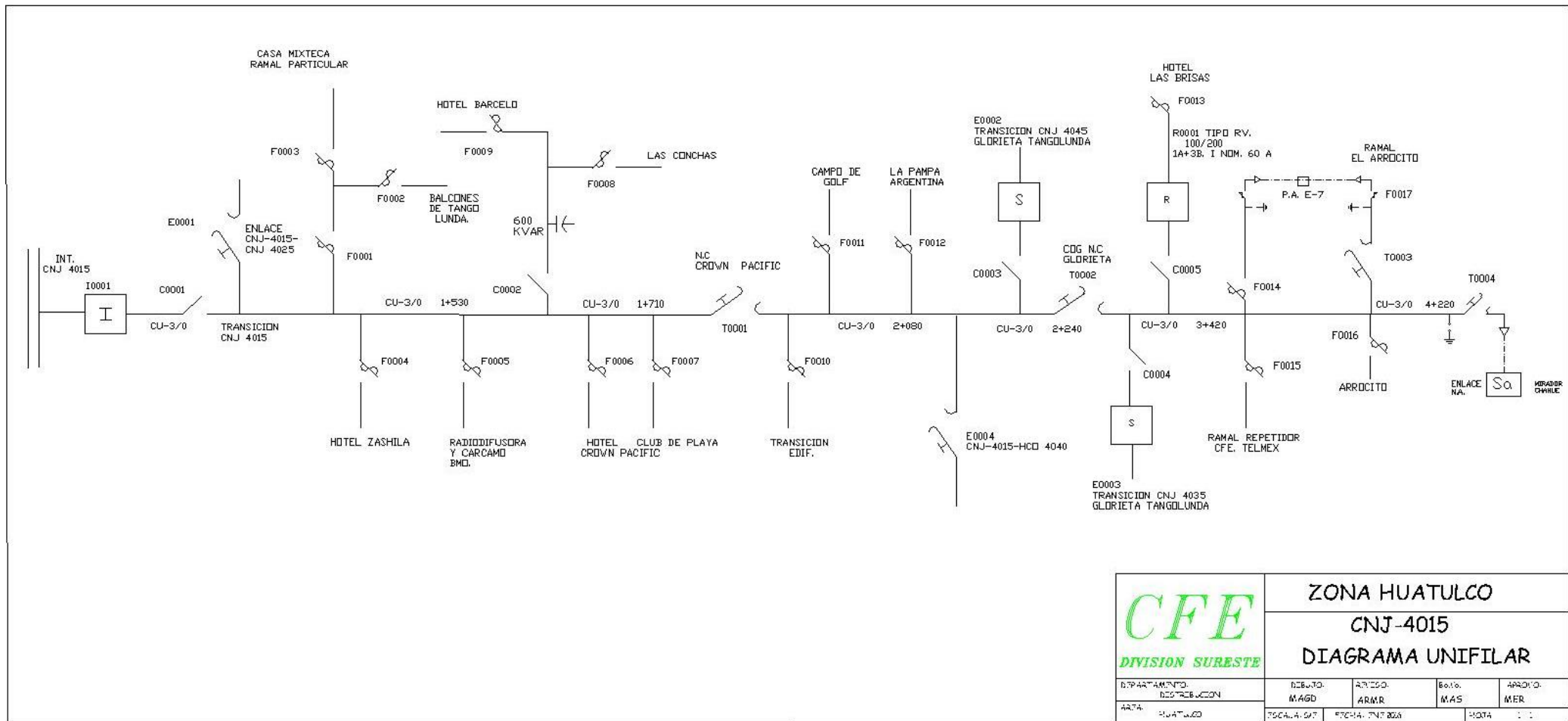
LT. 73750 HUATULCO-CONEJOS
ACSR-795 10-240 KMS.

LT. 73740 CONEJOS-JUCHITAN II
ACSR-795 MCM 160-960 KMS.



Circuito 4015 Hotelero

Se muestra un diagrama unifilar del circuito 4015 Hotelero de la subestación conejos (CNJ)



Usuarios importantes

Grubarges Inv Hot Mex S.A de C.V, Brisas Huatulco, el hotel Barceló, el hotel bahías Tangolunda RL CV, rincón sabroso S.A de C.V, Prom de hoteles pacífico S.A de C.V

Características técnicas generales

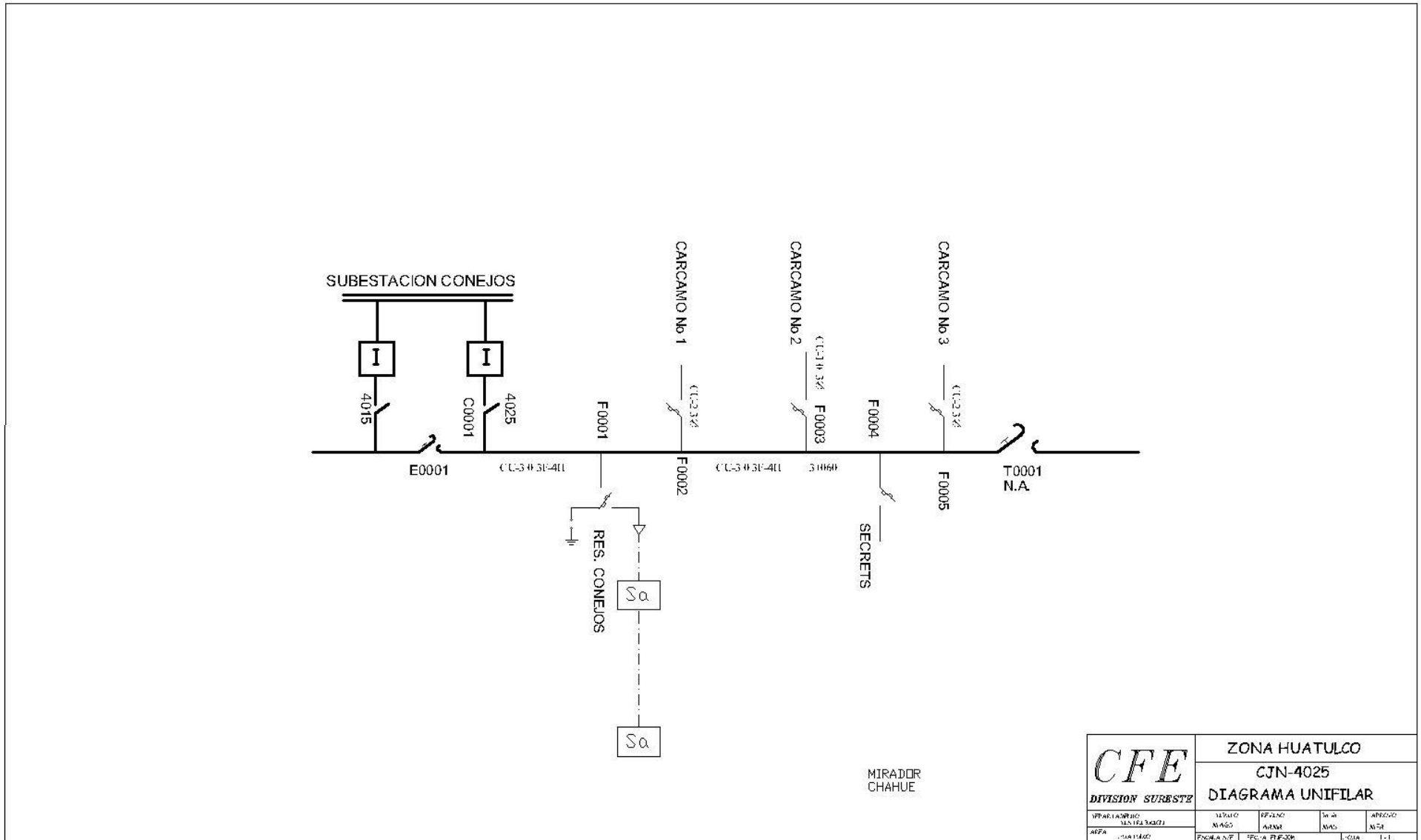
Las características técnicas generales del circuito 4015 Hotelero se muestran en la siguiente tabla

<i>CIRCUITO</i>	<i>CNJ04015</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>BAHIAS DE HCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>HOTELERO</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>163</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.95</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>2573.50</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>16.54</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>264</i>

<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>163 DE CONCRETO</i>
	<i>0 DE MADERA</i>
	<i>0 DE FIERRO</i>
	<i>112 RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>20 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>26 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>1 CAPACITORES</i>
	<i>8 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>21 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A430.00 KVA</i>
	<i>FASE B410.00 KVA</i>
	<i>FASE C380.00 KVA</i>
	<i>TOTAL 1,220.00 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A1,094.17 KVA</i>
	<i>FASE B971.67 KVA</i>
	<i>FASE C991.67 KVA</i>
	<i>TOTAL 3,057.50 KVA</i>

Circuito 4025 Residencial conejos

Se muestra un diagrama unifilar del circuito 4025 Residencial conejos de la subestación conejos (CNJ)



Usuarios importantes

El usuario importante de este circuito es Arenas encantadas de S.A de C.V ya que es la mayor demanda instalada.

Características técnicas generales

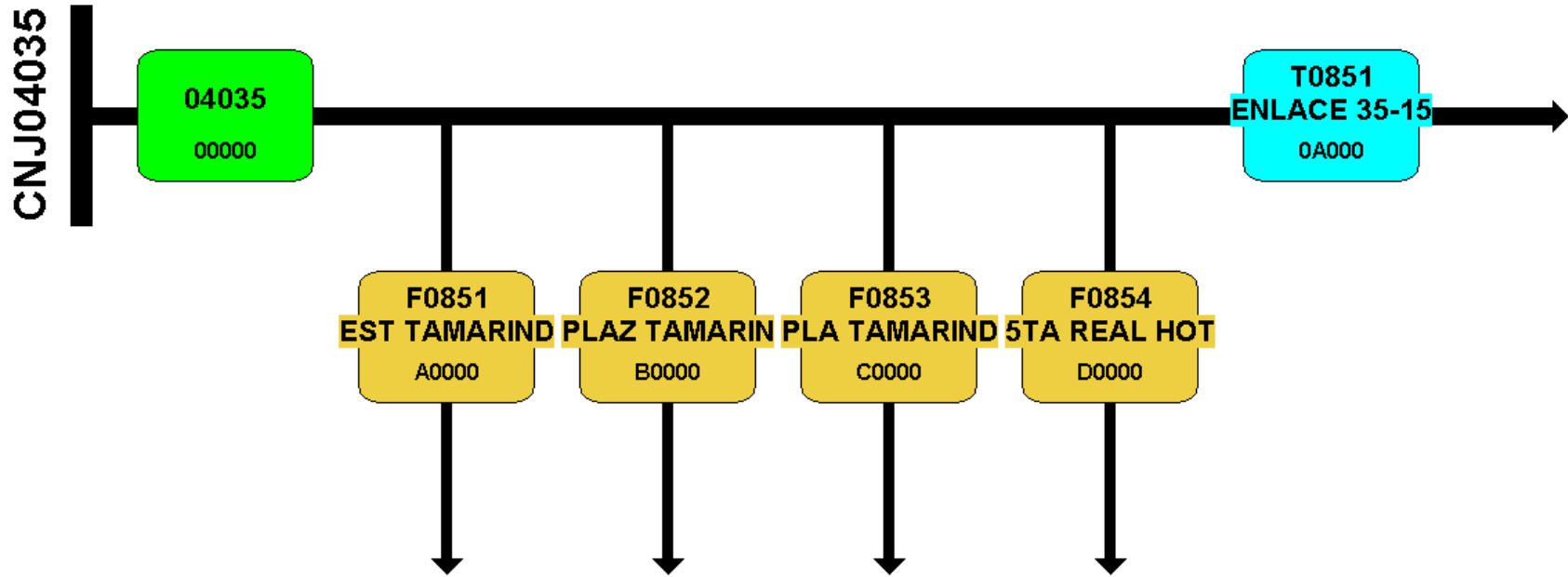
Las características técnicas generales del circuito 4025 Residencial conejos se muestran en la siguiente tabla

<i>CIRCUITO</i>	<i>CNJ04025</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>CONEJOS</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>RESIDENCIAL CONEJOS</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>3629</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.96</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>1197.91</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>140.32</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>3766</i>

<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>1226 DE CONCRETO</i>
	<i>154 DE MADERA</i>
	<i>87 DE FIERRO</i>
	<i>1213 RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>156 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>31 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>1 CAPACITORES</i>
	<i>8 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>52 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A87.50 KVA</i>
	<i>FASE B887.50 KVA</i>
	<i>FASE C1,202.50 KVA</i>
	<i>TOTAL 3,077.50 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A588.75 KVA</i>
	<i>FASE B585.00 KVA</i>
	<i>FASE C588.75 KVA</i>
	<i>TOTAL 1,762.50 KVA</i>

Circuito 4035 plaza tamarindos.

Se muestra un diagrama unifilar del circuito 4035 Plaza tamarindos de la subestación conejos (CNJ)



Usuarios importantes

Solo hay un usuario importante en este circuito es el Monte Tangolunda S.A de C.V

Características técnicas generales

Las características técnicas generales del circuito 4025 Plaza tamarindos se muestran en la siguiente tabla

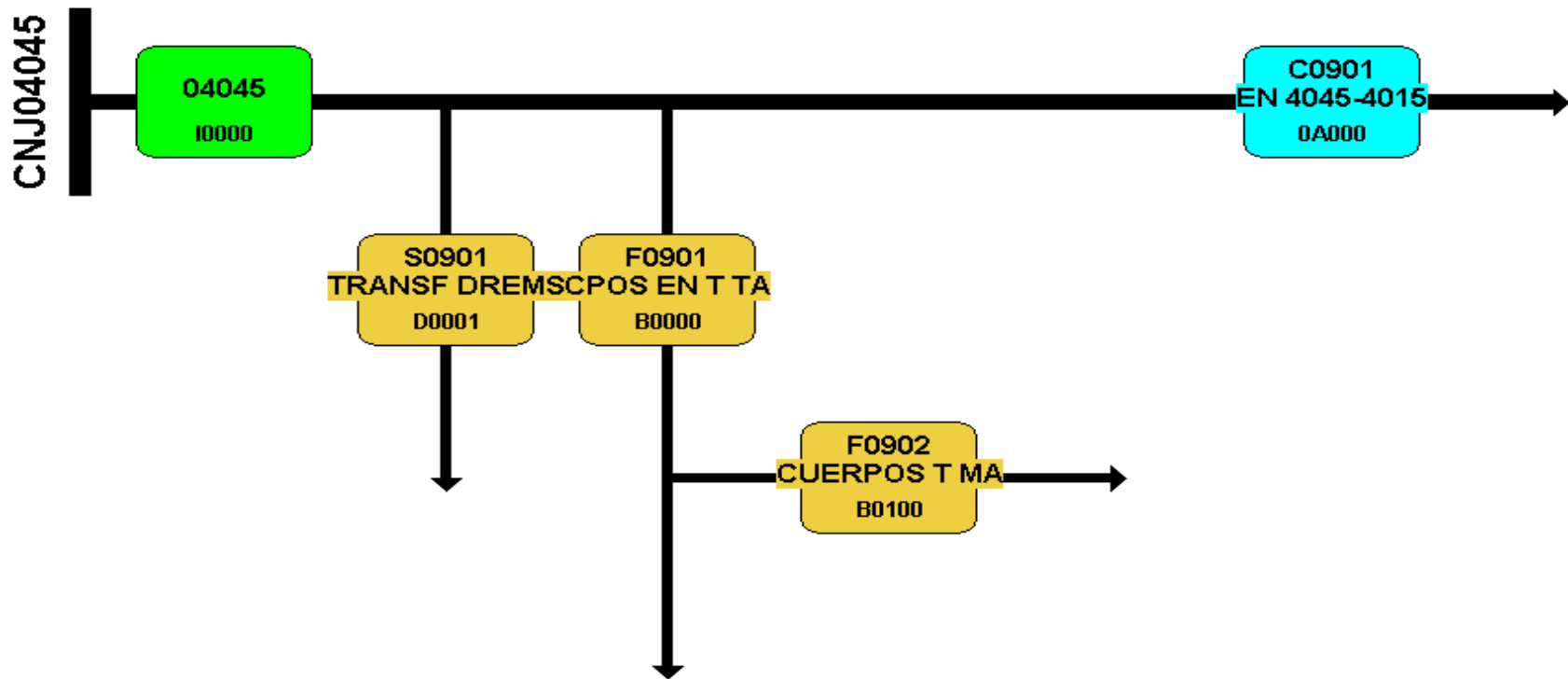
<i>CIRCUITO</i>	<i>CNJ04035</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>CONEJOS</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>PLAZA TAMARINDOS</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>3629</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.99</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>133.5</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>4.83</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>14</i>

Este circuito solo cuenta con 2 transformadores particulares subterráneo.

<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A537.50 KVA</i>
	<i>FASE B500.00 KVA</i>
	<i>FASE C500.00 KVA</i>
	<i>TOTAL 1,537.50 KVA</i>

Circuito 4045 Hotel Gala

Se muestra un diagrama unifilar del circuito 4045 Hotel Gala de la subestación conejos (CNJ)



Usuarios importantes

Este circuito no cuenta con usuarios importantes ya que no hay ninguno con una demanda grande.

Características técnicas generales

Las características técnicas generales del circuito 4045 Hotel Gala se muestran en la siguiente tabla.

<i>CIRCUITO</i>	<i>CNJ04035</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>CONEJOS</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>HUATULCO</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>HOTEL GALA</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>3629</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.94</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>858.83</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>3.56</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>6</i>

Este circuito no cuenta tiene muchos datos, solo cuenta con cuatro registros de media tensión.

Usuarios importantes

Este circuito no cuenta con usuarios importantes ya que no hay ninguno con una demanda grande.

Características técnicas generales

Las características técnicas generales del circuito 4055 La bocana se muestra en la siguiente tabla

<i>CIRCUITO</i>	<i>CNJ04055</i>
<i>SUBESTACION ORIGEN</i>	<i>CONEJOS</i>
<i>CIUDAD O POBLACION</i>	<i>RESIDENCIAL CONEJOS</i>
<i>NOMBRE CIRCUITO</i>	<i>LA BOCANA</i>
<i>CENTROS DE CARGA</i>	<i>0</i>
<i>FACTOR DE POTENCIA</i>	<i>0.71</i>
<i>DEMANDA MEDIA KW</i>	<i>1197.91</i>
<i>LONGITUD TOTAL DEL CIRCUITO KM</i>	<i>4.83</i>
<i>NÚMERO DE USUARIOS</i>	<i>98</i>

<i>CANTIDAD DE POSTES</i>	<i>25 DE CONCRETO</i>
	<i>0 DE MADERA</i>
	<i>4 DE FIERRO</i>
	<i>15 RETENIDAS</i>
<i>CANTIDAD DE EQUIPOS</i>	<i>9 TRANSFORMADORES DE CFE</i>
	<i>0 TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>
	<i>0 CAPACITORES</i>
	<i>0 CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO</i>
	<i>0 CORTA CIRCUITO FUSIBLE</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES DE CFE</i>	<i>FASE A 7.50 KVA</i>
	<i>FASE B 110.00 KVA</i>
	<i>FASE C 85.00 KVA</i>
	<i>TOTAL 282.50 KVA</i>
<i>CARGA INSTALADA POR FASE EN TRANSFORMADORES PARTICULARES</i>	<i>FASE A 0</i>
	<i>FASE B 0</i>
	<i>FASE C 0</i>
	<i>TOTAL 0</i>

3.4 Conclusión de los circuitos

Enseguida podemos ver las siguientes conclusiones después de los datos técnicos de los circuitos.

Circuito 04010 HCO

- En este circuito existe una demanda de 3.809 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 5.17% lo cual sobre pasa a los parámetros de 5%
- La pérdida anual es de 1,205,977.95 KWH/AÑO lo cual sobre pasa los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 299.56 Km
- Número de usuarios es de 12688 lo cual sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios.

Circuito 04020HCO

- En este circuito existe una demanda de 3.302 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 0.19% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 35,693.79 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 39.16 Km.
- Número de usuarios es de 5510 lo cual sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios

Circuito 04030 HCO

- En este circuito existe una demanda de 2.510 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 0.41% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 52,717.36 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 210.95 Km.
- Número de usuarios es de 1659 lo cual no sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios

Circuito 04040 HCO

- En este circuito existe una demanda de 3.302 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 0.41% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 78,522.31 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 43.04 Km.
- Número de usuarios es de 5782 lo cual si sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios

Circuito 4015 CNJ

- En este circuito existe una demanda de 3.763 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 0.36% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 81,385.15 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 16.54 Km.
- Número de usuarios es de 264 lo cual no sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios

Circuito 4025 CNJ

- En este circuito existe una demanda de 1.378 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 5.81% lo cual sobre pasa a los parámetros de 5%.
- La pérdida anual es de 599,225.41 KWH/AÑO lo cual sobrepasa a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 140.32 Km.
- Número de usuarios es de 3776 lo cual no sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios

Circuito 4035 CNJ

- En este circuito existe una demanda de 2.14 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 1.01% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 7,226.88 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 4.83 Km.
- Número de usuarios es de 14 lo cual no sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios.

Circuito 4045 CNJ

- En este circuito existe una demanda de 1.058 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 0.14% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 8,692.26 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 3.56 Km.
- Número de usuarios es de 6 lo cual no sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios.

Circuito 4055 CNJ

- En este circuito existe una demanda de 1.628 MW lo cual no es muy cerca a los parámetros de 5 MW, se encuentra en un estándar normal.
- La caída de tensión es de 0.9% lo cual no es muy cercana a los parámetros de 5% se encuentra en un estándar bien.
- La pérdida anual es de 3,422.07 KWH/AÑO lo cual es menos a los parámetros de 400 MWH/AÑO.
- Longitud del circuito 4.83 Km.
- Número de usuarios es de 98 lo cual no sobre pasa los parámetros de 5000 usuarios

CIRCUITO	DEMANDA < 5 MW	CAIDA DE TENSION <5 %	PERDIDAS <400 MWH/AÑO	NUMERO USUARIOS <5000
CIRCUITO 4010		5.15	1,205,977.95	12688
CIRCUITO 4020				5510
CIRCUITO 4030				
CIRCUITO 4040				5782
CIRCUITO 4015				
CIRCUITO 4025		5.81	599,225.41	
CIRCUITO 4035				
CIRCUITO 4045				
CIRCUITO 4055				

Tabla con datos de los circuitos que sobrepasan los parámetros.

3.5 Situación de los transformadores de potencia de la subestaciones

De acuerdo al reporte nacional de pérdidas de bancos en el sistema de SIAD nos arroja las características de que no existe perdida tanto en pérdidas de fierro, cobre, potencia y energía.

División	Zona	Subestación	Banco	Capacidad	Relación de Transformación	Demanda Máxima	Consumo anual
Sureste	HUATULCO	HCO	1	20	115/13.8	12,766.80	73,363,207.37
Sureste	HUATULCO	CNJ	1	30	115/13.8	7,354.68	44,134,525.55

Energía Perdida	Porcentaje	Paso Enfriamiento	Factor de Carga	Factor de Pérdidas	Factor de Utilización	Pérdida Fierro	Pérdida Cobre	Pcu * FU * FU	Pérdida Potencia
294,043.30	0.4	E1	0.66	0.46	0.65	17.5	82	34.65	52.11
190,126.73	0.43	OA	0.69	0.5	0.25	18	115	7.19	25.38

Tabla de SIAD

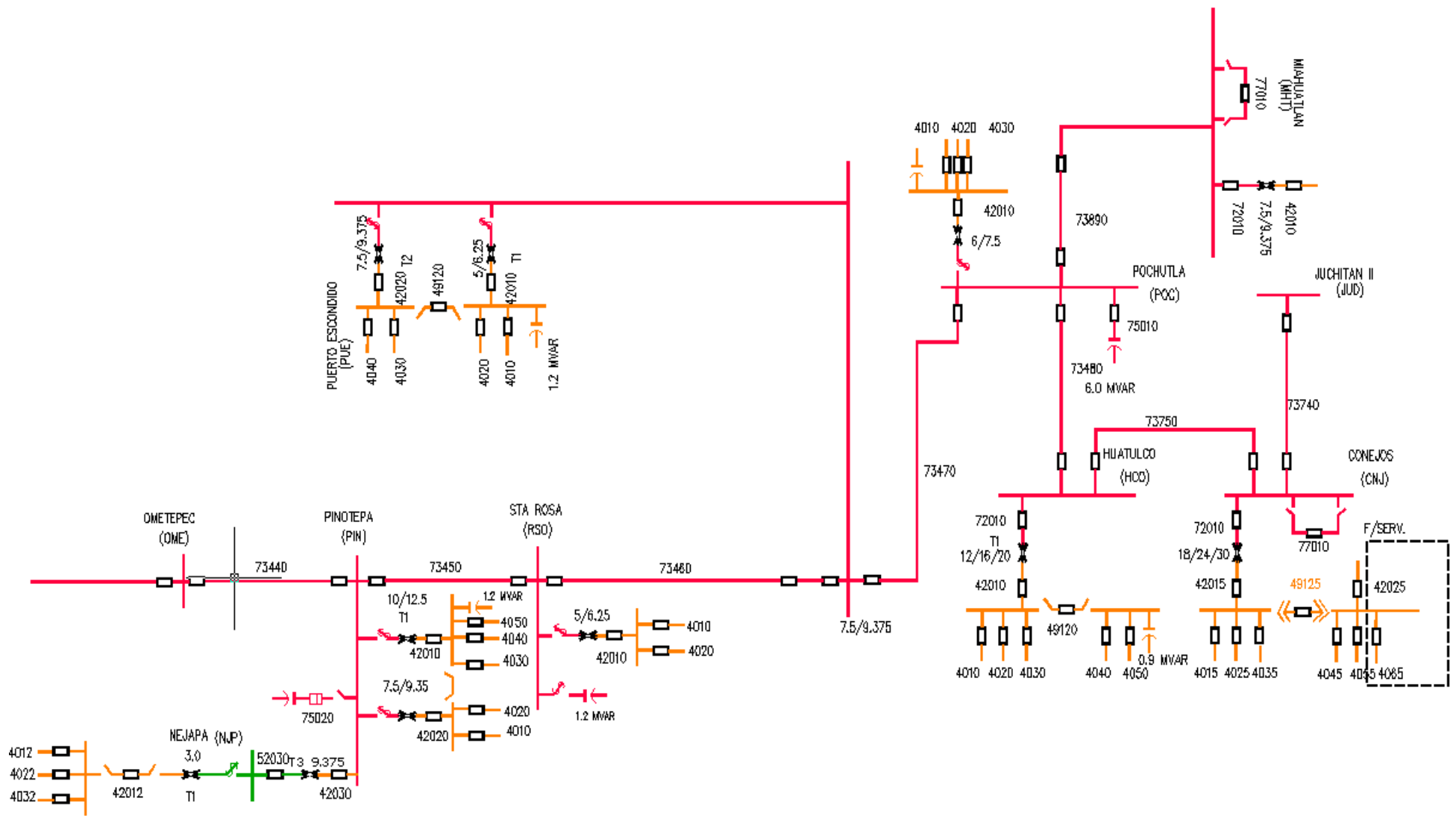
3.6 Datos básicos de las líneas de alta tensión

La Zona Huatulco recibe tres líneas de transmisión de 115 KV de las cuales las tres se encuentran conectados con una configuración de anillo, las tres líneas son:

- a) Línea de transmisión de Juchitán II – Conejos: Esta es la línea que proviene de la subestación de Juchitán II hasta llegar a la subestación Conejos, se encuentran conectados con una configuración de anillo y es utilizado un calibre de ACSR 795 con una distancia aproximadamente de 160 Km.
- b) Línea de transmisión de Miahuatlán – Pochutla: Esta línea proviene de la subestación de Miahuatlán hasta llegar a Pochutla con una nomenclatura 73790 y se encuentra conectado con una configuración de anillo y es utilizado un calibre de ACSR 477. Cuenta con una trayectoria de una distancia de 113+000 km
- c) Línea de transmisión Ometepec – Pinotepa nacional: Esta es la línea que proviene de la subestación Ometepec de la cual le pertenece a Guerrero hasta llegar a la subestación de Pochutla, se encuentra conectados en configuración de anillo y es utilizado un calibre de ACSR 477 con una distancia de 75 km.

En el Área Huatulco se encuentran localizadas dos líneas de transmisión de 115 KV de la cual llegan a dos subestaciones.

- a) La línea de transmisión de Juchitán II – Conejos: esta es la línea que proviene de la subestación Juchitán II hasta llegar a la subestación Conejos, se encuentra también conectados con una configuración de anillo y es utilizado un calibre de ACSR 795 con una distancia aproximadamente de 160 Km y fue creada en el año de 1994 ya que en esos tiempos el área Huatulco presentaba problemas de cargabilidad y fue necesario repartir carga a esta subestación Huatulco.
- b) La línea de transmisión de Conejos – Huatulco: esta es la línea que proviene de la subestación conejos hasta llegar a la subestación Huatulco, se encuentra también conectados con una configuración de anillo y es utilizado un calibre de ACSR 795 con una distancia aproximadamente de 10 KM.



Se muestra una tabla de las características de las dos líneas de transmisión que recibe el Área Huatulco.

Nomenclatura	Longitud de (Km)	Calibre /Conductor	Antigüedad Años	Configuración	Estructura Predominante	No. DeEstructuras	Cantidad de circuitos	GUARDA
73740	160	ACSR - 795	1994	Anillo	TAS	33	1	AG 3/8
73750	10	ACSR - 795	1994	Anillo	TAS	10	1	AG 3/8

La energía perdida P.U del último periodo de las líneas de transmisión de cada línea es la siguiente.

SUBESTACIÓN INICIAL	LINEA	SUBESTACIÓN FINAL	NOMBRE	VOLTAJE P.U	ENERGÍA PERDIDA	
					KWH	%
CLU	73740	CNJ	JUCHITAN DOS - CONEJOS	0.92	320,456.60	0.20
CNJ	73750	HCO	CONEJOS - HUATULCO	0.98	1,219,961.80	0.30

Estos son los límites que una línea de Transmisión de 115 KV debe de tener.

LIMITE TERMINCO EN 115KV (UN CONDUCTOR POR FASE)					
CALIBRE	AMP.	MVA		MW(considerando f.p.=0.95)	
		100%	80%	100%	80%
1113	1,110	221	176.80	209.95	167.96
900	970	193	154.40	183.35	146.68
795	910	181	144.80	171.95	137.56
636	780	155	124.00	147.25	117.80
477	670	133.45	106.76	126.78	101.43
336	530	105.57	84.80	100.29	80.56
266	460	91.63	73.60	87.04	69.92

En el bus de la subestación de conejos existe bajo voltaje debido a la problemática de P.U que se encuentra en 0.92 en las estadísticas de monitoreo de casa mes en la líneas de AT, lo cual es un grave problema en el sistema de potencia al transportar la energía ya que afecta al BUS de la subestación conejos y a toda la carga que se le distribuye a la subestación. Enseguida se muestra la problemática del Año base 2018

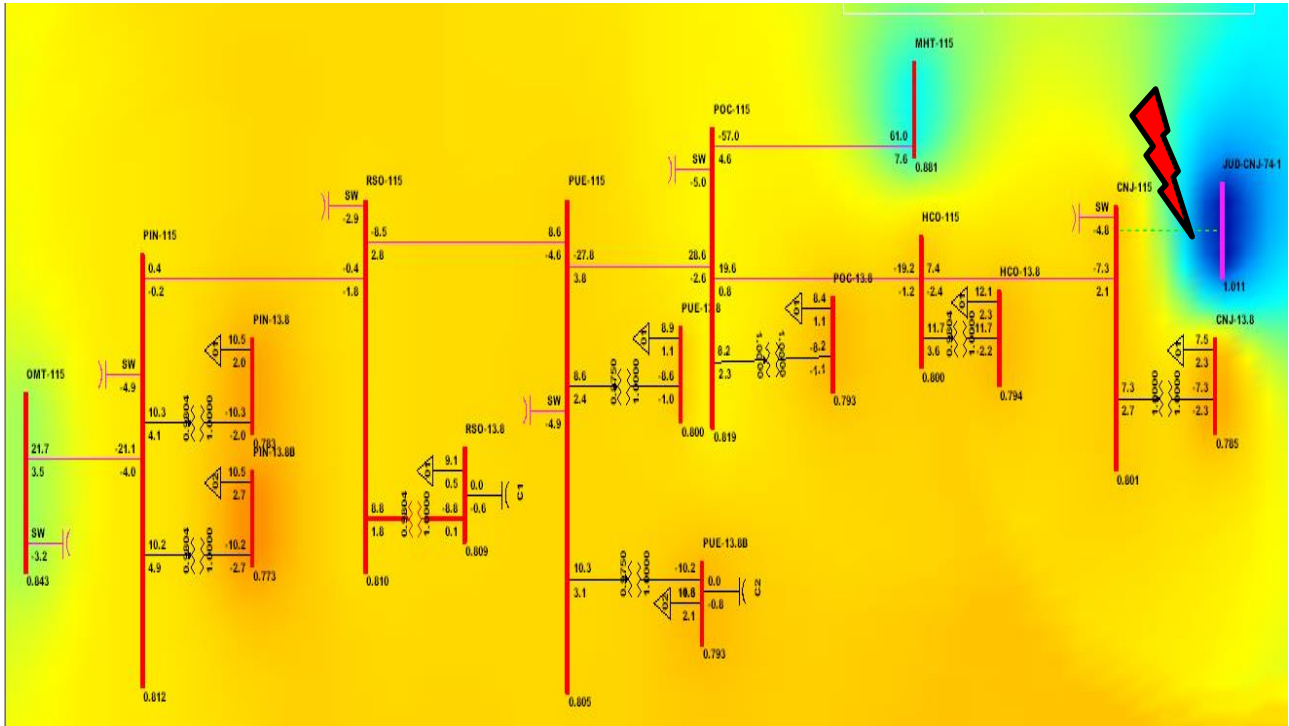
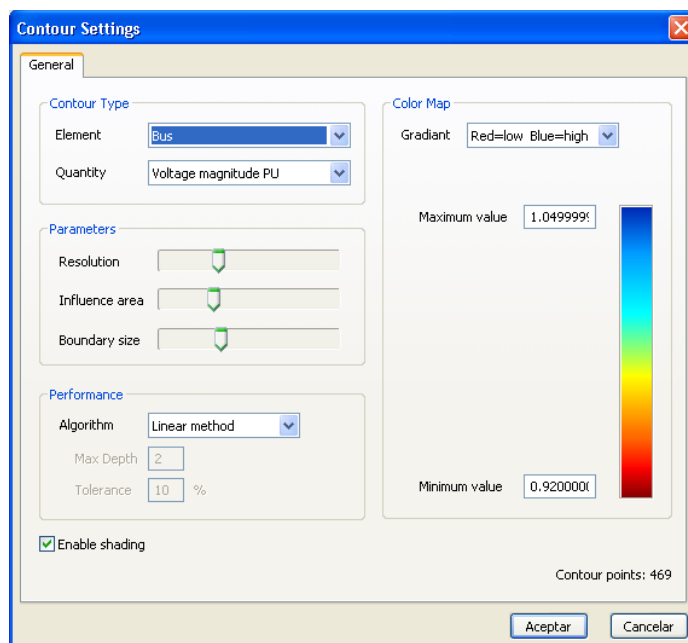


Fig. 3.7 Caída de tensión en línea AT CNJ

La salida de la línea 73740 podemos observar el resultado del voltaje en la barra de la subestación Conejos CNJ de la zona Huatulco menores a 0.92 PU esto trae problemas a toda la subestaciones y perdidas en líneas de Transmisión. A CFE no le conviene estos valores ya que a División Sureste no cumple con la meta de Pérdidas Técnicas en Líneas de Transmisión.



No.	Nomenclatura	Descripción	Voltaje P.U	Flujo MW	Pérdidas (kW)	Porcentaje de pérdidas
1	73750	CNJ-HCO	0.922	45.9	149	0.32
2	73440	PIN-OMT	0.956	8.5	109	1.28
3	73470	POC-PUE	0.967	48.9	1800	3.68
4	73480	POC-HCO	0.965	32.4	700	2.16
5	73890	POC-MHT	0.964	27.6	700	2.53
6	73460	PUE-RSO	0.955	25.4	500	1.96
7	73450	RSO-PIN	0.958	15.0	200	1.3

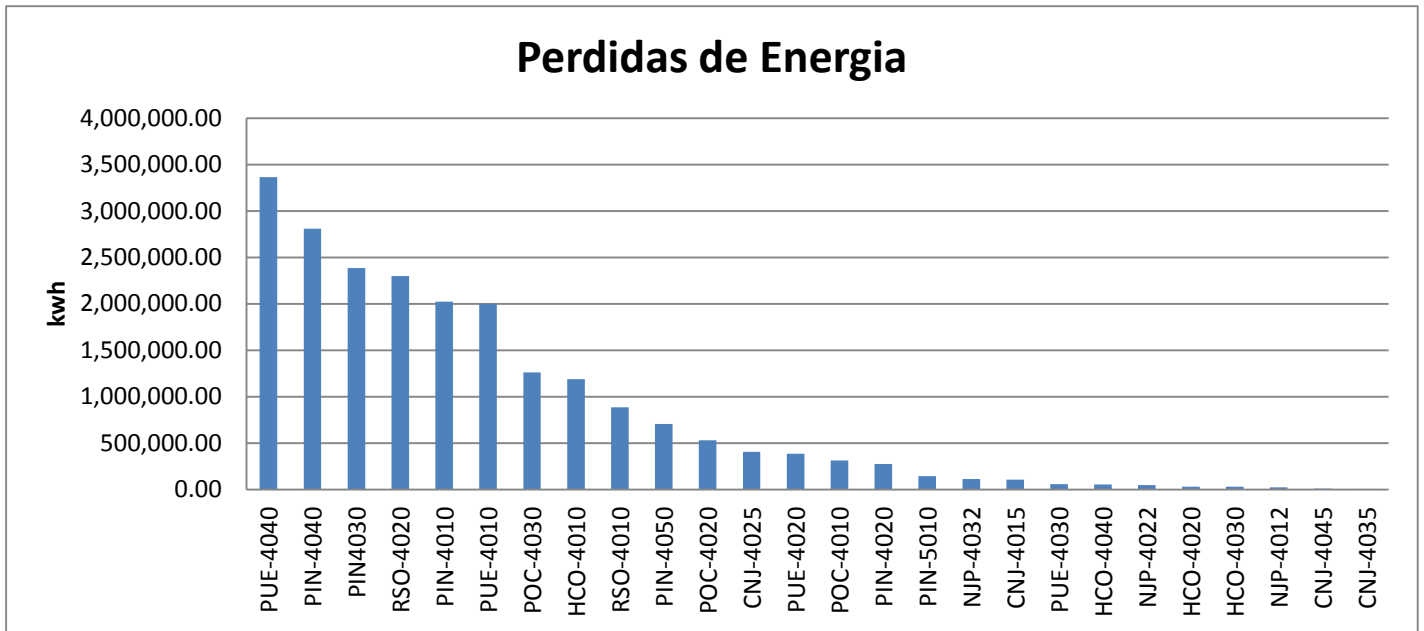
Tabla de pérdidas en AT

3.7 Propuestas de mejoras a los circuitos de distribución

En base a los datos actuales que se tienen, se realizan las siguientes propuestas para los circuitos más críticos, estos resultados son del año 2017, por lo que antes se realizan los estudios en un programa para obtener los valores actuales de los circuitos críticos y después poner en marcha la propuesta en el programa para poder ver los resultados obtenidos, puede ser un reordenamiento de circuitos, instalación de equipos importantes que tienen menos pérdidas de energía o alguna otra obra que puede ser ejecutada en campo.

Circuito 4025 CNJ. Como se puede observar en el circuito 4025 de la subestación conejos existe una caída de tensión muy grande que sobre pasa a los parámetros de la teoría de los circuitos de 13.8 KV, su caída de tensión es de 5.81% debido a la demanda máxima existente en ese circuito. A unos cuantos kilómetros de la subestación conejos es en donde se presenta este problema debido a el voltaje disminuye hasta 13.2 KV y ahí es en donde queremos trabajar para evitar tener ese bajo voltaje, es necesario mejorar la trayectoria del circuito o instalando un banco de reguladores en algún troncal que se encuentra antes del ramal San Isidro Chacalapa, en este circuito no existe ningún banco de reguladores. Este circuito también se presenta problemas de pérdidas anuales de 599,225.41 lo cual son muy grandes y también sobre pasa los parámetros de 400 MWH/AÑO es conveniente revisar los calibres del conductor y la cargabilidad.

Circuito 4010 HCO. En este circuito también se presentan problemas de caída de tensión ya que contiene una carga muy alta y un calibre no adecuado y de acuerdo a una gran pérdida anual de energía 1,205,977.95 se propone construir un nuevo circuito para quitarle carga al circuito 4010, será un circuito que su punto de inicio será en el troncal de la Universidad de la Umar a su vez se instalará unas cuchillas en grupo para que sea ejecutado este circuito nuevo lo cual tendrá una Distancia de 7+ 800 KM en AAC-266.8 en media tensión. El circuito 4010 se encuentra en listado de los circuitos con mayor pérdida de energía.



Circuitos críticos

4. Resultados y conclusiones

4.1 Resultados de los circuitos

Resultados del circuito 4025 CNJ

Circuito 4025 Actual con falla de bajo voltaje

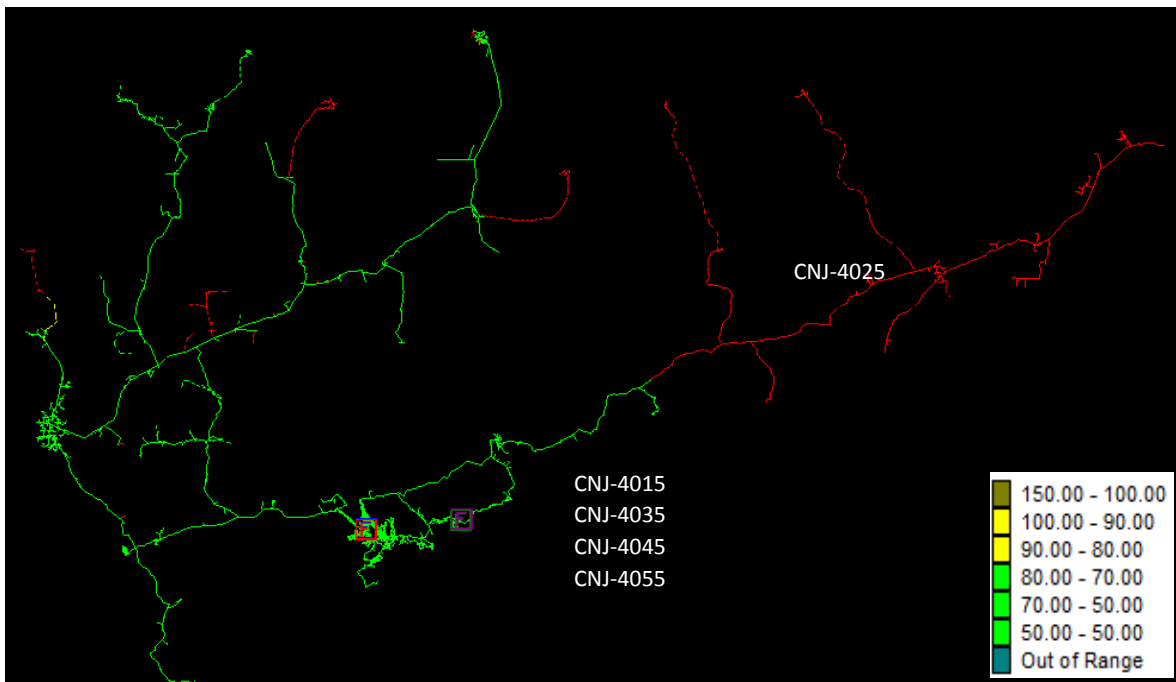
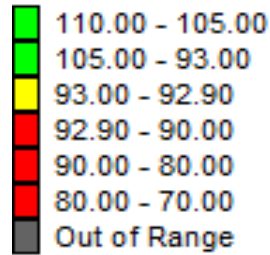


Fig. 4.1 Circuito 4025 Caída de tensión

En el área Huatulco con los valores de la demanda máxima se tienen problemas de bajo voltaje en el circuito CNJ-4055; por lo que se propone instalar un banco de reguladores antes del ramal a San Isidro Chacalapa.



Los rangos de voltaje en la línea de CNJ 4025 son de 70 a 92 lo cual se encuentra bajo el voltaje.

Circuito 4025 después de la propuesta.

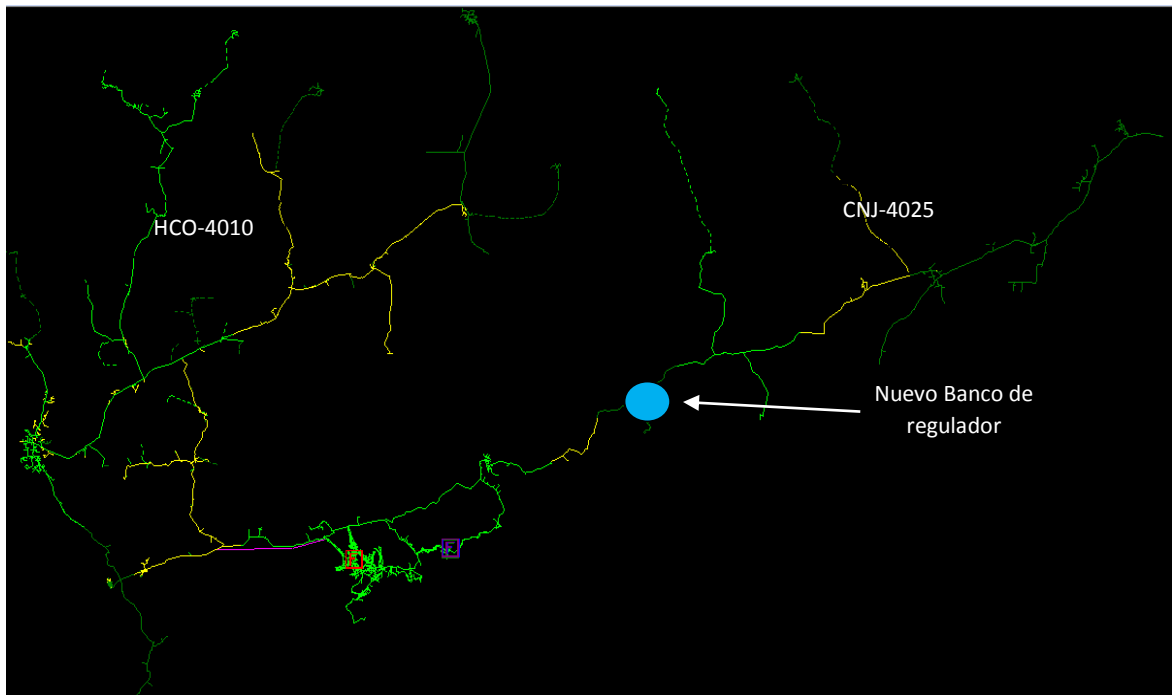


Fig. 4.2 Circuito con un banco regulador

En la imagen anterior se puede apreciar los resultados de la propuesta de la instalación del banco de regulador en el ramal de San Isidro Chacalapa, como resultado podemos ver que el voltaje se encuentra estable y ya no disminuye mucho en media tensión y esto es un dato importante ya que también será estable el voltaje en baja tensión y de esta forma no presentarán problemas de caída de tensión para los usuarios.

Conclusión. De acuerdo a la problemática de la caída de tensión se obtuvo mejoras en el circuito por lo cual los reportes de usuarios SPOT (Usuarios Particulares importantes con una Demanda máxima más de 700) mensualmente no tendrán pérdidas de energía en su transformador debido a la mejora de la caída de tensión en el circuito con esta nueva mejora los operadores de CFE podrán detectar las fallas en ese tramo del circuito ya que el banco de regulador estará enlazado con un sistema de protección.

Resultado de los circuitos 4010

Circuito 4010 Actual

En el Área Huatulco no se tienen circuitos con problemas de cargabilidad.

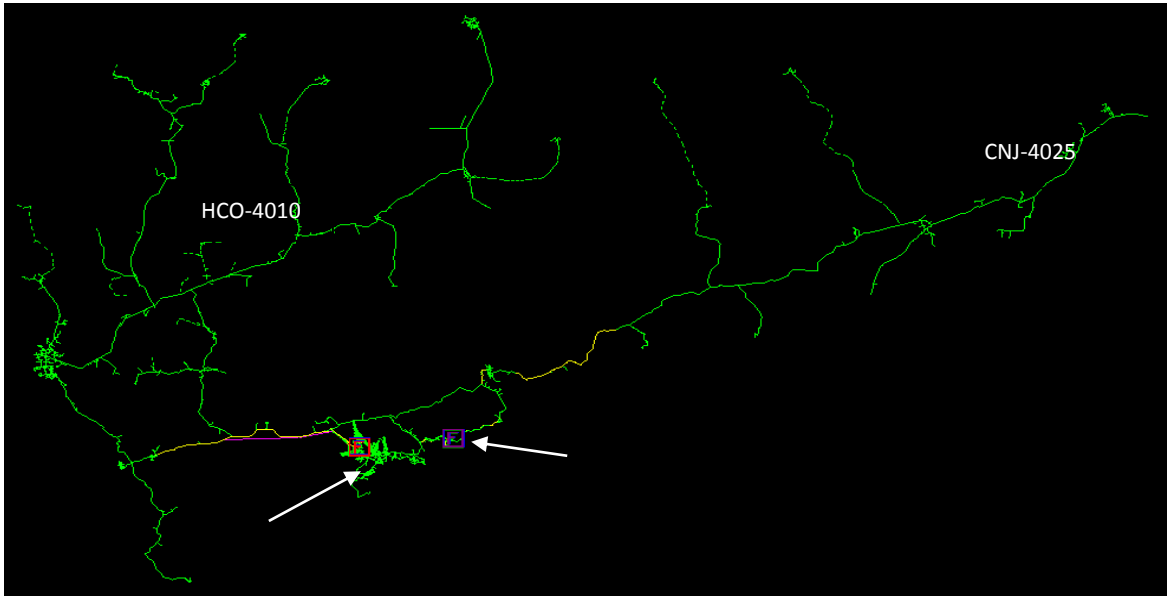


Fig. 4.3 Cargabilidad del circuito 4010

Caída de tensión del circuito 4010 antes de la propuesta

De acuerdo a los datos obtenidos en el circuito 4010 nos da un resultado de caída de tensión de 5.1

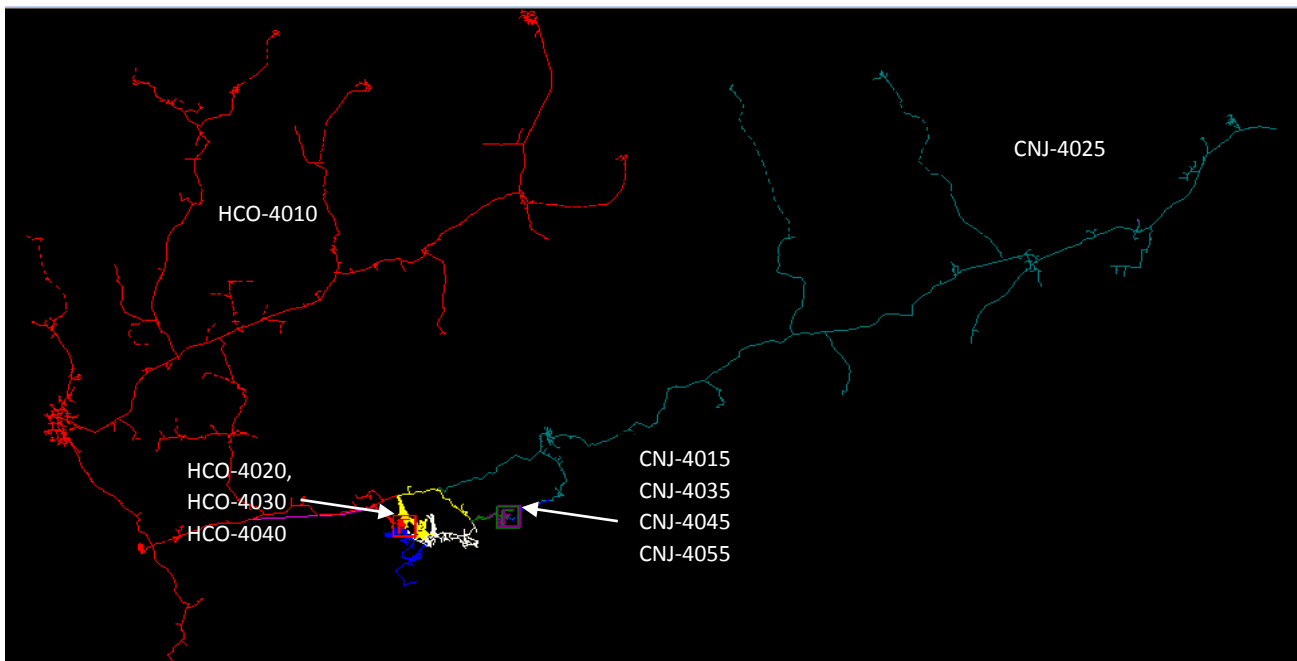


Fig. 4.4 Caída de tensión en circuito 4010

En este circuito se pretendía instalar igual un banco de regulador de Tensión, pero por su mayor trayectoria de longitud no es muy conveniente ya que sus pérdidas solo reducen a un 2.01 %. Por eso se propuso crear un doble circuito con una longitud de 7+800 Km y un calibre de AAC 266.8 para quitarle carga al circuito HCO 4010 y transfiriéndole al circuito HCO 4040 de esta manera se podrá reducir las pérdidas a un 13.55 %.

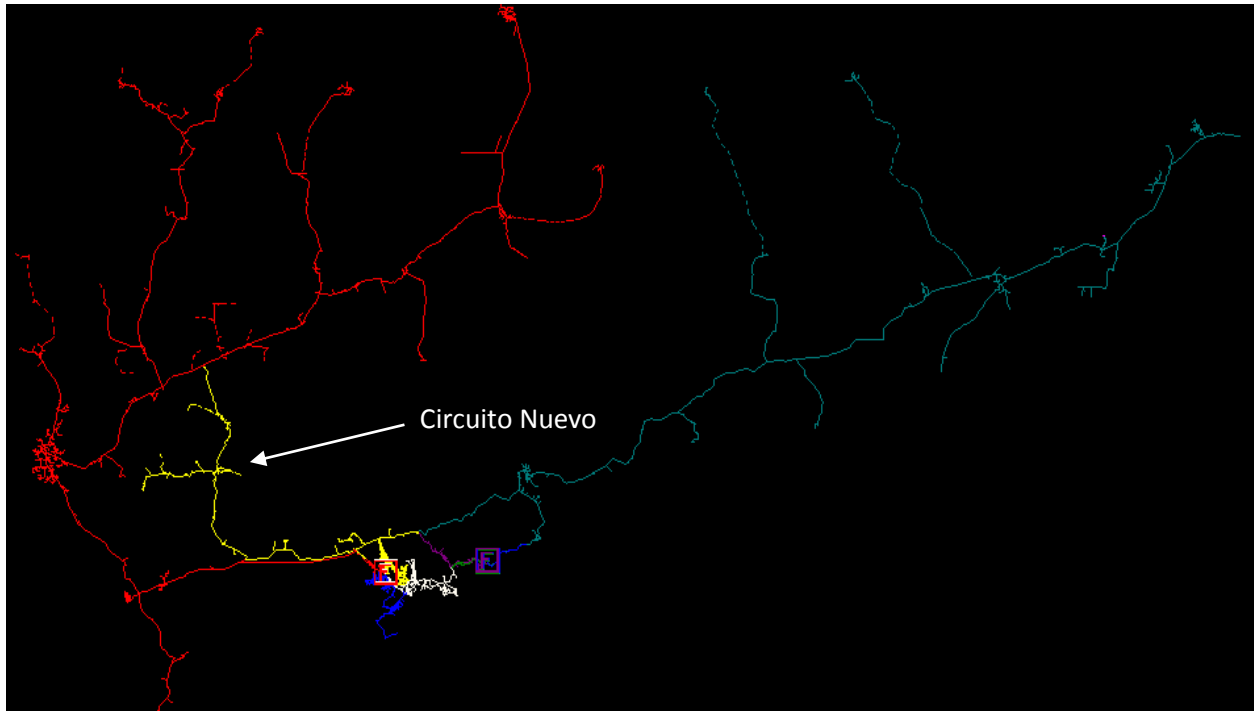


Fig. 4.5 Caída de tensión del circuito 4010 después de la propuesta.

Conclusión. Se obtiene una reconfiguración del circuito 4010 por lo cual la caída de tensión reducirá hasta obtener un 13.55 % de pérdidas de voltaje esto ayudara mucho al circuito para no sufrir daños tanto en los usuarios y en los transformadores de baja tensión. Al momento de transferirle carga al circuito 4040 con un enlace de switcheo se reducirá también una caída de potencial.

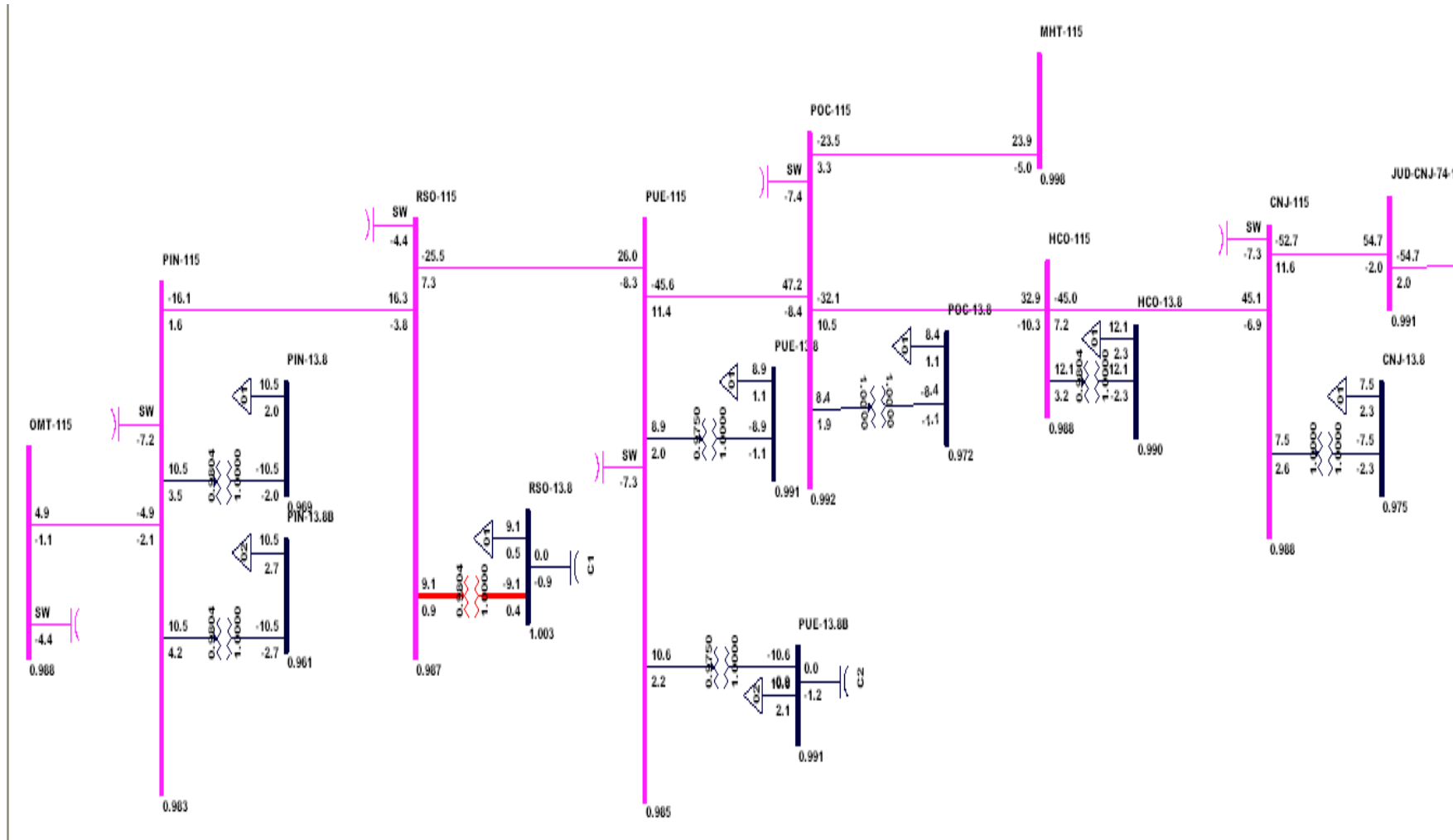
Las obras a realizar para la propuesta de los circuitos son las siguientes.

Circuito	Obras para perdidas		Impacto en la Reducción de Pérdidas Técnicas	
			KW	KWH
HCO-4010	1	CONSTRUCCIÓN DE UN DOBLE CIRCUITO EN 7+800 KM EN AAC-266.8	85.42	523,795.44
Total			85.42	523,795.44

Obras	
2	INSTALACION DE UN BANCO DE REGULADORES EN EL CIRCUITO CNJ-04025
3	INSTALACION DE CUCHILLAS DE OPERACIÓN EN GRUPO EN LOS CIRCUITOS HCO-4010

4.2 Resultado de la línea de Alta Tensión

Se muestra el diagrama unifilar que actualmente existe en la Zona Huatulco con sus respectivas subestaciones junto con los transformadores de potencia, también se puede visualizar las conexiones de las líneas que van en direcciones a los buses de cada subestaciones.



En la gráfica que anteriormente se mostró en la figura del P.U se aprecia que la salida de la línea de transmisión 73740 es la que dejaría 30.30 MW de carga sin servir. La solución a este problema se encuentra en construir una línea de sub transmisión, para poder cerrar el anillo en la subestación de Santa Rosa.

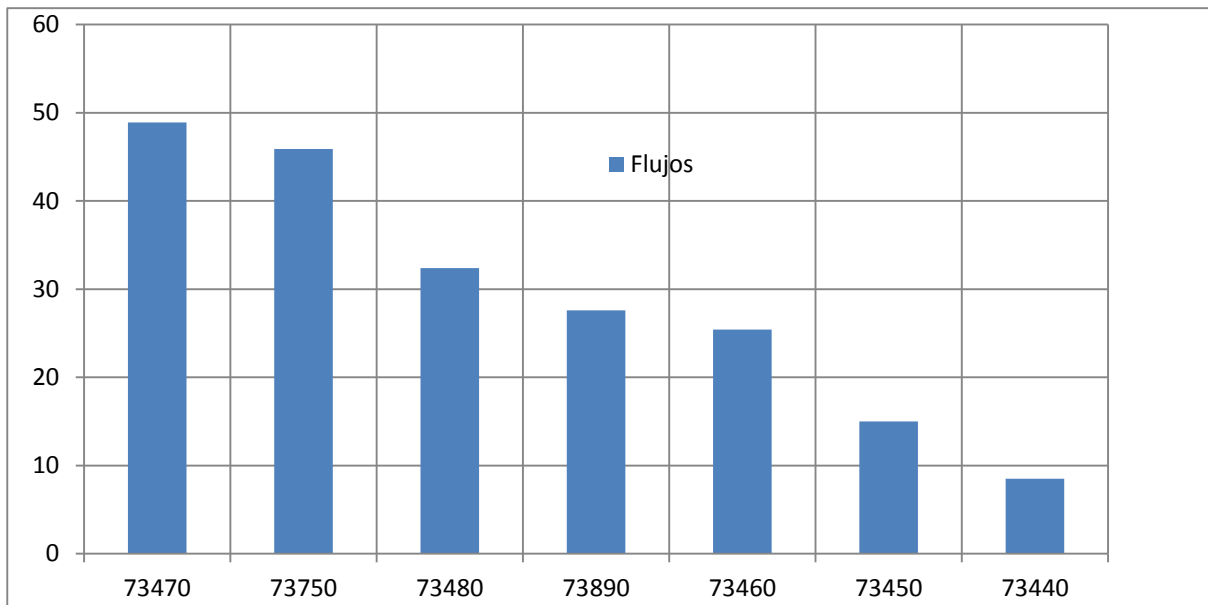
Por lo tanto la propuesta para reducir las pérdidas de energías que existente en la línea 73740 y el bajo voltaje en el BUS de la subestación Conejos CNJ es necesario implementar unas nuevas líneas de sub transmisión en varios puntos de la Zona Huatulco.

La primera línea de sub transmisión estará conectada de Juchitán II con dirección a la subestación Huatulco con una longitud de 75 Km, de acuerdo el estado de la zona Huatulco tendrá un hilo guarda de 3/8.

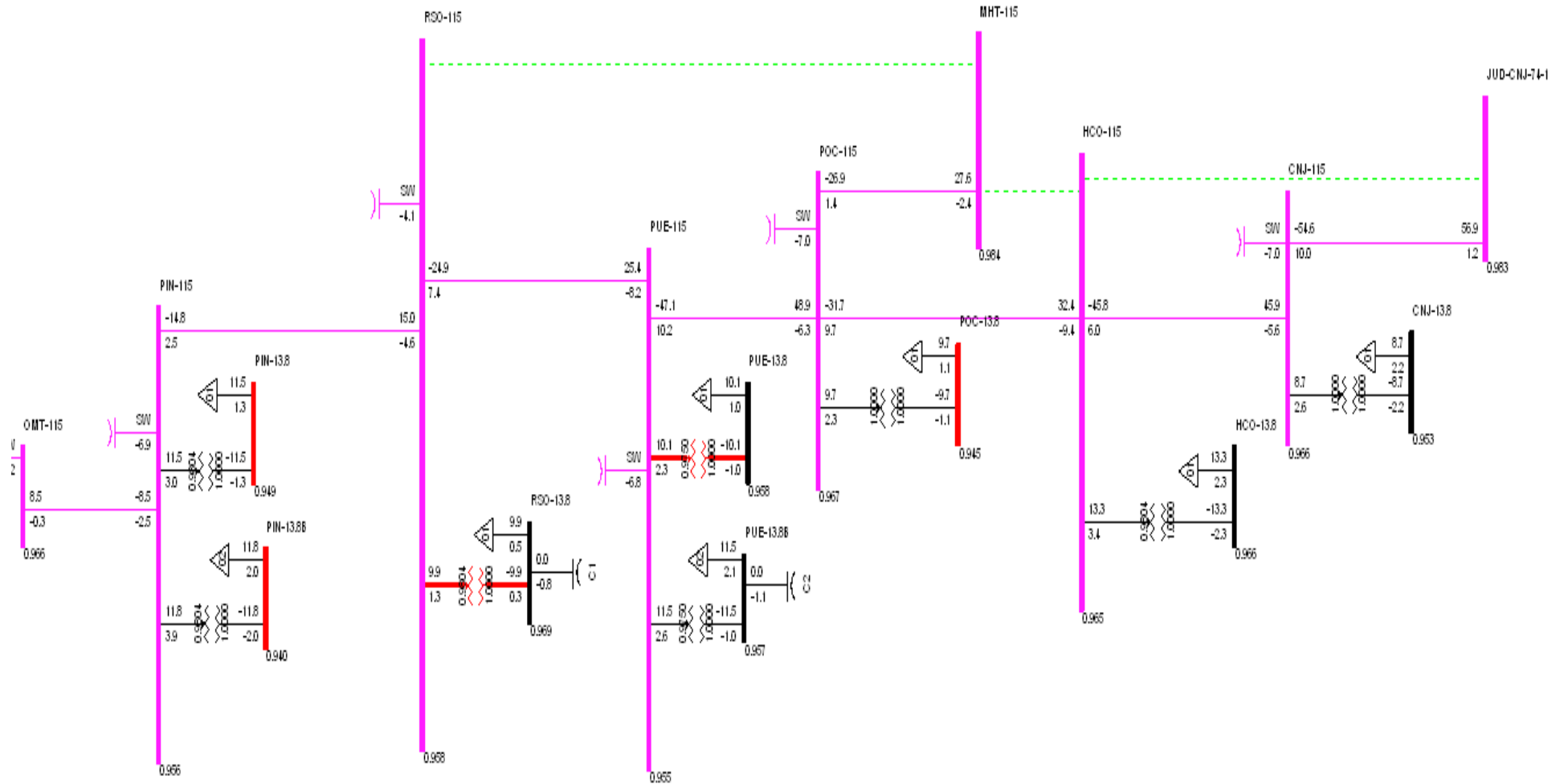
La segunda línea es la que estará conectada de la subestación Huatulco hacia la subestación de Miahuatlán con una longitud de 40 KM con un hilo de guarda de 3/8.

La segunda línea es la que estará conectada de la subestación Miahuatlán con dirección a la subestación de santa Rosa con una longitud de 65 Km, con un hilo de guarda de 3/8.

El calibre de los conductores de todas las líneas de Sub Transmisión construidas serán ASCR-477 todo esto con el fin de que exista un sistema de anillo en la subestación de santa rosa hasta la subestación de Conejos para que en ocasiones severas se haga un tiro de carga de los bancos de Santa rosa RSO, Pinotepa PIN y Pochutla POC. Enseguida se muestra un diagrama de barras de las líneas con mayores pérdidas en el flujo de potencia.



Esta es la configuración nueva de la zona Huatulco con la propuesta de las nuevas líneas de Sub Transmisión, se puede observar que gracias a esta nueva reconfiguración se logra hacer un sistema anillo justo en la subestación de santa rosa con el objetivo de que cualquier falla que exista en la subestación de Conejos sea respaldada por otros bancos por un tiro de carga.



Conclusión. Al realizar la propuesta obtienen cambios en P.U por lo tanto no habrá muchos problemas en los buses de la subestación conejos, también el flujo de potencia y obtendremos 27% de perdidas

Antes de la propuesta

No.	Nomenclatura	Descripción	Voltaje P.U	Flujo MW	Pérdidas (kW)	Porcentaje de pérdidas
1	73750	CNJ-HCO	0.922	45.9	149	0.32
2	73440	PIN-OMT	0.956	8.5	109	1.28
3	73470	POC-PUE	0.967	48.9	1800	3.68
4	73480	POC-HCO	0.965	32.4	700	2.16
5	73890	POC-MHT	0.964	27.6	700	2.53
6	73460	PUE-RSO	0.955	25.4	500	1.96
7	73450	RSO-PIN	0.958	15.0	200	1.3

Después de la propuesta

No.	Nomenclatura	Descripción	Voltaje P.U	Flujo MW	Pérdidas (kW)	Porcentaje de pérdidas
1	73750	CNJ-HCO	1.016	45.9	124	0.27
2	73440	PIN-OMT	1.031	32.3	334	1.03
3	73470	POC-PUE	1.035	29.7	279	0.93
4	73480	POC-HCO	1.044	9.9	30	0.30
5	73890	POC-MHT	1.047	7.1	14	0.19
6	73460	PUE-RSO	1.044	27.2	220	0.80
7	73450	RSO-PIN	1.047	30.1	269	0.89

4.3 Resultado del Nuevo Alimentador 4050

El circuito 4020 cuenta con problemas de sobre carga y demanda máxima y como resultado se obtiene caídas de voltaje en varios puntos de la población de la Crucecita y santa cruz. Sus voltajes bajos obtenidos en los puntos críticos son de 13.2 KV, por lo cual afecta a la línea secundaria ya que por la relación de voltaje en transformadores de distribución en baja tensión se obtiene poco voltaje y esto afecta a los usuarios, por eso en esos puntos críticos se necesita instalar medidores de configuración Carranza ya que son a aquellos que impiden que el voltaje disminuya a un más.

Se propone instalar un nuevo alimentador 4050 que se encontrara ubicado en la subestación HCO, en la cual este nuevo alimentador tendrá un circuito con un sistema Trifásico Subterráneo y Aéreo y con una longitud total de 27.83 KM. Sera un circuito que le quitara carga del 4020. Tendrá dos enlaces, el primer enlace será con el circuito 4030 y el segundo enlace será con el circuito 4040. Este circuito tomara carga de varios sectores principales lo cuales son el sector E, el sector F, el sector A.

Característica del nuevo alimentador 4050.

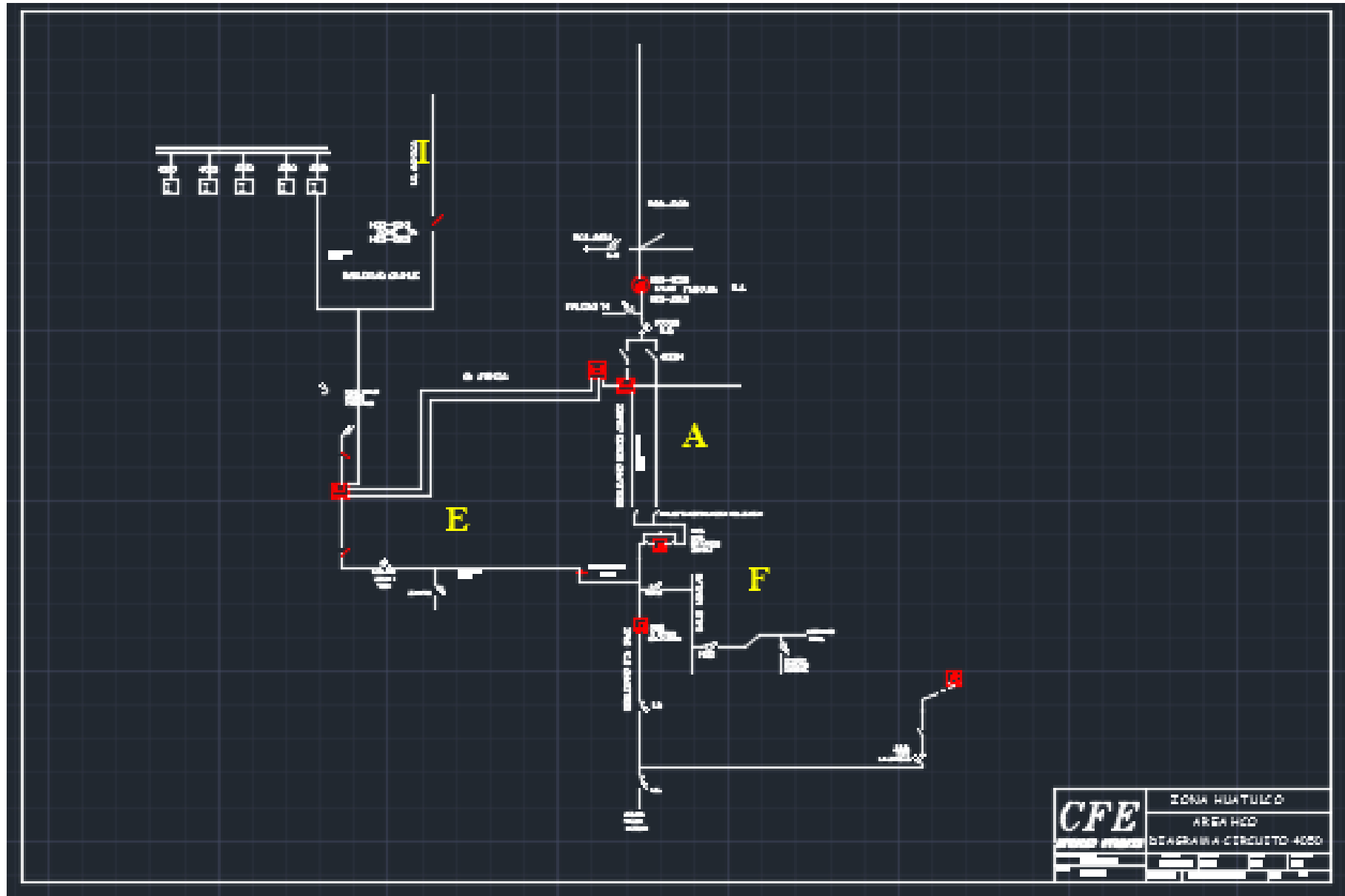
EQUIPO	ALIMENTADOR 4050
MARCA/ MODELO	SEL- 735
No. SERIE	1172781037
SISTEMA DE MEDICION	3F-4H
CONEXIÓN TP	ESTRELLA
RELACION TP	144400/120

Característica del nuevo circuito 4050

DATOS	AEREA	SUBTERRÁNEA	TOTAL
Tipo de conductor	CU-3/0 3+410 3F-4H	XLP-ACSR-1/0 0+540 3F-3H	-----
Longitud Primaria Km	22.94 kms.	4.88 kms	27.83 kms
Longitud Secundaria Km	6.50 kms	0.34 kms	6.84 kms
Postes de concreto	628 postes	-----	628 postes
Retenidas	270 piezas	-----	270 piezas
Registros de MT	-----	162 piezas	162 piezas
Registros de BT	-----	28 piezas	28 piezas
Transformadores de CFE	156 piezas	5 piezas	161 piezas
Transformadores particulares	11 piezas	17 piezas	28 piezas
Capacitores	300 kVAR en 1 bancos	-----	1 banco
Cuchillas de operación en grupo	7 piezas	-----	7 piezas
Corta circuito fusible	31 piezas		31 piezas
Restauradores	2 piezas	-----	2 piezas

Se realizó el circuito en AUTOCAD con todas las características correspondiente donde se muestra toda la trayectoria del circuito de Media Tensión del sistema Aéreo y Subterráneo, aplicando las normas correspondientes para ser aprobado por el departamento de planeación.

CIRCUITO NUEVO 4050



Actualmente el circuito 4020 cuenta con una longitud de 39.16 de Km de línea de Media Tensión y un total de 5510 usuarios urbano y ningún usuario rural ya que es un circuito de sistema urbano. Este circuito cuenta con usuarios prioritarios con mucha demanda de energía y de acuerdo a la máxima cantidad de usuarios existe problemas de cargabilidad por lo tanto hay un desbalance de carga.

Los resultados después de la propuesta tendrán varios cambios en el circuito 4020 el objetivo es que solo tome carga del centro de la crucecita los sectores son el Sector H, Sector H2 y Sector H3 por lo tanto su longitud reducirá 11.33 Km de línea de Media Tensión Aérea y con una cantidad de 352 usuarios. Gracias a este nuevo alimentador y este reordenamiento de circuito se reducirá la cantidad máxima de usuarios y su carga quedará balanceada de acuerdo a la repartición de carga entre el circuito actual de 4020 y el nuevo circuito de 4050.

4.4 Resultados de la Nueva subestación

La nueva subestación que se denominara Magueyito se alimentara de un voltaje de 115KV por medio de una línea de sub transmisión que vendrá de la subestación Huatulco, la ubicación de esta nueva subestación ocupara una superficie de 1372 metros al cuadrado y se encontrara cerca de las nuevas infraestructuras de Hotelería que la empresa Fonatur tiene planteado hacer. De esta manera tendrá una mejora para los suministros presentes y futuros al posibilitar un mejor reparto de cargas, reducción de los recorridos de las líneas de distribución, así como las pérdidas de transporte, disminución de incidencias en las líneas al reducir su longitud, alimentadores alternativos en caso de avería en la alimentación principal.

Esta nueva subestación es de vital importancia para ofrecer un mayor nivel de garantía del actual abastecimiento eléctrico.

Esquema unifilar. En este esquema unifilar se presenta un nivel de tensión de 115KV que tendrá la subestación en la línea de transmisión, este voltaje será transformada a 13.8 KV por medio de un transformador de potencia. La transformación contara con un transformador de potencia trifásico de una marca SIEMENS encapsulado de tipo padmoun

Contará con tres alimentadores para la creación de los nuevos circuitos. Se propone instalar tres alimentadores de marca:

1	POWER MEASUREMENT - ION8400
2	POWER MEASUREMENT - ION8400
3	POWER MEASUREMENT - ION8400

Los tres contarán con un sistema 3F-4H (Trifásico y cuatro hilos), con conexión estrella

El primero su trayectoria tendrá la dirección hacia playa del maguey, el segundo tomara carga del circuito 4025 de la subestación Conejos y el tercero tendrá su trayectoria Cacaluta.

5. REFERENCIA

- [1]. COMBER, M. y ZAFFANELLA, L. Corona Loss. En Electric Power Research Institute (Ed.), Transmission Line Reference Book: 345 kV and Above. Palo Alto: Autor.
- [2]. INSTITUTO MEXICANO DE INTERCONEXION ELECTRICA S.A. Parámetros de líneas de transmisión. ISA. Bogotá. (Informe 1979).
- [3]. Distribution System Losses Evaluation, Reduction: Technical and Economic Assessment. EPRI, Palo Alto, CA: 2008. 1016097. [7]. EPRI White Paper, "Potential for Reducing Consumption Through Distribution Efficiency".
- [4]. ESTUDIO DE PÉRDIDAS TÉCNICAS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN UN RANGO DE POTENCIAS
- [5]. A. Del Rosso & A. Ghia, ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA E INVERSIONES EN "GENERACIÓN" EN EL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL, Informe técnico Cámara Argentina de la Construcción – Noviembre 2010.
- [6]. Recopilación de información programa PESSSED sistema de CFE.
- [7]. PESED procedimiento para la determinación de pérdidas de energía en el sistema eléctrico de distribución
- [8]. Análisis del funcionamiento del sector eléctrico en el año 2004, Quito, junio 2005.
- [9]. nom-114-ecol-1998 planeación diseño o y m de subestaciones de potencia y distribución - norma oficial mexicana – diario oficial de la federación – semarnap
- [10]. transmission system efficiency and utilization improvement: summary of r&d activity and demonstration projects. epri, palo alto, ca: 2012. 1024345