

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERÍA ELÉCTRICA

PRESENTA:

ISRAEL RODRÍGUEZ VENTURA

DESARROLLO DEL MERCADO ELECTRICO DE DISTRIBUCION DE LA ZONA TUXTLA

ASESOR:

ARIOSTO MANDUJANO CABRERA



Carretera Panamericana KM 1080, C.P. 29050. Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel(s) (961) 61 503 80
www.ittg.edu.mx



| Índice | Pág. |
|--|-------------|
| 1. Introducción..... | 3 |
| 1.1 Antecedentes..... | 3 |
| 1.2 Estado del Arte..... | 3 |
| 1.3 Justificación | 4 |
| 1.4 Objetivo | 4 |
| 1.5 Metodología | 5 |
| 2. Fundamento Teórico | 7 |
| 2.1 El mercado y su reestructuración..... | 7 |
| 2.2 Pronóstico de la demanda..... | 7 |
| 2.3 Modelos de valores extremos | 8 |
| 2.4 plan rector | 8 |
| 3. Desarrollo | 10 |
| 3.1 Verificación de equipos..... | 10 |
| 3.2 Obtención de mediciones por elemento del SED..... | 13 |
| 3.3 Análisis y registro histórico de elementos del SED | 18 |
| 3.4 Planes de expansión de gobierno y usuarios de media y alta | 20 |
| 4. Resultados y conclusiones | 24 |
| 4.1 Resultados | 24 |
| 4.2 Conclusiones..... | 31 |
| 5. Referencias | 33 |

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Para satisfacer las necesidades de suministro de energía eléctrica en los próximos años, es necesario tener una planeación ordenada del crecimiento de instalaciones eléctricas. Se debe abordar en un estudio del comportamiento de las demandas de los usuarios, las cuales pueden pronosticar las demandas esperadas.

Un elemento sustancial de la energía eléctrica es la dependencia de éste último de las leyes físicas de la naturaleza, que influyen decisivamente en la relación entre la producción y el consumo de energía. La imposibilidad de almacenar energía eléctrica hace necesario un balance instantáneo entre generación y demanda, esto implica que la electricidad se debe producir en el momento que se demanda

Existen causas que afectan la estabilidad de la red eléctrica, los problemas más comunes son: modificaciones importantes en la demanda de los consumidores, fallas transitorias, salida de operación de líneas de transmisión y fallas en unidades de generación con pérdida parcial o total de producción.

Ante la falta del suministro eléctrico se manifiesta una alteración importante en el desempeño de la sociedad. La falta de servicio eléctrico ocasiona pérdidas millonarias en la economía. Afecta el proceso productivo de todos los sectores que componen el sistema económico de los países, como consecuencia el efecto impacta la sociedad desorganizando sus actividades y perjudicando su bienestar.

1.2 Estado del Arte

La CFE en el año 2002; El Mercado Eléctrico de Distribución era elaborado mediante hojas de cálculo electrónicas, que fueron diseñadas por cada una de las Divisiones de Distribución, lo cual les permitía integrar la información a nivel nacional, con la desventaja de que podían existir diferentes criterios en su integración.

CFE en el 2012 utilizó únicamente tendencias de crecimiento de demanda para estimar las cargas futuras de sus componentes, a partir de lo cual integran la información a nivel nacional de manera sistematizada a través de módulos intranet conformados en el “Sistema de Administración de Distribución” (SIAD).

Chile, donde se ha impulsado la creación de un mercado competitivo basado en una estructura de tipo Pool. La experiencia internacional concuerda en que la introducción de competencia en el segmento generación ha traído consigo beneficios, pero también inconvenientes que es necesario resolver. Si bien existen variadas propuestas de análisis y estudio del comportamiento de un mercado

eléctrico, éstas son sólo aplicables a mercados específicos o bien abordan aspectos teóricos generales.

1.3 Justificación

El crecimiento, el desarrollo económico y social de un país está íntimamente relacionado con la electricidad y su consumo. En la medida que la sociedad aumenta su bienestar requiere mayor cantidad de energía eléctrica debido al acceso a los servicios asociados a la misma.

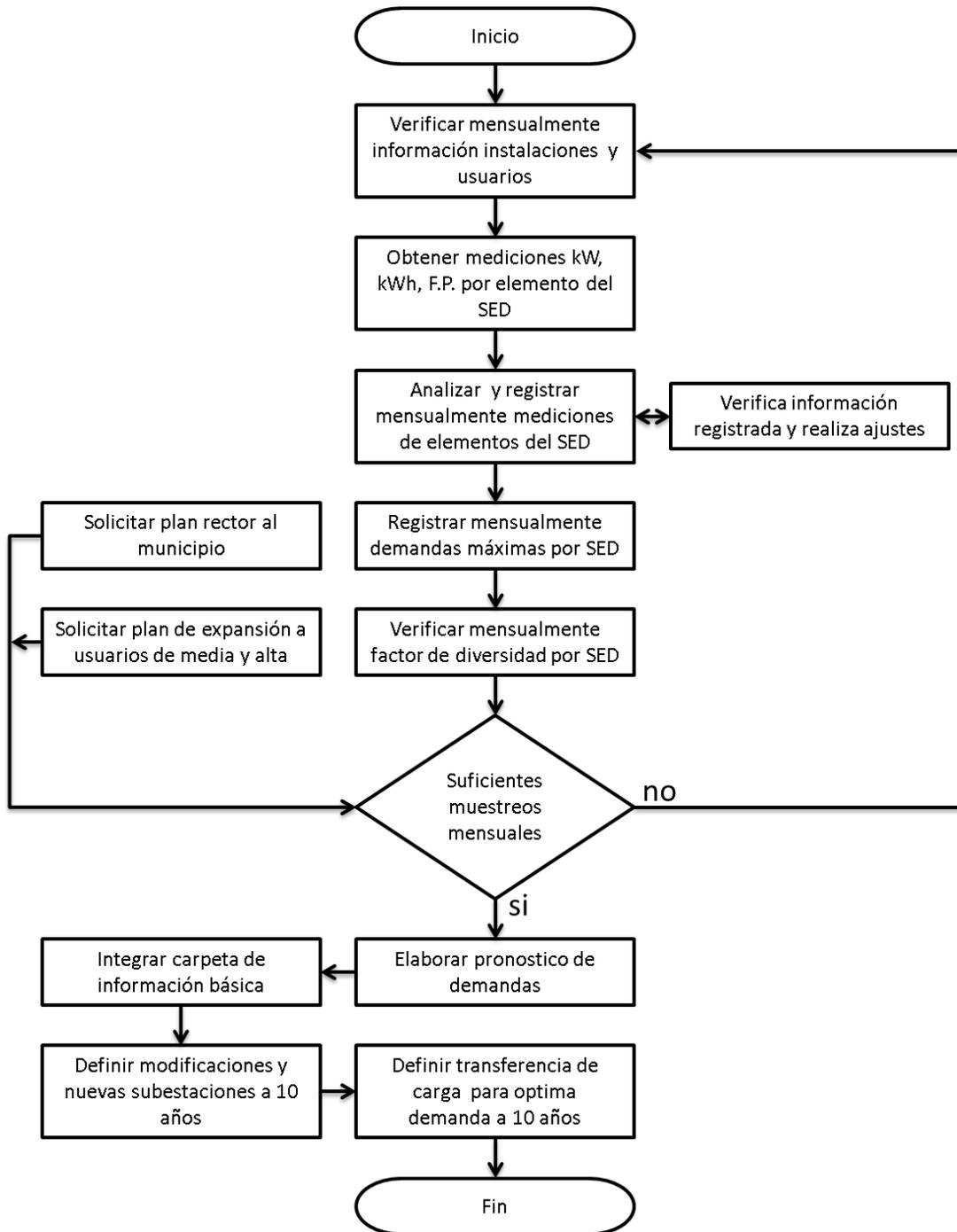
Existe una relación entre la dinámica del producto interno bruto y el consumo de electricidad, por las familias y el sector productivo. Independientemente de las limitaciones que presenta este como indicador, al no informar y clasificar la distribución entre los diferentes estados de la sociedad y de las regiones, este mantiene relación entre consumo y economía.

Es de suma importancia que el estudio del mercado de distribución nos dé un panorama del crecimiento esperado a mediano y largo plazo, pero incluyendo el concepto de mercado eléctrico dinámico el cual considera la adición de las cargas extraordinarias sin alterar las existentes, con el fin de que se pueda conocer su impacto en el comportamiento de la demanda y permita realizar estudios para determinar las necesidades de generación y transmisión.

1.4 Objetivo

Permitir conocer anualmente y para un periodo de 10 años, las necesidades de demanda de energía eléctrica en los sistemas eléctricos de distribución, integrando automáticamente la información de demanda necesaria para los diferentes análisis del comportamiento eléctrico del sistema de distribución en condiciones de operación actuales y futuras.

1.5 Metodología



Verificar mensualmente elementos y equipos en operación existentes y nuevos dentro del SED, como: subestaciones, bancos, circuitos, usuarios en media y alta tensión, asegurando su registro.

Realizar el perfil de demanda activa y reactiva, así como de la energía total del periodo de los elementos que integran a cada SED

Analizar el perfil de demanda para seleccionar los valores que describan el comportamiento histórico de los elementos del SED, discriminando demandas afectadas por operación de elementos bajo condiciones de contingencia.

Verificar la información, para que el comportamiento histórico de los SED, se encuentre debidamente registrados en la información básica del mercado eléctrico, cuidando que esté libre de inconsistencias y de existir, investigar las explicaciones satisfactorias.

Integrar mediante sumatoria de demandas horarias de bancos de transformación, las demandas máximas del sistema eléctrico de distribución, registrándolas en la información básica del mercado eléctrico de distribución.

Verificar que los factores de diversidad de los elementos de los sistemas eléctricos de distribución, se encuentren dentro del rango esperado, de lo contrario, efectuar acciones correspondientes para su adecuación.

Solicitar al gobierno estatal el plan rector de crecimiento de las ciudades que alimenta cada uno de los sistemas eléctricos de distribución.

Solicitar los planes de expansión a los usuarios de alta y media tensión.

Realizar en la información básica del mercado eléctrico de distribución el pronóstico de demanda para el desarrollo normal y usuarios importantes, considerando los planes de expansión, planes rectores de crecimiento, convenios y pronóstico del mercado eléctrico del año inmediato anterior.

2. Fundamento Teórico

2.1 El mercado y su reestructuración

El sector eléctrico se encuentra inmerso en un proceso de reestructuración en donde el modelo verticalmente integrado, generación, transmisión y distribución, ya no pertenece a una sola compañía. Las diferentes actividades ahora están separadas y más de una compañía participa en cada actividad.

La idea de esta nueva estructura es promover la competencia en generación y distribución, mientras que a los consumidores se les ofrece una serie de características en servicios. Este Nuevo modelo se basa en las fuerzas del mercado, por lo que es necesario entender la organización del mismo.

Finalmente, es importante remarcar que las leyes de la física no cambian y por consiguiente, la operación de los sistemas de potencia tampoco lo hace, pero si la forma en que las transacciones se realizan desde el punto de vista económico.

2.2 Pronóstico de la demanda

Los pronósticos de demanda máxima se emiten para guiar decisiones durante la planificación de un sistema eléctrico, éstas implican cierto grado de pérdida que se incrementa a medida que la decisión elegida se aleja más de la decisión correcta (aquella cuya pérdida es cero).

Por ejemplo, si la demanda máxima pronosticada para un año en particular excede la capacidad del sistema, será necesario invertir en la construcción de algunas obras de infraestructura que eviten su saturación en la fecha pronosticada. Tal decisión lleva asociado el riesgo de que la demanda máxima pueda exceder esta capacidad antes de lo pronosticado, dando lugar a pérdidas económicas y sociales por la energía no suministrada y la insatisfacción de los usuarios.

La planificación de un SED debe lograr la mayor economía en la operación de un SED, luego entonces, se requiere minimizar los excedentes de capacidad para diferentes condiciones operativas, evitando anticipar innecesariamente los proyectos de inversión, que además de su baja rentabilidad económica implicarán altos costos operativos, con repercusiones en la estructura tarifaria y en la economía de la sociedad.

2.3 Modelos de valores extremos

La distribución de valor extremo identificada por Fisher y Tippett (1928) y desarrollada posteriormente por Gumbel (1958), Galambos (1978) y Leadbetter (1983), entre otros, se utiliza para hacer inferencias con respecto a los máximos o mínimos de un conjunto de datos.

En el desarrollo clásico de la TVE, los valores extremos corresponden a los máximos o mínimos de un conjunto de muestras. Por tanto, el análisis estadístico de la demanda máxima de energía eléctrica equivale al análisis de la distribución de sus valores extremos (Belzer y Kellogg, 1993).

2.4 plan rector

El plan rector de una ciudad constituye un gran instrumento de planificación y orientación para el desarrollo de las propuestas técnico-normativas de ordenamiento público. En él se establece el reglamento de zonificación, vías y habitación y el reglamento de centros comerciales, galerías comerciales y feriales de la ciudad, entre otros.

El planeamiento urbano integral que comprende la zonificación, expansión urbana, uso de suelo y otros, constituyen instrumentos de planeamiento que se traduce en los planes respectivos que orientan el desarrollo local en materia urbana y que al ser probados formalmente obliga a los involucrados a sujetarse a ellos.

La planificación urbana está relacionada con la arquitectura, la geografía y la ingeniería civil en la medida en que ordenan espacios. Debe asegurar su correcta integración con las infraestructuras y sistemas urbanos. Precisa de un buen conocimiento del medio físico, social y económico que se obtiene a través de análisis según los métodos de la sociología, la demografía, la geografía, la economía y otras disciplinas. El planeamiento urbanístico es, por tanto, una de las especializaciones de la profesión de urbanista, tradicionalmente practicada en los países en los que no existe como disciplina académica independiente por arquitectos, geógrafos e ingenieros civiles, entre otros profesionales.

Sin embargo, el urbanismo no es sólo el planeamiento, sino que precisa gestión lo que conlleva organización político-administrativa.

La planificación urbana se concreta en los planes, instrumentos técnicos que comprenden, generalmente, una memoria informativa sobre los antecedentes y

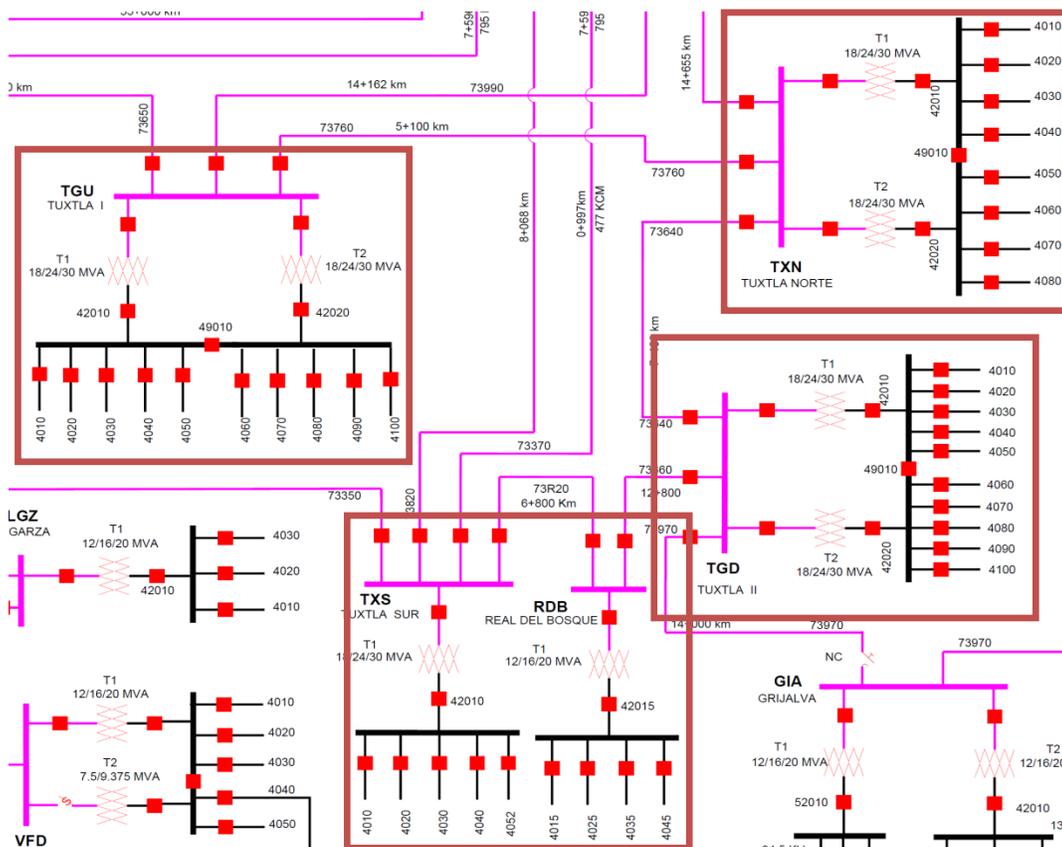
justificativa de la actuación propuesta, unas normas de obligado cumplimiento, planos que reflejan las determinaciones, estudios económicos sobre la viabilidad de la actuación y ambientales sobre las afecciones que producirá.

La planificación urbana establece decisiones que afectan al derecho de propiedad, por lo que es necesario conocer la estructura de la propiedad y establecer cuál puede ser el impacto de las afecciones a la propiedad privada sobre la viabilidad de los planes.

3. Desarrollo

3.1 Verificación de equipos

Para el comienzo del estudio del desarrollo del mercado eléctrico, es necesario verificar que equipos de medición, están operando en la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, estos están reflejados en los diagramas de potencia de la división sur este; en el sistema interno de CFE "SIMOCE"; pero es necesario hacer la verificación por visita o por comunicación con las subestaciones.



Ubicación en el diagrama de potencia de las subestaciones de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez

Primera verificación mensual de los equipos del SED de Tuxtla Gutiérrez para su verificación y registró en las bases del DMED

| sistema eléctrico Tuxtla urbana 1 | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| 1 | Real Del Bosque | | 01-sep | |
| | equipo | tipo | ultima lectura kW(máxima) | estatus |
| 1 | RDB4015 | ALIMENTADOR (1) | 1,416.67 | en servicio |
| 2 | RDB4025 | ALIMENTADOR (2) | 1,351.01 | en servicio |
| 3 | RDB4035 | ALIMENTADOR (3) | 6,085.01 | en servicio |
| 4 | RDB4045 | ALIMENTADOR (4) | 0 | reserva |
| 5 | RDB42015 | TRANSFORMADOR (1) | 8,094.24 | en servicio |
| 6 | RDB73360 | LINEA (1) | -6,063.60 | en servicio |
| 7 | RDB73R20 | LINEA (2) | 40,634.40 | en servicio |

| sistema eléctrico Tuxtla urbana 2 | | | | |
|-----------------------------------|------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| 2 | Tuxtla Dos | | 01-sep | |
| | equipo | tipo | ultima lectura kW(máxima) | estatus |
| 1 | TGD4010 | ALIMENTADOR (1) | 2,069.68 | en servicio |
| 2 | TGD4020 | ALIMENTADOR (2) | 5,614.59 | en servicio |
| 3 | TGD4030 | ALIMENTADOR (3) | 1,402.13 | en servicio |
| 4 | TGD4040 | ALIMENTADOR (4) | 7,178.07 | en servicio |
| 5 | TGD4050 | ALIMENTADOR (5) | 3,927.39 | en servicio |
| 6 | TGD4060 | ALIMENTADOR (6) | 4,959.34 | en servicio |
| 7 | TGD4070 | ALIMENTADOR (7) | 3,570.56 | en servicio |
| 8 | TGD4080 | ALIMENTADOR (8) | 5,280.69 | en servicio |
| 9 | TGD4090 | ALIMENTADOR (9) | 3,811.80 | en servicio |
| 10 | TGD4100 | ALIMENTADOR (10) | 4,639.50 | en servicio |
| 11 | TGD42010 | TRANSFORMADOR (1) | 18,493.40 | en servicio |
| 12 | TGD42020 | TRANSFORMADOR (2) | 21,072.70 | en servicio |
| 13 | TGD73640 | LINEA (1) | 2,484.00 | en servicio |
| 15 | TGD73970 | LINEA (3) | 23,112.00 | en servicio |
| 16 | TGD73R20 | LINEA (4) | -3,996.00 | en servicio |
| 17 | TGD73760 | LINEA (5) | 0.00 | no fisico |

| sistema electrico tuxtla urbana 3 | | | | |
|-----------------------------------|------------|-----------------|---------------------------|-------------|
| 3 | Tuxtla Uno | | 01-sep | |
| | equipo | tipo | ultima lectura kW(maxima) | estatus |
| 1 | TGU4010 | ALIMENTADOR (1) | 4,970.81 | en servicio |
| 2 | TGU4020 | ALIMENTADOR (2) | 5,694.34 | en servicio |
| 3 | TGU4030 | ALIMENTADOR (3) | 3,592.33 | en servicio |
| 4 | TGU4040 | ALIMENTADOR (4) | 6,100.43 | en servicio |
| 5 | TGU4050 | ALIMENTADOR (5) | 9,325.67 | en servicio |

| | | | | |
|----|----------|-------------------|------------|-------------|
| 6 | TGU4060 | ALIMENTADOR (6) | 6,026.87 | en servicio |
| 7 | TGU4070 | ALIMENTADOR (7) | 7,107.78 | en servicio |
| 8 | TGU4080 | ALIMENTADOR (8) | 2,535.60 | en servicio |
| 9 | TGU4090 | ALIMENTADOR (9) | 2,373.06 | en servicio |
| 10 | TGU4100 | ALIMENTADOR (10) | 7,070.62 | en servicio |
| 11 | TGU42010 | TRANSFORMADOR (1) | 24,443.90 | en servicio |
| 12 | TGU42020 | TRANSFORMADOR (2) | 20,598.60 | en servicio |
| 13 | TGU73650 | LINEA (1) | -324 | en servicio |
| 14 | TGU73760 | LINEA (2) | 20,736 | en servicio |
| 15 | TGU73990 | LINEA (3) | -16,243.20 | en servicio |
| 16 | TGU77010 | LINEA (4) | 0 | reserva |

sistema electrico tuxtla urbana 4

| 4 | Tuxtla Norte | | 01-sep | |
|----|--------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| | equipo | tipo | ultima lectura kW(maxima) | estatus |
| 1 | TXN4010 | ALIMENTADOR (1) | 6,808.32 | en servicio |
| 2 | TXN4020 | ALIMENTADOR (2) | 6,445.44 | en servicio |
| 3 | TXN4030 | ALIMENTADOR (3) | 6,289.92 | en servicio |
| 4 | TXN4040 | ALIMENTADOR (4) | 6,134.40 | en servicio |
| 5 | TXN4050 | ALIMENTADOR (5) | 4,881.64 | en servicio |
| 6 | TXN4060 | ALIMENTADOR (6) | 5,890.30 | en servicio |
| 7 | TXN4070 | ALIMENTADOR (7) | 6,218.20 | en servicio |
| 8 | TXN4080 | ALIMENTADOR (8) | 5,753.74 | en servicio |
| 9 | TXN42010 | TRANSFORMADOR (1) | 21,784.50 | en servicio |
| 10 | TXN42020 | TRANSFORMADOR (2) | 19,923.30 | en servicio |
| 11 | TXN73640 | LINEA (1) | 36,535.70 | en servicio |
| 12 | TXN73750 | LINEA (2) | -12,416.90 | en servicio |

sistema electrico tuxtla urbana 5

| 5 | Tuxtla Sur | | 01-sep | |
|----|------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| | equipo | tipo | ultima lectura kW(maxima) | estatus |
| 1 | TXS4010 | ALIMENTADOR (1) | 6,477.16 | en servicio |
| 2 | TXS4020 | ALIMENTADOR (2) | 4,509.49 | en servicio |
| 3 | TXS4030 | ALIMENTADOR (3) | 6,400.62 | en servicio |
| 4 | TXS4040 | ALIMENTADOR (4) | 6,064.30 | en servicio |
| 5 | TXS4052 | ALIMENTADOR (5) | 876 | en servicio |
| 6 | TXS42010 | TRANSFORMADOR (1) | 21,741.50 | en servicio |
| 7 | TXS73350 | LINEA (1) | 6,031.21 | en servicio |
| 8 | TXS73360 | LINEA (2) | 46,067.60 | en servicio |
| 9 | TXS73370 | LINEA (3) | -6,938.19 | en servicio |
| 10 | TXS73820 | LINEA (4) | -7,800.31 | en servicio |

3.2 Obtención de mediciones por elemento del SED

Las mediciones de los equipos son puestos en la base de datos SIAD de CFE, la extracción de esa información es el primer paso para su análisis y registró en la base de información del mercado eléctrico de distribución.

Subestación: **REAL DEL BOSQUE**

No. Equipo: **RDB4015**

Modelo: **SEL734**

Tipo de Conexión: **ESTRELLA**

Fecha Inicio: **01/08/2014**

Hora Inicio: **00:00:00**

Fecha Final: **31/08/2014**

Hora Final: **23:55:00**

| Parámetro | Máximo | Mínimo | Promedio |
|------------------------------------|------------|-------------------------|---------------|
| Kv | 14,017.15 | 13,319.62 | 13,762.51 |
| Kw | 1,463.04 | 292.9 | 643.49 |
| K var | 886.75 | -200.88 | 105.97 |
| % DAT_V | 1.42 | 0.6 | 0.96 |
| % DAT_I | 21.52 | 1.39 | 9.11 |
| Desbalance de V | 0.82 | 0.19 | 0.46 |
| Desbalance I | 57.72 | 0.34 | 4.67 |
| Energía | | | |
| KWH ENTREGADO | 478,129.09 | Demanda Promedio | 643.49 |
| Kwh RECIBIDO | 43.49 | | |
| KVARH Q1 | 115,629.12 | | |
| KVARH Q2 | 43,059.89 | | |
| KVARH Q3 | 20.45 | | |
| KVARH Q4 | 0 | | |
| Factor de Carga | 0.44 | | |
| Factor de Perdidas | 0.23 | | |

Subestación: **TUXTLA DOS**No. Equipo: **TGD4010**Modelo: **ION86004G**Tipo de Conexión: **ESTRELLA**Fecha Inicio: **01/08/2014**Hora Inicio: **00:00:00**Fecha Final: **31/08/2014**Hora Final: **23:55:00**

| Parámetro | Máximo | Mínimo | Promedio |
|------------------------------------|--------------|-------------------------|-----------------|
| Kv | 14,127.58 | 13,506.25 | 13,815.83 |
| Kw | 2,069.68 | 638.81 | 1,442.41 |
| K var | 5.48 | -307.67 | -93.49 |
| % DAT_V | 1.44 | 0 | 0.38 |
| % DAT_I | 8.12 | 0 | 2.47 |
| Desbalance de V | 0.54 | 0 | 0.12 |
| Desbalance I | 9.05 | 0 | 1.54 |
| Energía | | | |
| KWH ENTREGADO | 1,073,156.50 | Demanda Promedio | 1,442.41 |
| Kwh RECIBIDO | 0 | | |
| KVARH Q1 | 13.91 | | |
| KVARH Q2 | 0 | | |
| KVARH Q3 | 0 | | |
| KVARH Q4 | 69,571.10 | | |
| Factor de Carga | 0.7 | | |
| Factor de Perdidas | 0.52 | | |

Subestación: **TUXTLA NORTE**No. Equipo: **TXN4010**Modelo: **Q1000**Tipo de Conexión: **ESTRELLA**Fecha Inicio: **01/08/2014**Hora Inicio: **00:00:00**Fecha Final: **31/08/2014**Hora Final: **23:55:00**

| Parámetro | Máximo | Mínimo | Promedio |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Kv | 14,407.98 | 13,811.62 | 14,135.51 |
| Kw | 9,115.20 | 0 | 3,252.27 |
| K var | 2,995.20 | 0 | 696.52 |
| % DAT_V | 0 | 0 | 0 |
| % DAT_I | 6.56 | 0 | 3.86 |
| Desbalance de V | 0.57 | 0.22 | 0.36 |
| Desbalance I | 25.97 | 0 | 8.23 |
| Energía | | | |
| KWH ENTREGADO | 24.48 | Demanda Promedio | 3,252.27 |
| Kwh RECIBIDO | 0 | | |
| KVARH Q1 | -21.6 | | |
| KVARH Q2 | 0 | | |
| KVARH Q3 | 0 | | |
| KVARH Q4 | 0 | | |
| Factor de Carga | 0.36 | | |
| Factor de Perdidas | 0.16 | | |

Subestación: **TUXTLA SUR**No. Equipo: **TXS4010**Modelo: **ION7700**Tipo de Conexión: **ESTRELLA**Fecha Inicio: **01/08/2014**Hora Inicio: **00:00:00**Fecha Final: **31/08/2014**Hora Final: **23:55:00**

| Parámetro | Máximo | Mínimo | Promedio |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Kv | 14,582.55 | 771.43 | 14,154.66 |
| Kw | 7,892.08 | 0 | 3,850.60 |
| K var | 2,053.05 | 0 | 1,105.21 |
| % DAT_V | 1.41 | 0 | 0.94 |
| % DAT_I | 7.18 | 0 | 4.23 |
| Desbalance de V | 0.78 | 0.01 | 0.24 |
| Desbalance I | 29.79 | 0 | 3.74 |
| Energía | | | |
| KWH ENTREGADO | 2,837,861.25 | Demanda Promedio | 3,850.60 |
| Kwh RECIBIDO | 0 | | |
| KVARH Q1 | 814,524.31 | | |
| KVARH Q2 | 0 | | |
| KVARH Q3 | 0 | | |
| KVARH Q4 | 0 | | |
| Factor de Carga | 0.49 | | |
| Factor de Perdidas | 0.28 | | |

Subestación: **TUXTLA UNO**No. Equipo: **TGU4010**Modelo: **Q1000**Tipo de Conexión: **ESTRELLA**Fecha Inicio: **01/08/2014**Hora Inicio: **00:00:00**Fecha Final: **31/08/2014**Hora Final: **23:55:00**

| Parámetro | Máximo | Mínimo | Promedio |
|------------------------------------|--------------|-------------------------|-----------------|
| Kv | 14,379.92 | 13,705.39 | 14,063.58 |
| Kw | 4,970.81 | 589.24 | 2,435.79 |
| K var | 1,781.94 | -153.49 | 636.57 |
| % DAT_V | 1.56 | 0.41 | 0.89 |
| % DAT_I | 16.86 | 1.5 | 6.51 |
| Desbalance de V | 1.11 | 0.25 | 0.48 |
| Desbalance I | 7.21 | 0.66 | 2.55 |
| Energía | | | |
| KWH ENTREGADO | 1,812,122.50 | Demanda Promedio | 2,435.79 |
| Kwh RECIBIDO | 0 | | |
| KVARH Q1 | 496,252.56 | | |
| KVARH Q2 | 0 | | |
| KVARH Q3 | 0 | | |
| KVARH Q4 | 22,683.18 | | |
| Factor de Carga | 0.49 | | |
| Factor de Perdidas | 0.28 | | |

3.3 Análisis y registro histórico de elementos del SED

| Equipo | KWH E* | KWH R* | DEMANDA MÁXIMA (kW)** | DEMANDA MEDIA (kW)** | FACTOR DE CARGA |
|----------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| RDB4015 | 478,102.19 | 43.49 | 1,463.04 | 643.49 | 0.44 |
| RDB4025 | 646,876.50 | 0 | 1,351.01 | 869.45 | 0.64 |
| RDB4035 | 3,083,165.25 | 0 | 6,151.54 | 4,430.57 | 0.72 |
| RDB4045 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RDB42015 | 4,471,600.00 | 0 | 8,094.24 | 6,010.50 | 0.74 |
| RDB73360 | 0 | 19,726,798.00 | 55,082.40 | 26,517.17 | 0.48 |
| RDB73R20 | 15,277,966.00 | 29,845.20 | 49,836.00 | 21,092.40 | 0.42 |

| Equipo | KWH E* | KWH R* | DEMANDA MÁXIMA (kW)** | DEMANDA MEDIA (kW)** | FACTOR DE CARGA |
|----------|---------------|--------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| TGD4010 | 1,073,131.38 | 0 | 2,069.68 | 1,442.41 | 0.7 |
| TGD4020 | 2,676,756.00 | 0 | 5,614.59 | 3,702.40 | 0.66 |
| TGD4030 | 597,262.00 | 0 | 1,402.13 | 802.77 | 0.57 |
| TGD4040 | 3,721,430.75 | 0 | 7,178.07 | 5,002.09 | 0.7 |
| TGD4050 | 2,083,642.62 | 0 | 4,022.52 | 2,800.68 | 0.7 |
| TGD4060 | 2,651,204.75 | 0 | 4,959.34 | 3,563.52 | 0.72 |
| TGD4070 | 1,922,764.38 | 0 | 3,570.56 | 2,679.26 | 0.75 |
| TGD4080 | 2,549,949.00 | 0 | 5,280.69 | 3,427.74 | 0.65 |
| TGD4090 | 2,004,573.88 | 0 | 3,811.80 | 2,694.40 | 0.71 |
| TGD4100 | 2,511,832.00 | 0 | 4,639.50 | 3,467.07 | 0.75 |
| TGD42010 | 10,333,886.00 | 0 | 18,493.41 | 13,894.54 | 0.75 |
| TGD42020 | 11,553,954.00 | 0.01 | 21,072.67 | 15,537.96 | 0.74 |
| TGD73640 | 0 | 0 | 37,368.00 | 15,022.89 | 0.4 |
| TGD73970 | 0 | 0 | 23,112.00 | 7,389.05 | 0.32 |
| TGD73R20 | 0 | 0 | 49,680.00 | 21,104.75 | 0.42 |

| Equipo | kWH E* | kWH R* | DEMANDA MÁXIMA (kW)** | DEMANDA MEDIA (kW)** | FACTOR DE CARGA |
|----------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| TXN4010 | 6,203.52 | 0 | 9,115.20 | 3,277.97 | 0.36 |
| TXN4020 | 7,446.24 | 0 | 8,328.96 | 4,292.47 | 0.52 |
| TXN4030 | 8,684.64 | 0 | 6,289.92 | 3,556.17 | 0.57 |
| TXN4040 | 5,340.96 | 1.44 | 6,696.00 | 3,450.64 | 0.52 |
| TXN4050 | 2,519,536.50 | 0.08 | 8,838.39 | 3,434.49 | 0.39 |
| TXN4060 | 2,446,068.75 | 0.09 | 10,045.77 | 3,313.20 | 0.33 |
| TXN4070 | 3,354,637.25 | 0.11 | 9,077.70 | 4,559.14 | 0.5 |
| TXN4080 | 2,625,120.50 | 0.13 | 9,196.33 | 3,675.87 | 0.4 |
| TXN42010 | 10,662,379.00 | 0.11 | 21,784.47 | 14,427.34 | 0.66 |
| TXN42020 | 10,984,909.00 | 0 | 19,923.26 | 14,764.07 | 0.74 |
| TXN73640 | 10,891,396.00 | 274,888.34 | 37,396.58 | 15,004.87 | 0.4 |
| TXN73750 | 514.36 | 24,823,214.00 | 52,447.53 | 33,375.23 | 0.64 |
| TXN73760 | 20.93 | 7,790,435.00 | 20,526.30 | 10,495.94 | 0.51 |

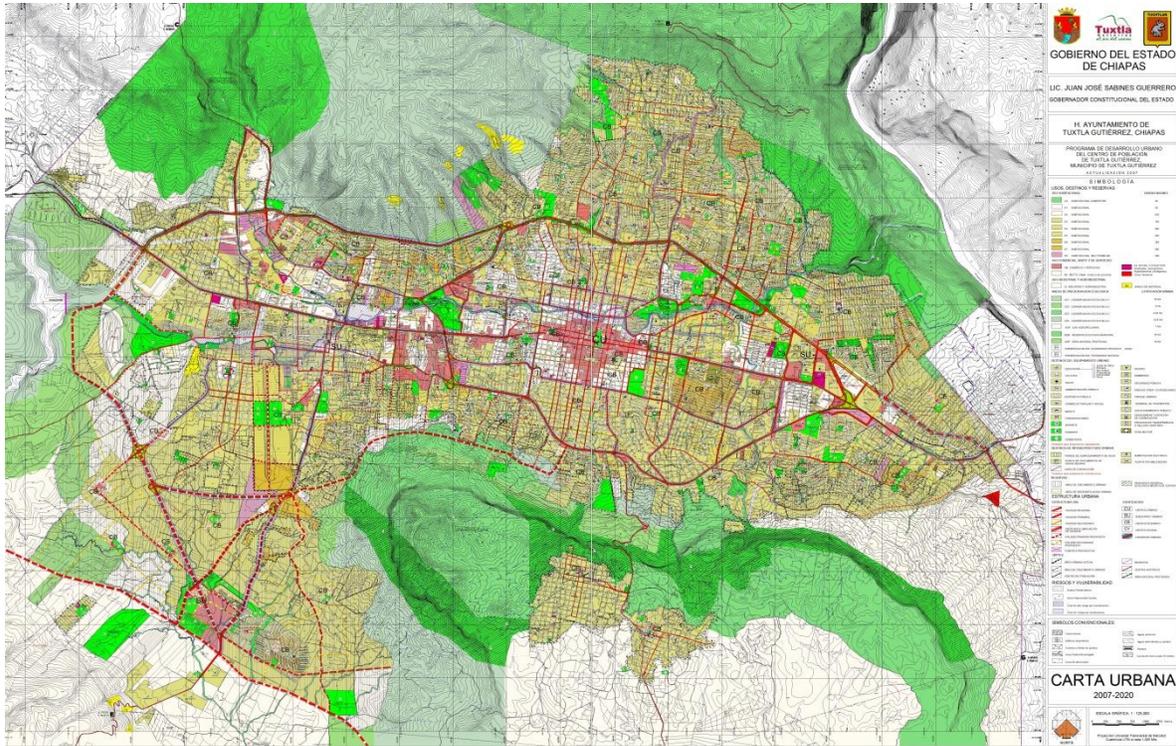
| Equipo | kWH E* | kWH R* | DEMANDA MÁXIMA (kW)** | DEMANDA MEDIA (kW)** | FACTOR DE CARGA |
|----------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| TXS4010 | 2,837,783.75 | 0 | 7,892.08 | 3,859.33 | 0.49 |
| TXS4020 | 2,357,269.75 | 0 | 5,548.74 | 3,209.39 | 0.58 |
| TXS4030 | 3,089,064.25 | 0 | 7,612.88 | 4,198.15 | 0.55 |
| TXS4040 | 2,785,292.75 | 0 | 6,064.30 | 3,781.87 | 0.62 |
| TXS4052 | 0 | 0 | 876 | 550.74 | 0.63 |
| TXS42010 | 11,454,864.00 | 0 | 21,741.51 | 15,544.91 | 0.71 |
| TXS73350 | 190,321.23 | 1,921,992.62 | 15,484.21 | 2,845.90 | 0.18 |
| TXS73360 | 19,650,494.00 | 0 | 54,742.48 | 26,577.33 | 0.49 |
| TXS73370 | 0 | 14,589,629.00 | 36,497.34 | 19,787.10 | 0.54 |
| TXS73820 | 0 | 14,677,559.00 | 37,305.04 | 19,896.97 | 0.53 |

| Equipo | kWH E* | kWH R* | DEMANDA MÁXIMA (kW)** | DEMANDA MEDIA (kW)** | <u>FACTOR DE CARGA</u> |
|----------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| TGU4010 | 1,811,921.38 | 0 | 4,970.81 | 2,435.79 | 0.49 |
| TGU4020 | 3,028,859.25 | 0 | 9,197.10 | 4,071.44 | 0.44 |
| TGU4030 | 1,600,319.62 | 20.55 | 4,594.39 | 2,151.65 | 0.47 |
| TGU4040 | 2,217,542.50 | 0 | 6,732.84 | 2,995.84 | 0.44 |
| TGU4050 | 3,322,122.00 | 0 | 9,325.67 | 4,465.73 | 0.48 |
| TGU4060 | 2,681,957.75 | 0 | 7,754.82 | 3,605.35 | 0.46 |
| TGU4070 | 2,759,989.25 | 0 | 7,107.78 | 3,709.77 | 0.52 |
| TGU4080 | 1,094,196.50 | 0 | 2,535.60 | 1,470.88 | 0.58 |
| TGU4090 | 869,491.31 | 0 | 2,373.06 | 1,168.61 | 0.49 |
| TGU4100 | 2,691,629.25 | 0 | 7,910.80 | 3,618.17 | 0.46 |
| TGU42010 | 11,989,149.00 | 0 | 24,443.93 | 16,118.74 | 0.66 |
| TGU42020 | 10,077,616.00 | 0 | 20,598.64 | 13,545.58 | 0.66 |
| TGU73650 | 194.4 | 6,941,430.00 | 28,252.80 | 9,329.49 | 0.33 |
| TGU73760 | 7,845,761.00 | 0 | 24,451.20 | 10,754.22 | 0.44 |
| TGU73990 | 0 | 22,223,198.00 | 45,921.60 | 29,948.31 | 0.65 |
| TGU77010 | 0 | 0 | 111,132.01 | 104,994.01 | 0.94 |

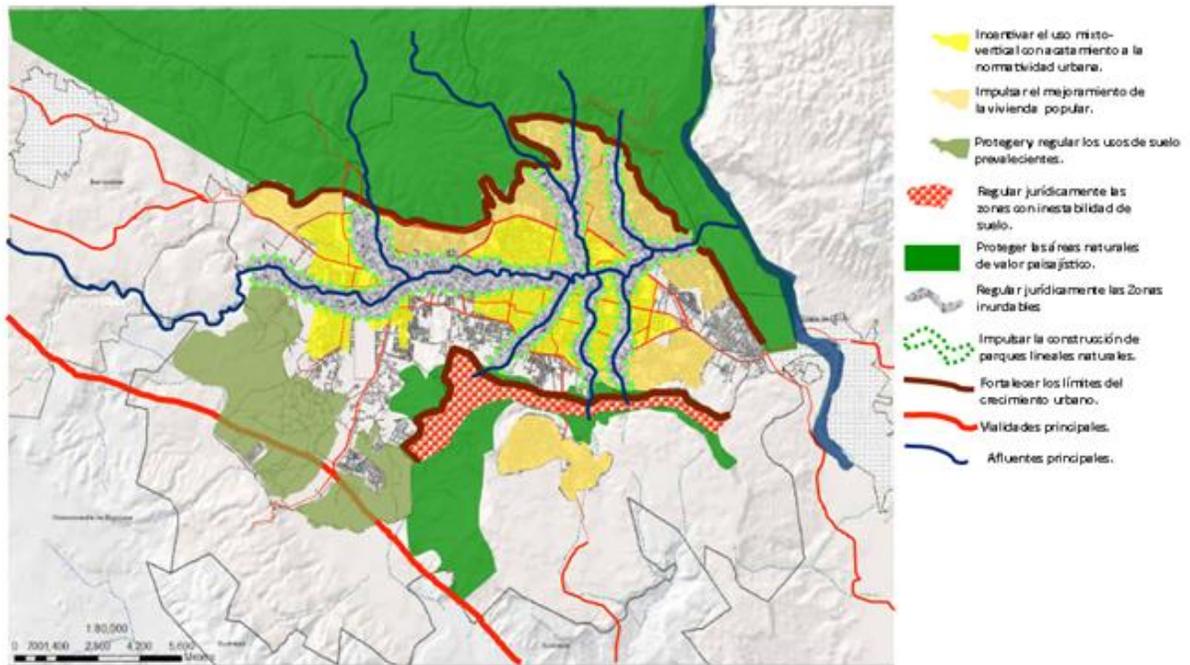
La verificación visual para eliminar las inconsistencias se hace de manera visual a través de graficas horarias para descartar horarios con operaciones que afecten el pronóstico

3.4 Planes de expansión de gobierno y usuarios de media y alta

Para observar los cambios en la estructura urbana de la ciudad se necesita tener la carta urbana de la ciudad, la más completa de ellas es del año 2007 pero el gobierno debate la veracidad de ella y aún se encuentra en estado de actualización, se maneja unos mapas realizados en el 2011 pero de carácter no definitivo, sino como un primer ejercicio de zonificación para una carta urbana.



Carta urbana 2007-2020, con propuesta de reubicación y expansión de las zonas de uso habitacional



Carta urbana no concluida 2014, con propuesta de uso de la vivienda vertical, vivienda con huertos urbanos y verticales

Lo más resaltante en los planes de la ciudad son la promoción de las viviendas verticales, por la limitación de las áreas naturales con las que la ciudad se rodea.

Usuarios importantes de media y alta con planes de expansión

| TGU | Tuxtla uno | TXN | Tuxtla Norte |
|--------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| banco 1-13kV | TGU42010 | banco 1-13kV | TXN42010 |
| TGU4010 | Plaza galerías-Liverpool | TXN4010 | 24 de junio |
| | sría medio ambiente y vivienda | | uní pablo guardado ch SC |
| | UNACH | | snte Sección 40 |
| TGU4020 | Feria Chiapas | | fundación teletón México AC |
| | inmobiliaria Tremandis SA de CV | | ISSTECH oficina central |
| | zoomat | | inst de salud del edo chis |
| | unión price tours hotel's SA CV | TXN4020 | Miradores del sumidero Km4 |
| | cfe RGHG-RTSE | TXN4030 | Palacio de gobierno |
| TGU4030 | S.E. El sabino-Camino real | | trib fral just fisc y admva |
| | univ de ciencias y artes chis | | hotelera esponda araujo |
| | bonampak hotelera | | nvo palacion de gobierno |
| | bbva bancomer SA | | municipio de tx gtz chis |
| TGU4040 | Sams club-Sambors | | comer coahuila SA CV |
| | porm farrera de turismo SA de CV | TXN4040 | IMSS 5 de mayo |
| | promojuegos de mexico SA CV | | hotel safari SA de CV |
| | promotora farrera de ts | | Banrural del istmo S N C |
| | C Y A modas S de RL | banco 2-13kV | TXN42020 |
| TGU4050 | CDD-ISSTE | TXN4050 | Unidad administrativa |
| | inmob la ceiba del STE SA CV | | museo regional de antrop |
| | Planta extractora aceite | | sria educ pub del edo |
| banco 2-13kV | TGU42020 | | instituto de salud |
| TGU4060 | Casa de gobierno-Mirador | TXN4060 | Lib Nte Ote-Parque agroindustrial |
| | inmuebles del golfo SA CV | TXN4070 | Facc. San fernado |
| | rec olefinas y des ind SA CV | | sep cbtis 144 jnt 24 jun |
| TGU4070 | 3a Norte-Centro Poniente | | SMAPA |
| | nva walmart de mexico S de RL CV | TXN4080 | Potinaspak-Lib Nte Pnt |
| | nva walmart de mexico S de RL CV | TGD | Tuxtla dos |
| | prom e inv de guerrero SA CV | banco 1-13kV | TGD42010 |
| | sria de administracion | TGD4010 | La mosca-Jardines del grijalva |
| | centro operativo bancrecer | | Coppel S A de C V |
| | red univercom sc | | Hospital Regional Pediatrico |
| | promotora farrera de tur SA CV | | Gec/Secretaria de hacienda |
| | nva walmart de mexico SA CV | TGD4020 | Soriana subteraneo |
| TGU4080 | Las arboledas | | Almacen estatal del ISSST |
| TGU4090 | OCC-Plaza del sol | | Expogramos Mexicanos S A de S V |

| | | | |
|--------------|--------------------------------|--------------|------------------------------------|
| TGU4100 | Walmart-La fuente | TGD4030 | Hospital bicentenario-Sams |
| TXS | Tuxtla Sur | | RM dipsa S A de S V |
| banco 1-13Kv | TXS42010 | | Consejo est p cult artes chis |
| TXS4010 | San jose teran | | Universidad politecnica chis |
| TXS4020 | Facc. Campanario | TGD4040 | Libramiento sur- 12 poniente |
| | axa yazaki de mexico SA CV | | SMAPA |
| TXS4030 | Plan de ayala | | Gobierno del Edo Chis |
| | Gerencia reg de transm sureste | TGD4050 | La mision-Esc trabajo social |
| | pemex refina suptencia loc ven | | tiendas desc monterey SA CV |
| | Inst tec y est sup de mon | | Mpio Tuxtla Gtz Chiapas |
| TXS4040 | Teran | | IMSS ofnas sub delegacionales |
| | sria de la defensa nal | | Belenda Martinez SA de CV |
| TXS4052 | San vicente | | Centro de convenciones |
| RDB | Real del bosque | | Colegio de bachilleres chis |
| banco 1-13kv | RDB42015 | banco 2-13kv | TGD42020 |
| RDB4015 | bonanza-frigorifico | TGD4060 | Plaza walmart-Patria nueva |
| RDB4025 | Real del bosque Geo | | com mex amer gusano barr |
| RDB4035 | Real del bosque Dos | TGD4070 | Bienestar social-Inde |
| | | TGD4080 | Blvd A A Corzo-16 oriente chedraui |
| | | TGD4090 | Chevrolet lib sur-Suchiapa |
| | | TGD4100 | Hospital regional-9a sur |

4. Resultados y conclusiones

4.1 Resultados

| RDV-REAL DEL BOSQUE | | | HISTORIAL (Kw) | | | | | | | |
|--|---------------------|--------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Circuito | Nombre | Banco | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| SISTEMA: | 13.8 kv | 20 MVA | | | | | | | | |
| 4015 | BONANZA-FROGORIFICO | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1159 | 1405 | 5545 | 6454 |
| 4025 | REAL DEL BOSQUE-GEO | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1051 | 1271 | 1378 | 3977 |
| 435 | REAL DEL BOSQUE DOS | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 351 | 325 | 346 | 366 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2561 | 3001 | 7269 | 10787 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.07 | 1.06 | 1.02 | 1.01 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2398 | 2825 | 7103 | 10895 |
| TENDENCIA | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.8 | 151.4 | 52.9 |
| SUMA DEMANDAS MAXIMAS DE BANCO POR BUS | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2398 | 2825 | 7103 | 10895 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| DEMANDA MAXIMA SUBESTACION | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2398 | 2825 | 7103 | 10895 |
| TENDENCIA DE CRECIMIENTO % | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.8 | 151.4 | 51.9 |
| PRONOSTICO (kW) | | | | | | | | | | |
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| | | | | | | | | | | |
| | 7362 | 8271 | 9180 | 10088 | 10997 | 11906 | 12814 | 13723 | 14632 | |
| | 4172 | 4368 | 4564 | 4759 | 4966 | 5153 | 5360 | 5548 | 5746 | |
| | 367 | 378 | 389 | 401 | 413 | 426 | 438 | 451 | 465 | |
| | 11901 | 13017 | 14133 | 15248 | 16366 | 17485 | 18602 | 19722 | 20843 | |
| | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| | 11901 | 13017 | 14133 | 15248 | 16366 | 17485 | 18602 | 19722 | 20843 | |
| | 10.3 | 9.4 | 8.6 | 7.9 | 7.3 | 6.8 | 6.4 | 6.0 | 5.7 | |
| | 11901 | 13017 | 14133 | 15248 | 16366 | 17485 | 18602 | 19722 | 20843 | |
| | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| | 11901 | 13017 | 14133 | 15248 | 16366 | 17485 | 18602 | 19722 | 20843 | |
| | 10.3 | 9.4 | 8.6 | 7.9 | 7.3 | 6.8 | 6.4 | 6.0 | 5.7 | |

| TGU-TUXTLA UNO | | | HISTORIAL (Kw) | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Circuito | Nombre | Banco | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| SISTEMA: 13.8 kV 30 MVA | | | | | | | | | | |
| 4010 | PLAZA GALERIAS-LIVERPOOL | 1 | 6395 | 6028 | 5680 | 4218 | 4294 | 2340 | 5255 | 5388 |
| 4020 | FERIA CHIAPAZ | 1 | 4806 | 4803 | 4803 | 5844 | 5216 | 6887 | 6143 | 6450 |
| 4030 | S.E. EL SABINO-CAMINO REAL | 1 | 8142 | 7106 | 8104 | 8307 | 8515 | 6278 | 5546 | 5686 |
| 4040 | SAMS CLUB-SAMBORS | 1 | 5340 | 4365 | 4864 | 5275 | 4821 | 3928 | 3571 | 3661 |
| 4050 | CDD-ISSTE | 1 | 6437 | 6644 | 6929 | 7126 | 6869 | 8020 | 7599 | 7969 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 31123 | 26945 | 30380 | 30772 | 29715 | 27453 | 26114 | 29174 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.29 | 1.25 | 1.29 | 1.21 | 1.17 | 1.09 | 1.14 | 1.09 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 24105 | 23213 | 23518 | 25368 | 25402 | 25297 | 24582 | 26765 |
| TENDENCIA | | | | -3.7 | 1.3 | 7.8 | 0.2 | -0.4 | -2.8 | 8.9 |
| SISTEMA: 13.8 kV 30 MVA | | | | | | | | | | |
| 4060 | CASA DE GOBIERNO-MIRADOR | 2 | 5607 | 6386 | 6394 | 6415 | 6363 | 5310 | 4960 | 5106 |
| 4070 | BANORTE-CENTRO PONIENTE | 2 | 6618 | 6436 | 6517 | 7303 | 7159 | 6785 | 6507 | 6645 |
| 4080 | LAS ARBOLEDAS | 2 | 0 | 0 | 0 | 2311 | 2961 | 2640 | 2743 | 2839 |
| 4090 | OCC-PLAZA DEL SOL | 2 | 0 | 0 | 2292 | 2370 | 0 | 2112 | 2301 | 2369 |
| 4100 | WALMART-LAFUENTE | 2 | 0 | 0 | 0 | 4080 | 1536 | 6257 | 6406 | 6567 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 12225 | 12821 | 15203 | 18879 | 18039 | 23115 | 22935 | 2357 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 0.71 | 0.75 | 0.82 | 1.04 | 1.0 | 1.03 | 1.01 | 1.03 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 17125 | 17116 | 18500 | 18066 | 18006 | 22496 | 22709 | 22832 |
| TENDENCIA | | | | -0.1 | 8.1 | -2.3 | -0.3 | 24.9 | .9 | .5 |
| SUMA DEMANDAS MAXIMAS DE BANCO POR BUS | | | 41232 | 40329 | 41018 | 43426 | 43410 | 47795 | 47291 | 49587 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.0 | 1.0 | 1.02 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| DEMANDA MAXIMA SUBESTACION | | | 41232 | 40329 | 41175 | 43426 | 43410 | 47795 | 47291 | 49587 |
| TENDENCIA DE CRECIMIENTO % | | | | -2.2 | 2.1 | 5.5 | 0.0 | 10.1 | -1.1 | 4.9 |
| PRONOSTICO (kw) | | | | | | | | | | |
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| | | | | | | | | | | |
| | 5524 | 5664 | 5807 | 5964 | 6106 | 6259 | 6418 | 6590 | 6747 | |
| | 6756 | 7063 | 7370 | 4606 | 4790 | 4974 | 5158 | 5342 | 5525 | |
| | 4654 | 4782 | 4903 | 2963 | 3028 | 3106 | 3183 | 3263 | 3345 | |
| | 3754 | 3849 | 3945 | 4046 | 4149 | 4254 | 4361 | 4471 | 4586 | |
| | 4609 | 4823 | 5038 | 5253 | 5468 | 5682 | 5897 | 6112 | 6327 | |
| | 25307 | 25181 | 27064 | 22812 | 23540 | 24274 | 25017 | 25768 | 25630 | |
| | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | |
| | 23217 | 24019 | 24829 | 20926 | 21595 | 22270 | 22961 | 23640 | 24339 | |
| | -13.3 | 3.5 | 3.4 | -15.7 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.0 | 3.0 | |
| | | | | | | | | | | |
| | 5236 | 5368 | 5503 | 5643 | 5786 | 5932 | 6062 | 6235 | 6394 | |
| | 6786 | 6925 | 7065 | 7204 | 7344 | 7483 | 7622 | 7762 | 7901 | |

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2936 | 3031 | 3127 | 3223 | 3319 | 3415 | 3512 | 3606 | 3704 |
| 2419 | 2480 | 2543 | 2607 | 2673 | 2742 | 2810 | 2881 | 2954 |
| 4848 | 4971 | 5095 | 5225 | 5388 | 5493 | 5631 | 5774 | 5921 |
| 22223 | 22775 | 23334 | 23902 | 24479 | 25064 | 25668 | 25261 | 25874 |
| 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.03 |
| 21575 | 22112 | 22654 | 23205 | 23766 | 24334 | 24911 | 25495 | 25091 |
| -5.5 | 2.5 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.3 |
| 44793 | 45131 | 47484 | 44134 | 45362 | 46604 | 47862 | 49135 | 50431 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 44793 | 45131 | 47484 | 44134 | 45362 | 46604 | 47862 | 49135 | 50431 |
| -9.7 | 3.0 | 2.9 | -7.1 | 2.8 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.6 |

| TGD-TUXTLA DOS | | | HISTORIAL (Kw) | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Circuito | Nombre | Banco | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| SISTEMA: 13.8 kV 30 MVA | | | | | | | | | | |
| 4010 | LAMOSCA-JARDINESDEL | 1 | 8609 | 8235 | 8165 | 8029 | 5395 | 4569 | 4527 | 4663 |
| 4020 | SORIANASUBTERRANEO | 1 | 7063 | 7540 | 6635 | 2657 | 2777 | 2962 | 3129 | 3268 |
| 4030 | HOSPITAL BICENTENARIO | 1 | 4642 | 4692 | 4692 | 4009 | 4673 | 769 | 757 | 791 |
| 4040 | LIBRAMIENTO SUR-12 | 1 | 5498 | 7600 | 7897 | 5547 | 6405 | 6654 | 6797 | 6910 |
| 4050 | LA MISION-ESC TRABAJO | 1 | 4574 | 5781 | 5459 | 7019 | 7981 | 8136 | 7541 | 8360 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 30375 | 33828 | 32848 | 27526 | 27202 | 23069 | 22751 | 23962 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.64 | 1.74 | 1.75 | 1.11 | 1.42 | 1.14 | 1.16 | 1.14 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 18572 | 19420 | 18735 | 24526 | 19173 | 20219 | 19603 | 21037 |
| TENDENCIA | | | | 4.6 | -3.5 | 30.9 | -21.8 | 5.5 | -3.0 | 7.3 |
| SISTEMA: 13.8 kV 30 MVA | | | | | | | | | | |
| 4060 | PLAZA WALTMART-PATRIA | 2 | 4854 | 4667 | 4501 | 4105 | 5297 | 5214 | 5561 | 6490 |
| 4070 | BIENESTAR SOCIAL-INDE | 2 | 0 | 0 | 0 | 1325 | 3725 | 3748 | 5406 | 5470 |
| 4080 | BLVD AA CORZO-16 ORIENTE | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5660 | 5718 |
| 4090 | CHEVROLET LIB SIR | 2 | 0 | 0 | 0 | 5141 | 5953 | 6271 | 6498 | 4143 |
| 4100 | HOSPITAL REGIONAL- 9A SUR | 2 | 0 | 0 | 0 | 5516 | 6714 | 6778 | 6894 | 7314 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 4854 | 4667 | 4501 | 16067 | 21700 | 22011 | 29999 | 29135 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 0.33 | 1.28 | 0.26 | 1.11 | 1.13 | 1.01 | 1.22 | 1.01 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 14780 | 16840 | 17200 | 14568 | 19156 | 21849 | 24643 | 28847 |
| TENDENCIA | | | | 13.9 | 2.1 | -15.4 | 31.6 | 14.1 | 12.8 | 17.1 |
| SUMA DEMANDAS MAXIMAS DE BANCO POR BUS | | | 33362 | 36280 | 35935 | 39065 | 38329 | 42068 | 44245 | 49663 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.01 | 1.05 | 1.0 | 1.08 | 1.0 | 1.05 | 1.04 | 1.05 |
| DEMANDA MAXIMA SUBESTACION | | | 33028 | 34442 | 35935 | 36344 | 38329 | 39639 | 42588 | 47060 |
| TENDENCIA DE CRECIMIENTO % | | | | 4.3 | 4.3 | 1.1 | 5.5 | 3.4 | 7.4 | 10.5 |

| PRONOSTICO (kW) | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| | | | | | | | | |
| 4803 | 4947 | 5096 | 5248 | 5406 | 5568 | 5735 | 5907 | 6084 |
| 3414 | 3555 | 3724 | 3890 | 4053 | 4244 | 4433 | 4630 | 4935 |
| 825 | 863 | 360 | 375 | 393 | 411 | 429 | 448 | 468 |
| 4425 | 4495 | 4567 | 4639 | 4711 | 4782 | 4854 | 4925 | 4997 |
| 8379 | 8407 | 5618 | 5640 | 5662 | 5684 | 5705 | 5729 | 5751 |
| 21847 | 22279 | 19354 | 19793 | 20234 | 20689 | 21157 | 21639 | 22145 |
| 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 |
| 19164 | 19543 | 16965 | 17362 | 17749 | 18148 | 18569 | 18962 | 19418 |
| -8.9 | 2.0 | -13.1 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | | | | | | | | |
| 6534 | 6579 | 5067 | 5122 | 5157 | 5194 | 5230 | 5265 | 5303 |
| 5534 | 5602 | 5669 | 5737 | 5806 | 5876 | 5945 | 6018 | 6090 |
| 5786 | 5865 | 5926 | 5997 | 6069 | 6142 | 6216 | 6290 | 6365 |
| 4193 | 4243 | 4294 | 4345 | 4397 | 4450 | 4504 | 4567 | 4612 |
| 6033 | 6360 | 6688 | 7015 | 7343 | 7671 | 7999 | 8325 | 8654 |
| 28061 | 26640 | 27654 | 26216 | 26487 | 29333 | 29895 | 30455 | 31025 |
| 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| 27803 | 26365 | 27390 | 27937 | 26487 | 29043 | 29599 | 30154 | 30718 |
| -3.6 | 2.0 | -3.4 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| 45967 | 47899 | 44375 | 45299 | 46236 | 47191 | 48158 | 49135 | 50135 |
| 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 |
| 44306 | 45188 | 41854 | 42735 | 43619 | 44520 | 45432 | 45365 | 47298 |
| -5.8 | 2.0 | -7.4 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |

| TXN-TUXTLA NORTE | | | HISTORIAL (Kw) | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|--------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Circuito | Nombre | Banco | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| SISTEMA: | 13.8 kV | 30 MVA | | | | | | | | |
| 4010 | 24 DE JUNIO | 1 | 7240 | 6716 | 6672 | 7122 | 7372 | 7098 | 6921 | 8622 |
| 4020 | MIRADORES DEL SUMIDERO | 1 | 8024 | 5823 | 5971 | 6510 | 6729 | 6492 | 6586 | 6752 |
| 4030 | PALACIO DE GOBIERNO | 1 | 4643 | 4216 | 7342 | 7584 | 7224 | 4348 | 6147 | 6431 |
| 4040 | IMSS-5 DE MAYO | 1 | 5472 | 5536 | 5497 | 7268 | 5049 | 5068 | 5707 | 5789 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 25384 | 22290 | 25482 | 28484 | 26374 | 22995 | 25360 | 27594 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.11 | 1.02 | 1.14 | 1.13 | 1.11 | 1.09 | 1.2 | 1.09 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 22902 | 21764 | 22444 | 25102 | 23757 | 21095 | 21064 | 25316 |
| TENDENCIA | | | | -5.0 | 3.1 | 11.8 | -5.4 | -11.2 | -0.2 | 20.2 |
| SISTEMA: | 13.8 kV | 30 MVA | | | | | | | | |
| 4050 | UNIDAD ADMINISTRATIVA-OLZ | 2 | 5961 | 4458 | 5290 | 4821 | 4560 | 4414 | 4537 | 4628 |
| 4060 | LIB NTE OTE-PARQUE | 2 | 5368 | 4348 | 4603 | 4970 | 5468 | 5933 | 6041 | 6257 |

| | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4070 | FRACC. SAN FERNANDO | 2 | 4769 | 3977 | 4453 | 4938 | 5625 | 5919 | 6289 | 6633 |
| 4080 | POTINASPAK-LIBRAMIENTO | 2 | 2973 | 4796 | 5687 | 5195 | 5931 | 5306 | 5394 | 6571 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 19091 | 17578 | 20033 | 19885 | 21575 | 21574 | 22261 | 24069 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.11 | 1.03 | 1.2 | 1.02 | 1.08 | 1.05 | 1.04 | 1.05 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 17130 | 17000 | 16697 | 19554 | 19904 | 20405 | 21376 | 22725 |
| TENDENCIA | | | | -0.8 | -1.8 | 17.1 | 1.8 | 2.5 | 4.8 | 6.3 |
| SUMA DEMANDAS MAXIMAS DE BANCO POR BUS | | | 40032 | 38764 | 39141 | 44665 | 43661 | 41501 | 42440 | 48041 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.04 | 1.02 | 1.01 | 1.0 | 1.01 | 1.0 | 1.0 | 1.00 |
| DEMANDA MAXIMA SUBESTACION | | | 38334 | 937894 | 38596 | 44439 | 43248 | 41501 | 42323 | 48041 |
| TENDENCIA DE CRECIMIENTO % | | | | -1.1 | 1.9 | 15.1 | -2.7 | -4.0 | 2.0 | 13.5 |

| PRONOSTICO (kW) | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| | | | | | | | | | |
| 8740 | 8888 | 6377 | 6470 | 6554 | 6660 | 6756 | 6866 | 6963 | |
| 6922 | 7098 | 7277 | 7461 | 7650 | 7844 | 8042 | 8245 | 8454 | |
| 6715 | 6999 | 7263 | 7567 | 7861 | 8135 | 8419 | 8703 | 8967 | |
| 5871 | 5962 | 6034 | 6116 | 6198 | 6280 | 6382 | 6443 | 6525 | |
| 28248 | 28907 | 26971 | 27614 | 28263 | 28919 | 29579 | 30245 | 30919 | |
| 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | |
| 25316 | 26520 | 24744 | 25334 | 25929 | 25531 | 27137 | 27749 | 26366 | |
| 2.4 | 2.3 | -6.7 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | |
| | | | | | | | | | |
| 4720 | 4815 | 4911 | 5009 | 5109 | 5212 | 5316 | 5422 | 5531 | |
| 6473 | 6690 | 3453 | 3561 | 3669 | 3777 | 3886 | 3993 | 4101 | |
| 6977 | 7321 | 5212 | 5445 | 5679 | 5913 | 6147 | 6381 | 6615 | |
| 6898 | 7224 | 7562 | 7881 | 8210 | 8539 | 8870 | 9201 | 9533 | |
| 25068 | 26080 | 21128 | 21895 | 22667 | 23441 | 24218 | 24997 | 25780 | |
| 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | |
| 23649 | 24575 | 19932 | 20657 | 21384 | 22114 | 22847 | 23582 | 24321 | |
| 4.1 | 3.9 | -18.9 | 3.6 | 3.5 | 3.4 | 3.3 | 3.2 | 3.1 | |
| 49555 | 51096 | 44675 | 45991 | 47313 | 48645 | 49984 | 51331 | 52687 | |
| 1.00 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| 49555 | 51096 | 44675 | 45991 | 47313 | 48645 | 49984 | 51331 | 52687 | |
| 3.2 | 3.1 | -12.6 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 2.6 | |

| TXS-TUXTLA SUR | | | HISTORIAL (Kw) | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Circuito | Nombre | Banco | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| SISTEMA: 13.8 kV 30 MVA | | | | | | | | | | |
| 4010 | SAN JOSE TERAN | 1 | 4816 | 5885 | 7099 | 8705 | 7098 | 5519 | 5774 | 5850 |
| 4020 | FRACC. CAMPANARIO | 1 | 4706 | 3902 | 5200 | 6334 | 6139 | 6256 | 5601 | 6937 |

| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4030 | PLAN DE AYALA | 1 | 4774 | 6022 | 6460 | 7120 | 7601 | 7993 | 7293 | 7744 |
| 4040 | TERAN | 1 | 4409 | 4696 | 4941 | 4624 | 4807 | 5407 | 5685 | 5868 |
| 4050 | SANN VICENTE | 1 | 0 | 0 | 2328 | 2732 | 447 | 456 | 806 | 841 |
| SUMA DE DEMANDAS MAXIMAS | | | 18705 | 20505 | 26028 | 29515 | 26092 | 25631 | 25159 | 27240 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.07 | 1.06 | 1.09 | 1.11 | 1.01 | 1.10 | 1.2 | 1.1 |
| DEMANDA MAXIMA DEL BANCO POR BUS | | | 17453 | 19321 | 23880 | 26534 | 25735 | 23197 | 20890 | 24764 |
| TENDENCIA | | | | 10.7 | 23.6 | 11.1 | -3.0 | -9.9 | -9.9 | 18.5 |
| SUMA DEMANDAS MAXIMAS DE BANCO POR BUS | | | 17453 | 19321 | 23880 | 26534 | 25735 | 23197 | 20890 | 24764 |
| FACTOR DE DIVERSIDAD | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| DEMANDA MAXIMA SUBESTACION | | | 17453 | 19321 | 23880 | 26534 | 25735 | 23197 | 20890 | 24764 |
| TENDENCIA DE CRECIMIENTO % | | | | 10.7 | 23.6 | 11.1 | -3.0 | -9.9 | -9.9 | 18.5 |
| PRONOSTICO (kW) | | | | | | | | | | |
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| | | | | | | | | | | |
| | 3853 | 3902 | 3952 | 4001 | 4051 | 4101 | 4151 | 4200 | 4250 | |
| | 7454 | 7969 | 8485 | 6274 | 6648 | 7022 | 7395 | 7769 | 8143 | |
| | 8196 | 8647 | 9099 | 6303 | 6601 | 6899 | 7197 | 7495 | 7793 | |
| | 6050 | 6233 | 6416 | 6599 | 6781 | 6964 | 7147 | 7329 | 7512 | |
| | 877 | 915 | 954 | 995 | 1038 | 1082 | 1129 | 1177 | 1228 | |
| | 26430 | 27666 | 28906 | 24172 | 25119 | 26068 | 27019 | 27970 | 28926 | |
| | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | |
| | 24027 | 25151 | 26278 | 21975 | 22835 | 23698 | 24563 | 25427 | 26296 | |
| | -3.0 | 4.7 | 4.5 | -16.4 | 3.9 | 2.8 | 3.6 | 3.5 | 3.4 | |
| | 24027 | 25151 | 26278 | 21975 | 22835 | 23698 | 24563 | 25427 | 26296 | |
| | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| | 24027 | 25151 | 26278 | 21975 | 22835 | 23698 | 24563 | 25427 | 26296 | |
| | -3.0 | 4.7 | 4.5 | -16.4 | 3.9 | 3.8 | 3.6 | 3.5 | 3.4 | |

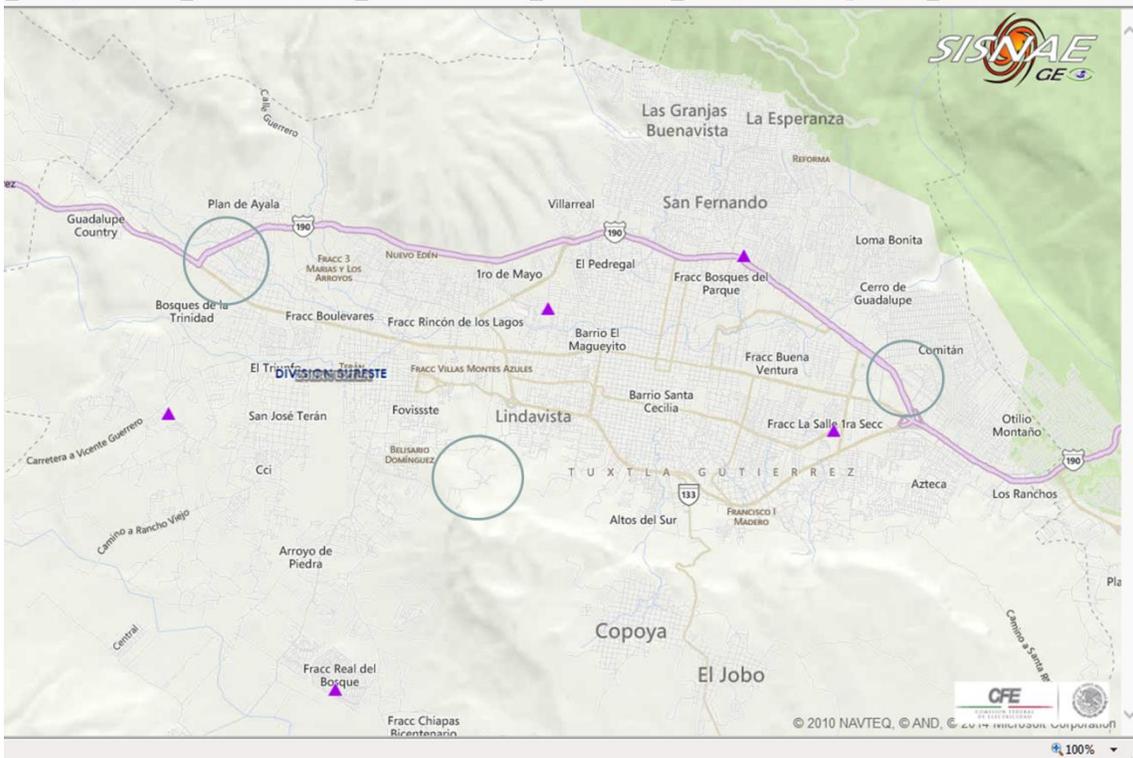
Resultado de los pronósticos de demandas en los SED de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, de manera detallada por circuito

4.2 Conclusiones

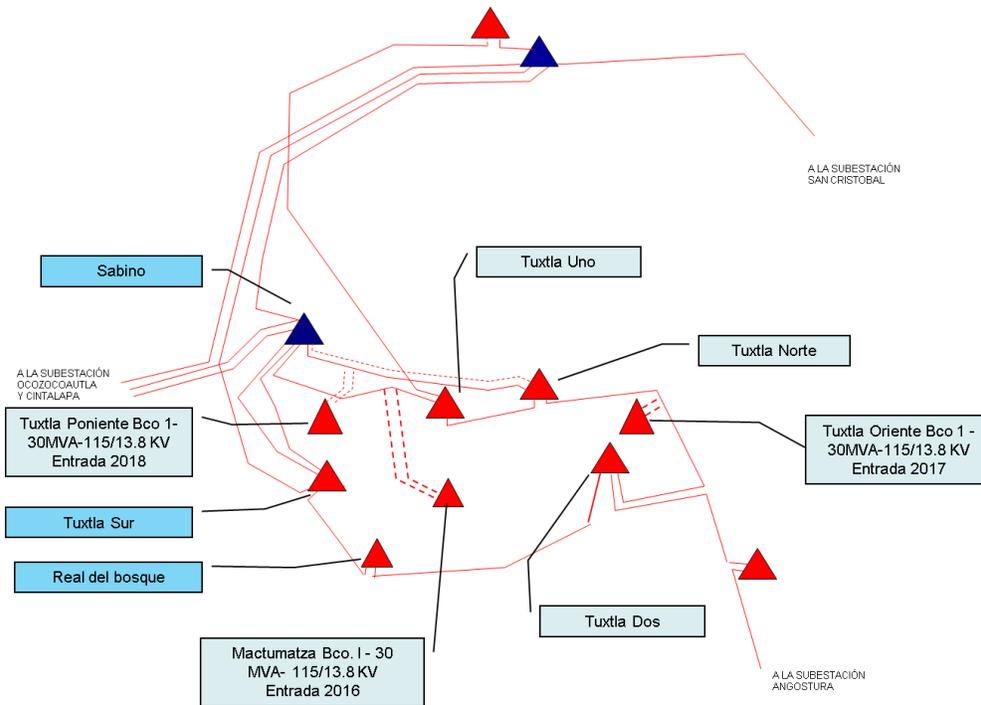
Para satisfacer el crecimiento en la demanda de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se determina la capacidad y ubicación óptima de las subestaciones, así como las líneas de subtransmisión necesarias en cada horizonte de pronóstico. Analizando el crecimiento de la demanda máxima de energía eléctrica esperada para el periodo 2015-2023, considerando el crecimiento histórico, el programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Tuxtla Gutiérrez y los nuevos polos de desarrollo

| SUBESTACION | MVA | KV | CIRCUITOS | FECHA PROPUESTA |
|--|-----|------|-----------|-----------------|
| TUXTLA ORIENTE BCO. 1 | 30 | 13.8 | 6 | dic-16 |
| TUXTLA PONIENTE BCO. 1 | 30 | 13.8 | 4 | dic-17 |
| MACTUMATZA BCO. 1 | 30 | 13.8 | 6 | dic-15 |
| LINEAS DE ALTA TENSION TUXTLA | | | | |
| TUXTLA ORIENTE ENTRONQUE TUXTLA NORTE-TUXTLA DOS | | | | |
| TUXTLA PONIENTE ENTRONQUE EL SABINO-TUXTLA NORTE | | | | |
| MACTUMATZA ENTRONQUE EL SABINO-TUXTLA UNO | | | | |
| EL SABINO-TUXTLA NORTE | | | | |

Obras de infraestructura necesaria 2015-2017



Ubicación propuesta para las subestaciones propuestas



Red del sistema eléctrico de potencia de la ciudad de Tuxtla para el año 2018

5. Referencias

- [1] Poise de trabajo, Departamento de integración de programas e información, Comisión Federal de Electricidad.
- [2] Introducción a los mercados de energía eléctrica, g Gutiérrez Alcaraz y J.H. Tovar Hernández.
- [3] Plan rector de distribution, Direction de distribution, Comisión Federal de Electricidad.
- [4] Guía para planeación de los sistemas eléctricos de distribución, subdirección de distribución, Comisión Federal de Electricidad.
- [5] Desarrollo de mercado eléctrico GD-P-GEN-PO-003 2012, Comisión Federal de Electricidad.
- [6] Procedimiento para la realización de los estudios de planeación a corto plazo de un sistema de distribución PLA-0560, Comisión Federal de Electricidad.
- [7] Procedimiento para la determinación de pérdidas de energía en el sistema eléctrico de distribución PE-01300-003, Comisión Federal de Electricidad.
- [8] Carta Urbana 2007-2020, programa de desarrollo urbano del centro de población, ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez.
- [9] Programa de obras e inversiones del sector eléctrico, subdirección de programación, Comisión Federal de Electricidad