



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO DE CARGABILIDAD Y OPTIMIZACION EN
CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 KV DE LA
S/E VIGIA I**

Br. Gustavo E. Carrero S.

Mérida, Junio de 2018.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO DE CARGABILIDAD Y OPTIMIZACION EN
CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 KV DE LA
S/E VIGIA I**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Electricista

www.bdigital.ula.ve

Br. Gustavo E. Carrero S.

Tutor: Ernesto Mora

Asesor: Ing. Luis Rivas

Mérida, Junio de 2018.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO DE CARGABILIDAD Y OPTIMIZACION EN
CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 KV DE
LA S/E VIGIA I**

Br. Gustavo E. Carrero S.

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de los Andes por el siguiente Jurado.

Prof. Pedro Mora

Jurado

Prof. Carlos Nava

Jurado

Prof. Ernesto Mora

Tutor

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO Y A LA VIRGEN, por estar conmigo en cada paso que doy, por ayudarme todos los días de mi vida, por darme el valor para afrontar los retos, iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo mi estudio.

A MIS PADRES, por su apoyo incondicional y por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, sin ustedes no lo hubiese logrado.

A MIS HERMANOS, con quien crecí compartiendo mis triunfos y desaciertos apoyándome siempre.

A MI FAMILIA, por apoyarme cada día de mi vida en mi carrera universitaria y por darme la oportunidad de crecer cada día.

A MIS AMIGOS, por su orientación, ayuda y compañía, para ustedes siempre habrá el más grande aprecio.

A MI TUTOR, Profesor Ernesto Mora, por compartir sus conocimientos y brindarme las herramientas necesarias para lograr culminar mi proyecto, siempre con el mismo trato y afecto, gracias a sus enseñanzas y dedicación durante la realización de este trabajo.

Al Ing. Miguel Sarache, Ing. Hedilberto Tobito y al Ingeniero Luis Rivas, que gracias a su experiencia se pudo llevar a cabo este trabajo sin ningún tipo de complicación, por su compromiso para conmigo y a la profesora de econometría Laura Castillo por sus orientaciones previas con el E-VIEWS.

A LA ILUSTRE UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, por ser la casa de estudio que me permitió formarme, y por darme todas las herramientas necesarias para lograr esta meta.

A todos muchas gracias.

Br. Gustavo Enrique Carrero Soto. Estudio de Cargabilidad y Optimización en Circuitos de Distribución en 13.8 kV de la S/E Vigía I. Universidad de Los Andes. Tutor: Prof. Ernesto Mora. Mayo 2018.

RESUMEN

Debido al crecimiento poblacional y al patrón de consumo que ha venido presentando la ciudad de El Vigía, el sistema eléctrico de la zona no se encuentra operando en condiciones óptimas, generándose con esto un déficit en la calidad del servicio eléctrico, debido principalmente a las grandes caídas de tensión y sobrecarga que presentan gran parte de los troncales de los circuitos, resultando afectados los usuarios residenciales comerciales e industriales que de alguna u otra manera son atendidos por el servicio que presta la empresa eléctrica. En relación a los problemas presentados, CORPOELEC ha incluido en sus planes de inversión la necesidad de crear una nueva subestación de 115/34.5/13.8 kV de manera tal que esta pase a tomar parte de la carga que manejan la actual subestación Vigía I y subestación El Bosque, y aquellos circuitos que presentan grandes distancias de recorrido sean alimentados por la S/E más cercana y así puedan operar en mejores condiciones. Por lo anteriormente descrito fue necesario el estudio del sistema eléctrico de distribución de la zona para mejorar la calidad del sistema, estudio donde se realizó un análisis del sistema presente, a través del sistema PADDE; arrojando indicadores tales como: caída de tensión, Cargabilidad de los conductores, kVA instalados y las pérdidas de potencia activa en kW entre otros. También se realizó la proyección de la demanda por medio de la herramienta E-VIEWS en todos los circuitos y las subestaciones para corto, mediano y largo plazo a partir de los históricos de demandas máximas mensuales de los circuitos y de las subestaciones. Para mejorar el servicio se recomendó la reconfiguración de los circuitos, la construcción de una nueva subestación de transmisión y el aumento de capacidad en los troncales de los alimentadores.

Descriptor: Proyección de demanda, Análisis del sistema presente, Sistema PADDE, E-VIEWS, Planificación del Sistema Eléctrico de Distribución.

ÍNDICE GENERAL

APROBACION.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCION.....	1
Capitulo	PP.
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Generales.....	5
1.4.2 Específicos.....	6
1.5 Metodología.....	6
1.5.1 Tipo de Investigación.....	6
1.5.2 Revisión Bibliográfica y obtención de información.....	6
1.6 Corporación Electrica Nacional (CORPOELEC).....	7
1.7 Misión.....	8
1.8 Visión.....	8
2. MARCO TEORICO.....	9
2.1 Parámetros de Confiabilidad Definidos por Cadafe [Parámetros y Criterios para Estudios y Diseño de las Redes de Media Tensión, 2010].....	9
2.1.1 Parámetros y Criterios Técnicos.....	10
2.1.2 Cargabilidad.....	10
2.1.3 Capacidad Firme.....	11
2.1.4 Capacidades de las Subestaciones.....	12
2.1.5 Perfil de Tensión en condición normal.....	12
2.1.6 Perfil de Tensión Condición de Contingencia N-1.....	13
2.1.7 Factor de Potencia a nivel de salida de Circuitos de MT.....	13
2.1.8 Pérdidas de Potencia activa Máximas en Circuitos de MT.....	13
2.1.9 Factor de Utilización de los Transformadores MT/BT.....	13
2.2 Proyeccion de Demanda.....	14
2.3 Análisis del Sistema Presente.....	14
2.4 Planificación a Corto Plazo.....	15
2.5 Planificación a Mediano o Largo Plazo.....	15
3. DESCRIPCION DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES UTILIZADAS.....	16
3.1 Sistema Padde.....	16
3.1.1 Descripción General.....	16
3.2 Especificaciones del E-Views.....	24
3.2.1 Descripción general.....	24

4. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA ACTUAL Y PROYECCION DE DEMANDA.....	30
4.1 Especificaciones del Sistema Actual de la Ciudad El Vigía.....	30
4.2 Proyeccion de Demanda.....	32
4.2.1 Proyección de demanda S/E Vigía I (115/13.8).....	34
4.2.2 Proyección de demanda S/E El Bosque (34.5/13.8).....	42
4.3 Análisis de Resultados.....	46
5. ESTUDIO DEL SISTEMA PRESENTE.....	47
5.1 Resultados del Sistema de Distribucion Actual.....	47
5.1.1 Estudio del Sistema de Distribucion en el Corto Plazo.....	47
5.1.2 Estudio del Sistema de Distribución en el Mediano Plazo.....	48
5.2 Análisis de Resultados.....	48
5.3 Diagnostico del Sistema de Distribucion.....	49
5.2.1 Diagnóstico del Sistema de Distribución Actual.....	49
6. ESTUDIO DEL SISTEMA FUTURO.....	52
6.1 Reconfiguración de la red para el Sistema Actual en Operación Normal.....	52
6.1.1 Redistribución de la Carga en los Circuitos de Distribución en 13.8 kV S/E Vigía I.....	52
6.2 Reconfiguración de la red para el Sistema Actual en Contingencia.....	57
6.2.1 Circuito D205 Hospital/Centro.....	57
6.2.2 Circuito D305 Zona Industrial.....	59
6.3 Planificación a Mediano Plazo.....	59
6.3.1 Formulación de alternativas.....	60
6.4 Redistribución de la Carga en los Circuitos de Distribución en 13.8 kV Para la nueva S/E La Blanca.....	61
6.4.1 Circuito D105 La Blanca.....	61
6.4.2 Circuito D205 Universidad.....	61
6.4.3 Circuito D305 La Palmita.....	62
6.4.4 Circuito D405 Caño Seco.....	62
6.4.5 Circuito D505 Los Naranjos.....	62
6.4.6 Circuito D605 Mucujepe.....	62
6.5 Redistribucion de la Carga en los Circuitos de Distribucion en 13.8 kV para la nueva S/E El Quince.....	62
6.5.1 Circuito D105 Caño Tigre.....	63
6.5.2 Circuito B105 El Quince.....	63
6.5.3 S/E El Quince.....	63
6.6 Redistribucion de la Carga en los Circuitos de Distribucion en 13.8 kV para la nueva S/E Parque Chama.....	64
6.6.1 Circuito D105 Centro Nuevo.....	64
6.6.2 Circuito D205 Los Pozones.....	64
6.7 Redistribucion de la Carga en los Circuitos de Distribucion en 13.8 kV S/E Vigía I.....	66
6.7.1 Circuito D205 Hospital.....	66
6.7.2 Circuito D405 Primero de Mayo.....	66
6.7.3 Circuito D505-Buenos Aires.....	67
6.7.4 Circuito D805 Av. Don Pepe.....	67

6.8	Reconfiguracion de la red para el Sistema a Mediano Plazo en Contingencia..	69
6.8.1	Circuito D205 Hospital	69
6.8.2	Circuito D305 Zona Industrial	69
6.9	Estudio del Sistema de Distribucion en el Largo Plazo.....	71
6.9.1	S/E Vigía I.....	72
6.9.2	S/E El Quince	72
6.10	Resumen de Obras Importantes de Adecuacion y Expansion para Redistribucion.....	74
	CONCLUSIONES.....	76
	RECOMENDACIONES.....	77
	REFERENCIAS.....	78

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	PP.
2.1 Capacidad Térmica de conductores de aleación de aluminio en líneas aéreas	10
2.2 Capacidades de Instalación de las Subestaciones	12
2.3 Variación de Tensión Permitida en Condiciones Normales	12
2.4 Variación de Tensión Permitida en Condiciones de Emergencia	13
4.1 Características de la S/E Vigía I	31
4.2 Características de la S/E El Bosque	32
4.3 Demanda de los Transformadores de Potencia (115/13.8 kV) S/E Vigía I	33
4.4 Proyección S/E Vigía I.....	34
4.5 Demandas Máximas Mensuales Circuitos de Distribución S/E Vigía I (A).....	35
4.6 Demandas Máximas Mensuales Circuitos de Distribución S/E Vigía I (A).....	36
4.7 Demandas Máximas Mensuales Circuitos de Distribución S/E Vigía I (A).....	37
4.8 Proyección Circuito D105 “CAÑO TIGRE” y Circuito D205 HOSPITAL”.....	38
4.9 Proyección Circuito D-305 “ZONA INDUSTRIAL” y Circuito D-405 “PRIMERO DE MAYO”	39
4.10 Proyección Circuito D505 “PANAMERICANA” y Circuito D605 “PDVSA”	40
4.11 Proyección Circuito D705 “LOS POZONES” y Circuito D805 “AV. DON PEPE” ...	41
4.12 Demanda de los Transformadores de Potencia (34.5/13.8 kV)	42
4.13 Proyección S/E El Bosque	42
4.14 Demandas Circuitos de Distribución S/E El Bosque	43
4.15 Proyección Circuito D105 “LA BLANCA” y Circuito D205 “LOS NARANJOS”	43
4.16 Proyección Circuito D305 “PARMALAT” y Circuito D405 “CENTRO”	44
4.17 Proyección Circuito D505 “LA PALMITA”	45
5.1 Estudio Realizado por el Sistema PADDE en el Sistema Presente.....	47
5.2 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Corto Plazo.....	48
5.3 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Mediano Plazo.....	49
6.1 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con propuestas Corto Plazo	54
6.2 Manual de operaciones para la red de distribución en el corto plazo	56
6.3 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la red operando en Contingencia	58
6.4 Estudio Realizado por el Sistema PADDE en propuesta S/E La Blanca.....	65
6.5 Estudio Realizado por el Sistema PADDE en propuesta S/E El Quince	65
6.6 Estudio Realizado por el Sistema PADDE en propuesta S/E Parque Chama.....	65
6.7 Estudio realizado por el Sistema PADDE en S/E Vigía I con Propuestas.....	68
6.8 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con Propuestas Mediano Plazo	70
6.9 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Largo Plazo	71
6.10 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Largo Plazo.....	72
6.11 Estudio Realizado por el Sistema PADDE en el Largo Plazo con propuestas	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	PP.
1.1 Logo Corporación Eléctrica Nacional.....	8
2.1 Anillo simple entre dos circuitos, que se respaldan 100% entre sí.....	11
2.2 Anillo entre tres circuitos, donde dos de ellos respaldan 100% al tercero.....	11
3.1 Modulo PADDE.....	17
3.2 Modulo PADDE 2.0.....	17
3.3 Modulo Análisis de las Redes Primarias.....	18
3.4 Entorno de E-VIEWS.....	25
3.5 Creación Archivo de Trabajo.....	25
3.6 Entrada de la Frecuencia de los Datos.....	26
3.7 Ventana de Trabajo.....	26
3.8 Importación de Datos desde Excel.....	27
3.9 Modelos Tendenciales.....	28
4.1 Proyección de Demanda S/E Vigía I.....	34
4.2 Proyección Circuito D105 “CAÑO TIGRE”.....	38
4.3 Proyección Circuito D205 “HOSPITAL/CENTRO”.....	38
4.4 Proyección Circuito D305 “ZONA INDUSTRIAL”.....	39
4.5 Proyección Circuito D405 “PRIMERO DE MAYO”.....	39
4.6 Proyección Circuito D505 “PANAMERICANA”.....	40
4.7 Proyección Circuito D605 “PDVSA”.....	40
4.8 Proyección Circuito D705 “LOS POZONES”.....	41
4.9 Proyección Circuito D805 “AV. DON PEPE”.....	41
4.10 Proyección de Demanda S/E El Bosque.....	42
4.11 Proyección Circuito D105 “LA BLANCA”.....	43
4.12 Proyección Circuito D205 “LOS NARANJOS”.....	44
4.13 Proyección Circuito D305 “PARMALAT”.....	44
4.14 Proyección Circuito D405 “CENTRO”.....	45
4.15 Proyección Circuito D505 “LA PALMITA”.....	45
5.1 Áreas de servicio de alimentadores 13.8 kV S/E Vigía I – Sistema Presente.....	51
6.1 Áreas de servicio de alimentadores 13.8 kV S/E Vigía I – Sistema Propuesto....	69

INTRODUCCION

La empresa distribuidora de energía eléctrica CORPOELEC, como forma de brindar un servicio de calidad y confiable durante los últimos años ha realizado inversiones tecnológicas como la compra de programas informáticos destinados a la planificación y operación de su sistema eléctrico el cual comprende la subtransmisión y distribución de energía eléctrica, entre estos podemos tener el PADDE, SCADA, entre otros.

En los sistemas eléctricos de distribución la reconfiguración y optimización de alimentadores primarios permite minimizar las pérdidas, mejorar los niveles de tensión y equilibrar la carga de la red, utilizando para ello métodos como la ubicación de banco de capacitores, ubicación de reguladores, balanceo de carga, transferencia de carga, logrando una significativa mejora en la confiabilidad, eficiencia y calidad de la energía eléctrica que se entrega a los usuarios.

La planificación a corto, mediano y largo plazo de una red de distribución se basa en el estudio de las condiciones operativas de la misma. Mediante la planificación se pueden anticipar variaciones en la demanda y llevar a cabo estrategias de análisis y operación de proyectos futuros, con el fin de obtener un crecimiento supervisado sin desmejorar el nivel de calidad de servicio, es decir, la planificación permite estudiar las condiciones actuales de los distintos circuitos de distribución que conforman la red con el fin de obtener condiciones futuras más favorables.

Para una mejor comprensión de este trabajo de grado, su contenido se ha dividido en 5 capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el capítulo I se encuentran lineamientos generales del trabajo como son: los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, los objetivos a alcanzar al finalizar el presente trabajo, así como la metodología a seguir. En el capítulo II se encuentran las bases teóricas que sustentan el proyecto, haciendo revisión a las normas de distribución empleadas por la empresa y elementos que conforman el sistema.

En el capítulo III se describen las herramientas computacionales con las cuales se realizaron la proyección de los datos de demanda histórica, y análisis de la demanda proyectada para el corto, mediano y largo plazo, la cual se realizó con el sistema PADDE.

En el capítulo IV se describen las especificaciones del sistema actual, en cuanto a lo que se refiere el estudio para todos los circuitos y transformadores de las subestaciones existentes. En el capítulo V se describen las propuestas del sistema para el corto, mediano y largo plazo, considerando los datos obtenidos en la proyección de demanda, ejecutando los pasos y criterios de planificación para redes de media tensión.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones para el desarrollo del proyecto.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO I

GENERALIDADES

En este capítulo se explicara las generalidades del trabajo de grado, titulado “Estudio de Cargabilidad y Optimización en Circuitos de Distribución en 13.8 kV de la S/E Vigía I” se hará una descripción de los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, los objetivos a alcanzar, se enunciará la metodología empleada en el desarrollo del proyecto, misión y visión.

1.1 ANTECEDENTES

El sistema eléctrico de distribución de la ciudad El Vigía ha estado sometido en los últimos años a un incremento excesivo de demanda que en la actualidad mantiene comprometida la red de distribución existente, debido a la saturación tanto de los Transformadores de Potencia de las Subestaciones como de todos los circuitos de 13.8 kV que alimentan esta importante ciudad.

De estudios anteriores realizados por la coordinación de planificación del estado Mérida, se ha observado un déficit en la calidad del servicio eléctrico prestado a la ciudad de El Vigía, presentándose elevadas caídas de tensión y sobrecarga en los conductores, trayendo esto como consecuencia continuos cortes en el servicio eléctrico y por tanto baja calidad en el servicio eléctrico prestado por CORPOELEC a los usuarios de esta zona.

La mala ubicación de la subestación Vigía I ha conllevado al hecho de que los circuitos sean muy largos y la caída de tensión sea por lo tanto mayor a la normalizada.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La energía eléctrica es un recurso vital de importancia para la sociedad, por cuanto se ha utilizado para mejorar la calidad de vida del ser humano. Las empresas encargadas de generar,

Trasmitir, distribuir y comercializar este servicio han tenido como objetivo fundamental, el proveer energía eléctrica con la mayor calidad y confiabilidad posible; a la vez que intentan disminuir los costos de operación y mantenimiento del mismo. Por ende, las compañías eléctricas aprovechando los avances tecnológicos han optado por invertir recursos monetarios en mejoras de las instalaciones y capacitación de su personal, en pro de brindar a los usuarios un servicio eléctrico con un alto nivel de calidad y confiabilidad.

En Venezuela, existe el sistema eléctrico nacional que consta de varias interconexiones, cuyas operaciones son coordinadas por la empresa Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), que se encarga de permitir el intercambio de energía. La mayor parte de esta energía eléctrica, se produce a través de la generación hidroeléctrica en las plantas Simón Bolívar mejor conocida como “El Gurí”, Francisco de Miranda que comprende a Macagua (I, II y III) y Antonio José de Sucre conocida como “Caruachi” todas estas ubicadas en el estado Bolívar; a la vez que otros estados tienen su propio parque de generación, que se interconecta con el sistema eléctrico nacional.

La ubicación de las principales centrales de generación eléctrica, obliga a transportar grandes bloques de energía generados a través de grandes distancias, de manera que lleguen a los centros de consumo. En tal sentido, CORPOELEC está conformado por regiones operativas, tales como: Capital, Central, Centro Occidental, Los Andes, Occidente, Oriental y Sur; las cuales atienden varios estados.

Para objeto de esta investigación se trabajó en la filial CORPOELEC Los Andes, su objetivo principal es proveer energía eléctrica de manera eficiente a los estados Táchira, Mérida, Trujillo y Barinas.

En vista de la necesidad de asegurar la energía eléctrica a la ciudad de El Vigía y como parte de un proceso de actualización de este sistema surge la necesidad de realizar un estudio de consumo de carga actual a los circuitos de distribución de la S/E Vigía I, para de esta manera verificar a que capacidad nominal se encuentran operando; ya que en estudios realizados por la oficina de planificación para el año 2014 los transformadores de potencia venían presentando niveles de carga mayores al 90% de su capacidad nominal por lo que para la actualidad estos niveles deben haber aumentado ya que la población ha ido creciendo moderadamente.

Uno de los principales problemas por los que se originan fallas en algunos circuitos de la S/E Vigía I se debe a la gran extensión que estos presentan para alimentar la carga, trayendo

esto como consecuencia que se originen caídas de tensión elevadas así como también elevados niveles de sobrecarga, tal es el caso del circuito 1 “Caño Tigre”, circuito 7 “Los Pozones” y circuito 5 “Panamericana”.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El suministro de energía eléctrica de forma confiable y con calidad es fundamental para la vida cotidiana y el desarrollo de la sociedad, cualquier interrupción o mala calidad en el servicio causan inconvenientes mayores a los usuarios y podrían llevar a situaciones de riesgo y pérdidas económicas. En consecuencia, el funcionamiento confiable de las redes eléctricas es de imperativa importancia para las compañías de suministro eléctrico.

En el caso del presente estudio se plantea el análisis de la S/E Vigía I que actualmente cuenta con 9 salidas y 5 salidas para la subestación El Bosque para circuitos en 13.8 kV, los cuales han venido presentando problemas de sobrecarga y de caída de tensión.

Por lo tanto, el presente trabajo de grado se plantea realizar un estudio de carga de los circuitos existentes en la S/E Vigía I, para de esta manera verificar las condiciones de operación de dichos circuitos de distribución a corto, mediano y largo plazo. Los escenarios a considerar incluyen condiciones de operación normal de los circuitos y condiciones de emergencia en las cuales la transferencia de carga óptima entre circuitos será determinada a partir de la reconfiguración de la red primaria de distribución asociada con la subestación antes referida para los diferentes escenarios a considerar.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Generales:

- Evaluar técnicamente las condiciones de Cargabilidad de los circuitos de distribución en 13.8 kV del sistema de potencia de la S/E Vigía I.
- Realizar un estudio para proponer la configuración optima de los circuitos de distribución en 13.8 kV del sistema de potencia de la S/E Vigía I que permita la mayor calidad de la energía y del servicio eléctrico.

1.4.2 Específicos:

- Verificar la condición nominal de carga de cada circuito presente en la subestación.
- Realizar mediciones utilizando como herramienta un registrador de calidad de potencia PQR.
- Determinar la curva actual de carga de cada uno de los circuitos de distribución de la S/E Vigía I.
- Determinar la predicción de la demanda de carga para corto, mediano y largo plazo.
- Proponer la reconfiguración de la red primaria de distribución a 13.8 kV, asociada a la S/E Vigía I, para condiciones de operación normal y en emergencia que permita operar en forma óptima la red antes referida.
- Proponer la transferencia de las cargas en aquellos circuitos que se encuentren sobrecargados.
- Proponer el diseño de nuevos circuitos en 13.8 kV.

1.5 METODOLOGÍA

1.5.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo de grado es una investigación de tipo técnica, apoyado en una investigación de campo. La investigación asume carácter de proyecto técnico, debido a que contribuye a la solución de un problema, para satisfacer la necesidad de la empresa CORPOELEC, el cual consiste en garantizar el suministro seguro y confiable del servicio eléctrico a la ciudad de El Vigía.

1.5.2 Revisión Bibliográfica y obtención de información

En esta etapa se realizó la búsqueda de información fundamental, para complementar los conocimientos adquiridos durante la carrera y lograr así el desarrollo del proyecto. Se utilizó libros texto y asesoramiento del personal de la empresa.

1.6 CORPORACION ELECTRICA NACIONAL (CORPOELEC)

CORPOELEC es una institución adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica (MPPEE), que nace con la visión de reorganizar y unificar, en una empresa única, al sector eléctrico venezolano, a fin de garantizar la prestación de un servicio confiable, de calidad y eficiente, no excluyente y con sentido social. Como Institución que fortalece al sector eléctrico nacional, incentiva la participación en todas las actividades y jornadas de contribución social, impulsadas por el Gobierno Nacional.

Su creación data del 31 de julio de 2007, mediante Decreto Presidencial N° 5.330 por el cual el presidente de la República, ordenó la reorganización del sector eléctrico nacional con la finalidad de mejorar el servicio en todo el país.

En su Artículo 2°, el Decreto define a CORPOELEC como una empresa operadora estatal encargada de realizar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de potencia y energía eléctrica. La responsabilidad de direccionar toda la política eléctrica quedaba, entonces, en manos del Ministerio del Poder Popular para la Energía y el Petróleo, MENPET.

Publicado el Decreto, todas las empresas que existían en el sector, provenientes de los ámbitos público y privado (Edelca, EDC, Enelven, Enelco, Enelbar, Cadafe, Elebol, Eleval, Seneca, Enagen, Caley, Calife y Turboven), trabajaron en sinergia para avanzar en el proceso de fusión, y facilitar la transición armoniosa del sector.

Dada la creciente demanda y las exigencias del Sistema Eléctrico Nacional, SEN, el 21 de octubre de 2009 el Ejecutivo Nacional crea el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, MPPEE, bajo cuyo paraguas se adscribe a CORPOELEC. Este mandato se publicó como Decreto N° 6.991 en la Gaceta Oficial 39.294 del 28 de octubre de 2009.

Con la posterior Ley de Reforma Parcial del Decreto, en agosto de 2010 (Gaceta Oficial N° 39.493), el estatus de fusión de las empresas cambia al de integración, la cual se cumplió el 31 de diciembre de 2011. También destaca en esta reforma el cambio de la denominación de Decreto con Rango y Fuerza de Ley, por la de Ley Orgánica de Reorganización del Sector Eléctrico. La integración estaba en marcha.

Hoy, con la integración en una sola unidad operativa y administrativa como es CORPOELEC, el Gobierno Nacional garantiza un desarrollo eléctrico acorde con los requerimientos de la población venezolana, y en correspondencia con los lineamientos energéticos del Estado venezolano.

El logo de la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC) se presenta en la siguiente figura:



Figura 1.1: Logo Corporación Eléctrica Nacional, Fuente: Google

1.7 MISION

Garantizar un servicio eléctrico en todo el territorio nacional, eficiente, con calidad, y sentido social, sostenible y en equilibrio ecológico, que promueva el desarrollo del país, con la participación activa, protagónica y corresponsable del Poder Popular, comprometido con la Ética Socialista y el Plan de la Patria, contribuyendo a la Seguridad y Defensa de la Nación.

1.8 VISION

Ser una Corporación con ética socialista, ambiental y económicamente sustentable, modelo en la prestación de servicio público y motor de desarrollo del país; con talento humano consciente, garante del suministro de energía eléctrica, promotora del uso racional y eficiente de la energía, así como de la participación del poder popular y la preservación de la vida en el planeta.

Los trabajadores de CORPOELEC fundamentan sus valores en el supra-valor ÉTICA SOCIALISTA, que representa la búsqueda del desarrollo pleno del ser humano, que propenda al crecimiento de una fuerza laboral genuinamente humanista, que se enfoque en el cumplimiento del deber social, el respeto a la dignidad humana, la solidaridad y la complementariedad. De este supra valor se desprenden otros seis valores que forman parte del Marco Estratégico para el Periodo 2014 – 2019.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 PARAMETROS DE CONFIABILIDAD DEFINIDOS POR CADA FE [PARAMETROS Y CRITERIOS PARA ESTUDIOS Y DISEÑO DE LAS REDES DE MEDIA TENSION, 2010].

Para el diseño de las redes de distribución se deben tomar en cuenta una cierta cantidad de criterios, los cuales representan los valores máximos permitidos por las normas CADA FE para garantizar un buen servicio a sus suscriptores, es importante resaltar que aún son tomadas las normas CADA FE ya que CORPOELEC aún no ha definido nuevas normas.

2.1.1 Parámetros y Criterios Técnicos

Horizonte del Estudio: Para el diagnóstico de la red de MT (situación sin proyecto) se debe considerar un horizonte de 10 años a partir del año en que se hace el estudio. Se deben planificar las obras para los primeros 5 años, evaluando el impacto de las mismas en el horizonte de 10 años.

Corrientes Nominales para Cables y Líneas: Se deben utilizar las tablas de corrientes nominales según capacidades térmicas especificadas en la Norma CADA FE “Diseño para Líneas de Alimentación y Redes de Distribución. Capacidad Térmica” Código 54-87. Se tomaran en cuenta para el cálculo de líneas aéreas la columna correspondiente a las condiciones con sol y con viento. Si el proyecto es considerado con cables subterráneos se utilizara cable monopolar 1X500 o 2X500 MCM de cobre, el cual está diseñado para soportar una capacidad de 480 A, bajo condiciones de temperatura máxima a 90° C de la aislación y para temperatura de terreno de 30° C. En algunos casos especiales donde el medio ambiente obligue a usar otra columna diferente, o cable distinto al indicado, se debe sustentar

Tabla 2.1: Capacidad Térmica de conductores de aleación de aluminio (ARVIDAL) en líneas aéreas

CALIBRE(*) (AWG O MCM)	sol sin viento	Sin sol- sin viento	Sol y viento	Viento sin sol
4	80	90	133	142
2	109	128	180	190
1/0	152	176	242	256
2/0	180	209	280	299
3/0	209	242	323	346
4/0	247	285	375	398
336.4	342	398	503	540
397.5	389	446	560	607

(*) Calibre equivalente en conductor de aluminio 1350 H19

- ✓ Conductor de aleación de aluminio 6201 de conductividad 52,5 % IACS
- ✓ Temperatura máxima del conductor: 75 °C
- ✓ Temperatura ambiente: 30 °C
- ✓ Velocidad del Viento: 0,6 m/seg
- ✓ Absorción solar: 0,5

2.1.2 Cargabilidad

En todo el horizonte de estudio, deben respetarse los siguientes criterios de Cargabilidad tanto para elementos ya existentes en la red como proyectados.

Conductores

Para Circuitos Radiales: Si la red está operando en condiciones normales, para los conductores se admite como carga pico máxima el 100% de su carga nominal.

Para Circuitos Anillados: En condiciones de emergencia, para los conductores se admite como carga máxima el 120% de su carga nominal.

Este criterio de contingencia indirectamente determina la Cargabilidad máxima de cada circuito en operación normal, de acuerdo al esquema anillado y transferencia entre circuitos que tenga la arquitectura de la red de MT.

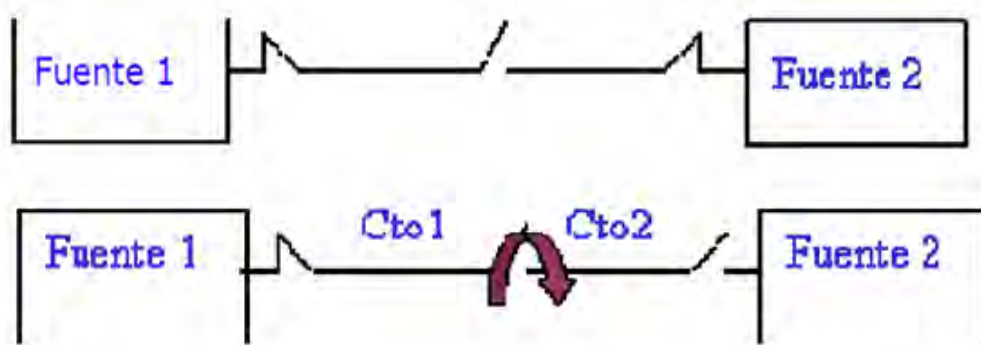


Figura 2.1: Anillo simple entre dos circuitos, que se respaldan 100% entre sí.

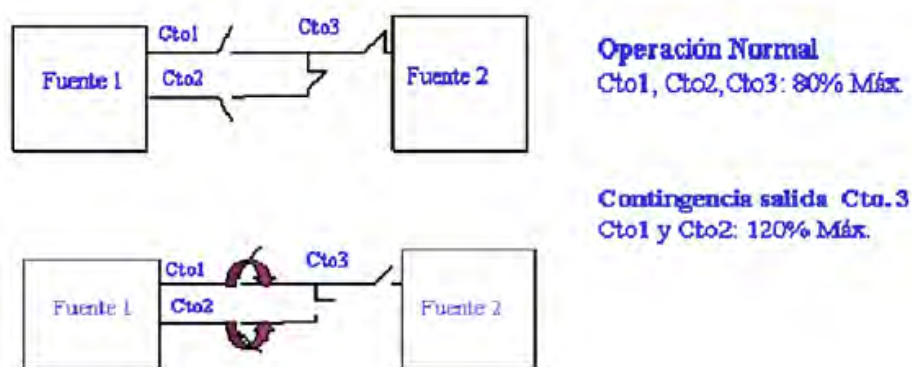


Figura 2.2: Anillo entre tres circuitos, donde dos de ellos respaldan 100% al tercero

Transformadores de Potencia: Dentro de las condiciones normales, el transformador podrá soportar como carga máxima el 100% de su carga nominal.

En el caso en el que la red esté operando en condiciones de emergencia, se admite como carga máxima el 130% de su carga Nominal.

2.1.3 Capacidad Firme

La capacidad firme se basa en la norma *ANSI C 57.92-1962*, según la cual los transformadores de potencia pueden someterse, bajo condiciones de emergencia, a una sobrecarga del 30% de su capacidad, por un período máximo de 8 horas, cuando ocurran las condiciones previas de temperatura ambiente en 35° C y carga del 70% de su capacidad nominal; con lo cual sólo se tendrá una pérdida de la vida útil del transformador del 1%.

$$\text{Capacidad Firme} = 1,3 \times SC \quad (2.1)$$

SC = sumatoria de las capacidades de todos los transformadores del patio menos el transformador de mayor capacidad.

2.1.4 Capacidades de las Subestaciones

Los módulos de capacidad de transformación a instalar en las SS/EE se indican en la tabla siguiente:

Tabla 2.2: Capacidades de Instalación de las Subestaciones

Relación de transformación	Capacidad por transformador (ONAN/ONAF)	Nro. Máximo de transformadores
115/13.8 kV	15/20 MVA	2
115/13.8 kV	30/36MVA	4
115/34.5 kV	15/20 MVA	2
115/34.5 kV	24/30MVA	2
34.5/13.8 kV	5 MVA	2
34.5/13.8 kV	10 MVA	2

2.1.5 Perfil de Tensión en condición normal

El criterio del rango de tensiones admisibles en condición normal de la red se deriva de lo establecido en el artículo 9 del Reglamento de Calidad de la Gaceta Oficial N° 37.825, de fecha 25 de Noviembre 2003. La variación porcentual permitida por el Regulador, en Media Tensión es de un $\pm 6\%$, medidos en los puntos de suministro y con respecto al valor de tensión nominal.

A fin de tener en cuenta el efecto del desbalance de corriente en las redes de MT sobre la caída de tensión y los posibles errores de modelado de la red y de las cargas, en la planificación de la red de MT se debe considerar un margen de seguridad del 1% respecto a los valores indicados en la Gaceta Oficial N° 38.006, en tal sentido se indica el siguiente rango admisible de tensiones en operación normal, en todo punto de los circuitos de MT:

Tabla 2.3: Variación de Tensión Permitida en Condiciones Normales

Tipo de Red	Variación admisible en condición normal respecto al valor nominal (%)
Media Tensión	± 5

Para las tensiones en la planificación de redes MT se debe considerar para los Centro de transformación MT/BT los mismos límites de tensión admisibles que para los clientes en MT. Esta filosofía de planificación desacopla los fenómenos de caída de tensión en BT y MT, y asume un ajuste adecuado del conmutador de tomas de regulación de tensión (taps) de los transformadores MT/BT para compensar la caída en el propio transformador y en los conductores de BT.

2.1.6 Perfil de Tensión Condición de Contingencia N-1

Para las variaciones porcentuales admitidas en los niveles de tensión en condición de Emergencia, medidos en los puntos de suministro y con respecto al valor de tensión nominal, debe ser el siguiente:

Tabla 2.4: Variación de Tensión Permitida en Condiciones de Emergencia

Tipo de Red	Variación admisible en condición de emergencia (%)
Media Tensión	± 8

2.1.7 Factor de Potencia a nivel de salida de Circuitos de MT:

Se debe planificar las redes de MT asumiendo que en el horizonte de trabajo se tendrá un factor de potencia de valor 0.9 como mínimo a nivel de salida de los circuitos de MT en el momento de carga pico.

2.1.8 Pérdidas de Potencia activa Máximas en Circuitos de MT:

Se debe considerar aceptable un nivel de pérdidas de potencia activa en los alimentadores de MT inferior al 3%, para su carga pico de diseño en operación normal en el año horizonte.

2.1.9 Factor de Utilización de los Transformadores MT/BT:

(Este Criterio se debe utilizar solo en el estudio del Sistema Presente).

Se estima por circuito en base al factor de utilización del circuito, definido como:

$$FU: \frac{\text{Demanda Max.del Circuito}}{\text{Capacidad Instalada}} \quad (2.2)$$

Asumiendo que el factor de utilización medido a nivel del arranque del circuito de MT es representativo de los factores de utilización individuales de los Centro de transformación MT/BT, este último factor debe encontrarse en el rango de 0.5 a 0.7 en zonas urbanas. Para zonas rurales en la mayoría de los casos los transformadores se encuentran subutilizados, por condiciones propias de la zona. Sin embargo se debe tratar de cumplir el rango de factor de utilización aplicable a zonas urbanas, para Centro de transformación MT/BT.

El punto óptimo en cuanto a pérdidas en los transformadores es un factor de utilización cercano a 0.5.

Con factor de utilización menor a 0.5, las pérdidas en el hierro son mayores a las de Cu y el transformador está subutilizado.

Con factor de utilización mayor a 0.7, se disminuye el margen para crecimientos futuros de Carga.

2.2 PROYECCION DE DEMANDA

Al hacer estimaciones de demanda para un área que está comenzando a desarrollarse se debe tener en consideración que la magnitud y la demanda de esa área en el futuro crecerán de acuerdo a la demanda especificada para el momento, generalmente con proyecciones que varían entre 8 y 20 años según el método utilizado. [Tesis Eva M. Ángel M. ,2006].

2.3 ANALISIS DEL SISTEMA PRESENTE

Se deben estudiar las condiciones del sistema actual para evaluar el comportamiento de las redes, para así de esta manera poder determinar la operación del sistema de distribución bajo ciertos criterios o parámetros de continuidad, calidad y flexibilidad. Este análisis se efectúa con dos objetivos primordiales: En primer lugar para definir los correctivos necesarios que requieran pocas inversiones y corto tiempo de implementación. En segundo lugar, para

tomar en consideración las deficiencias actuales del sistema al momento de diseñar el sistema a corto plazo. [Tesis Eva M. Ángel M. ,2006].

2.4 PLANIFICACION A CORTO PLAZO

Se deberá estudiar el diseño de un sistema eléctrico económico para un periodo de hasta t+5 años, el cual se efectuara mediante un plan de inversiones interanuales. Para hacer el diseño de este sistema, deberá contarse con los resultados de la proyección de demanda, el análisis del sistema presente y la planificación a mediano o largo plazo. Además deberán tomarse en consideración factores externos de orden político, social y económico. De acuerdo a las peticiones y a los recursos disponibles. [Tesis Eva M. Ángel M. ,2006].

2.5 PLANIFICACION A MEDIANO O LARGO PLAZO

Una vez concluida la proyección de demanda, se deberá diseñar el sistema para el último año de proyección, el cual será de t+8 años en el (Mediano Plazo) o t+20 años en el (Largo Plazo). Este plan a mediano o largo plazo se realiza con el fin de tener una visión más amplia de la expansión del sistema y asegurar la plena utilización de los equipos durante su vida útil, de forma tal que sirva para orientar las inversiones a Corto Plazo hacia ese objetivo. [Tesis Eva M. Ángel M. ,2006].

CAPITULO 3

DESCRIPCION DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES UTILIZADAS

En el siguiente capítulo se describirán las herramientas de los programas que se utilizaron para realizar la proyección de demanda, y las corridas realizadas a los circuitos y transformadores de potencia existentes tanto en la S/E Vigía I como la S/E El Bosque.

3.1 SISTEMA PADDE

3.1.1 Descripción General

El PADDE es un Programa de Análisis de Redes de Distribución Primarias diseñado para realizar cálculos de flujo de carga en media y baja tensión, este relaciona los suscriptores desde su ubicación geográfica hasta la subestación localizándolos exactamente en forma directa o inversa.

Al iniciar, el programa pedirá el nombre de la subestación y el año para el cual se realizaran los respectivos cálculos, es importante resaltar que luego de realizar los cálculos el programa creara un archivo en el block de notas en el cual estarán descritos todos los parámetros del cálculo realizado.

La entrada de datos para realizar los cálculos se toma automáticamente de los planos y las salidas son en forma gráfica, con colores o señales graficas que destacan los puntos más relevantes del análisis. Los resultados detallados son del tipo impreso

El sistema PADDE desarrollado por BUCROS C.A cuenta actualmente con los siguientes módulos, los cuales a partir de la versión del PADDE para el año 2010 cuenta con nuevas funciones enfocadas en diferentes características que maneja el programa.

En la siguiente figura se muestran las herramientas que contiene el programa especificado.

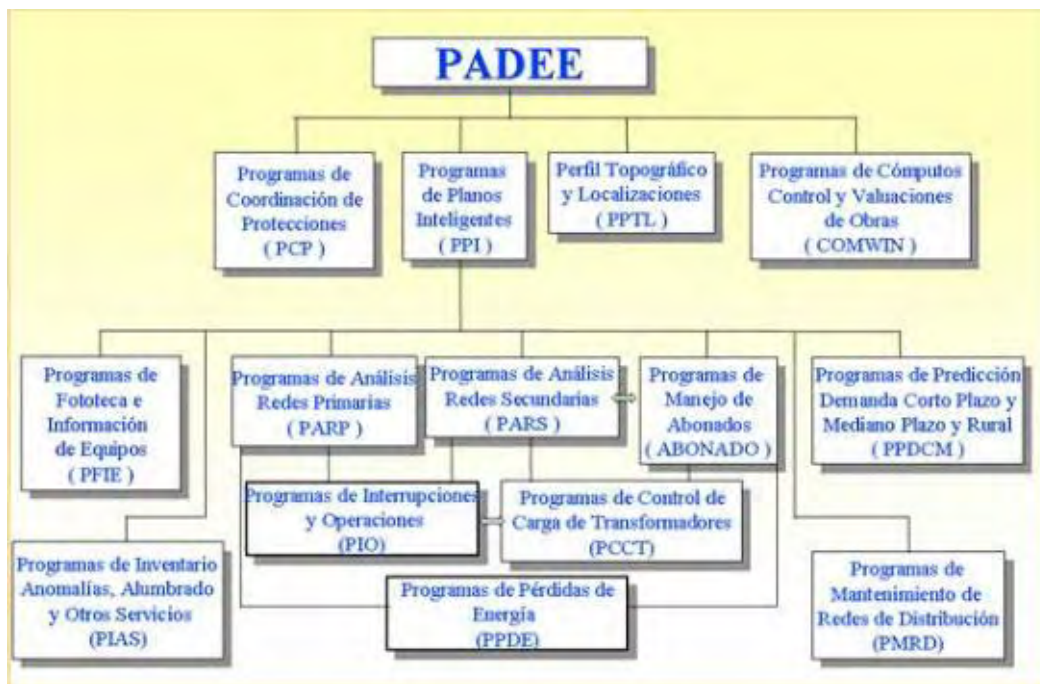


Figura 3.1: Modulo PADDE

A partir de la versión 2010 además de los módulos presentados en la gráfica anterior, se dispone de los siguientes módulos adicionales.



Figura 3.2: Modulo PADDE 2.0

A continuación se detallara en forma general lo referente al programa de análisis de las redes primarias (PARP):

El PARP toma en forma automática la información vaciada en el plano para realizar los cálculos eléctricos, utilizando algoritmos inteligentes que simulan el razonamiento humano para realizar estas tareas.

Los planos elaborados en AUTOCAD y con los lineamientos de los Planos Inteligentes (PPI), estos contienen la información de distancias, calibres, carga conectada a los circuitos y datos de las subestaciones, las cuales se utilizarán para realizar los cálculos eléctricos, tales como: Caída de Tensión y Carga en cada tramo, Niveles de Cortocircuito en cada punto y calculo optimizado de Condensadores.

Cuando la tarea se realiza manualmente, el ingeniero "Colorea" los circuitos para diferenciarlos de los demás, luego utilizando el escalímetro toma las distancias, teniendo en cuenta los calibres de los conductores. Finalmente realiza la sumatoria de cargas para simplificar el esquema del circuito y realizar los cálculos.

El módulo PARP dispone de un menú general donde presentan todas las opciones disponibles para el usuario; las cuales se muestran en la siguiente figura.

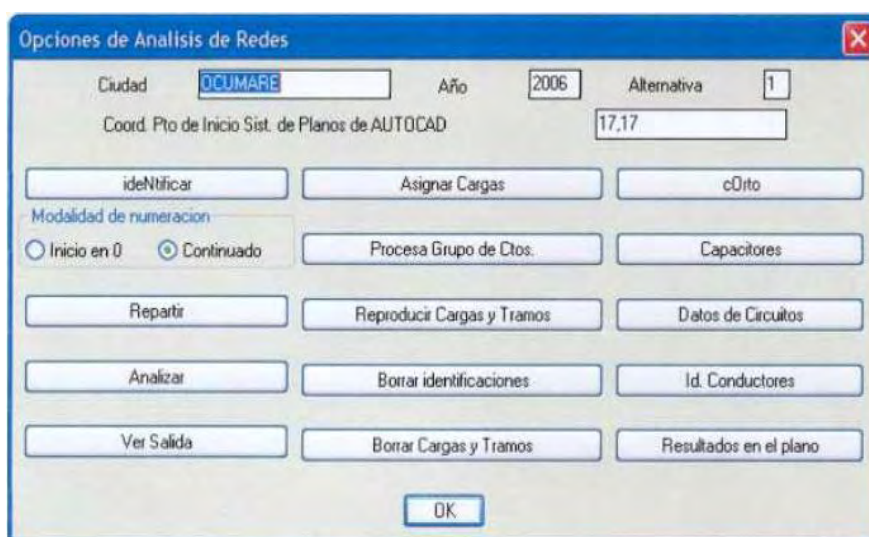


Figura 3.3: Modulo Análisis de las Redes Primarias

A continuación se describe en forma general las opciones:

Opción "identificar": Es la primera opción requerida antes de ejecutar las demás, pero luego de terminar el dibujo completo. (Se requiere que los circuitos que estén posean datos y la primera sección debe contener información de calibres). Los procesos que realiza el sistema son:

Identificación del circuito: El sistema de identificación de la red permite destacar un circuito dentro de un conjunto de circuitos sin importar cuán complicado sea el sistema de distribución, esta identificación se basa en las convenciones gráficas conocidas y representadas en cualquier plano de red producido convencionalmente. El programa tiene la suficiente inteligencia para tomar las decisiones que tomaría una persona para identificar y colorear un circuito en particular para producir los valores a introducir en cálculo de flujos de carga.

El sistema reconoce cuando un seccionador está abierto o está cerrado y hace el seguimiento del circuito completamente automático.

Basta entonces con seleccionar cualquier parte del circuito para que de forma inmediata el circuito sea reconocido.

Todos los elementos que conforman el circuito quedan almacenados en base de datos a fin de procesar la información.

Cualquier modificación u operación sobre el circuito bien sea apertura, cierre de Seccionadores y añadiduras de tramos, se reflejan automáticamente en la topología del circuito sin necesidad de realizar ningún tipo de modelación manual.

Identificación de las cargas: Una vez identificado los elementos que conforman el circuito se verifican las coordenadas de los puntos con cargas y se obtienen los valores de las cargas. El programa detecta si son capacidades instaladas o ya es un valor de demanda. Se da preferencia al valor de demanda si lo hay.

Identificación de los calibres: Se identifican las secciones o tramos de línea que unen las cargas con sus respectivos calibres. Se "leen" los códigos internos de las líneas, que identifican el calibre y separación entre fases. Los códigos internos se crean al momento de dibujar el texto sobre la línea con los programas de Planos Inteligentes.

Las secciones o tramos que no posean el calibre definido explícitamente tomarán el calibre de la sección inmediatamente anterior.

Identificación de características del circuito: Las características del circuito deben ser colocadas como información adicional al dibujo de las redes. Esta información se coloca en la primera sección que conforma el alimentador y que servirán para la identificación de los datos asociados al circuito y para los análisis de flujo de carga. Estas características son:

- ✓ Número del circuito.
- ✓ Nombre del circuito.
- ✓ Factor de potencia medido.
- ✓ Factor de diversidad estimado para las cargas medidas con registradores.
- ✓ Corriente medida (para los casos de análisis mediante la asignación de carga por el método del factor de utilización promedio de la carga conectada).

Construcción de la Topología del circuito: Todos los elementos del circuito son "armados" para conformar la topología del circuito, la cual se coloca en un archivo con el orden en que se encuentran los elementos partiendo desde la subestación hasta el punto más alejado, para su posterior proceso.

Numeración de las cargas y tramos del circuito: Todas las cargas y tramos del circuito son numeradas en forma automática para hacer referencia en los cálculos. La numeración puede comenzar siempre desde lo ir incrementando para cada circuito.

Opción "Repartir": Esta opción es una alternativa para estimar la demanda de cada uno de los bancos de Transformación, cuando no se conoce la carga o demanda de cada uno de ellos. Realiza la repartición de la carga del circuito, medida en la subestación, proporcionalmente a la capacidad de transformación ubicada en este circuito. Se toman en cuenta la existencia de cargas medidas o registradas y las pérdidas Joule del circuito.

El programa proporciona los datos más importantes del análisis en la línea de comando de AutoCAD y además se almacenan los valores en un archivo sumario para su posterior presentación y evaluación. El análisis detallado se puede verificar utilizando la opción "VER SALIDA".

En los reportes se incluyen los siguientes resultados:

- ✓ Carga asignada.
- ✓ Carga asignada a cada transformador de distribución.
- ✓ Factor de utilización promedio de todos los transformadores del circuito.
- ✓ Factor de potencia de las cargas asignadas a los transformadores.
- ✓ Total de demanda asignada.
- ✓ Total de carga medida o registrada si existiese.

La alternativa al procedimiento antes descrito se realiza con los Programas de Abonados y los Programas de Análisis de las Redes de Secundarias. En este caso se utiliza la energía total suministrada por los transformadores, obtenida de los suscriptores asociados a éstos y convertidos a demanda. El proceso de conversión se realiza a través del factor de conversión o factor "K", el cual se obtiene por los análisis estadísticos de mediciones realizadas en una gran cantidad de puntos de la red, caracterizando el comportamiento de los clientes.

Opción "Analizar": Esta opción realiza los flujos de carga dando como resultados la caída de tensión, corrientes en cada sección del circuito y pérdidas en los mismos. La carga se tomará basándose en los análisis efectuados anteriormente, por el programa REPART o en base a una predicción de la carga por pequeñas áreas.

El programa indica en la línea de comando de AutoCAD los puntos más relevantes, además coloca "banderas de colores" en los puntos donde ocurre la máxima caída de tensión y la máxima carga en las secciones del circuito. Los detalles del flujo de carga se pueden ver e imprimir con la opción "VER SALIDA".

Los resultados que se presentan en el reporte son:

- ✓ Caída de tensión al final de cada sección del circuito y la caída acumulada desde la subestación.
- ✓ Corrientes y pérdidas en cada sección del circuito.
- ✓ Pérdidas totales en el circuito.
- ✓ Demandas totales en el circuito.
- ✓ Adicionalmente se pueden presentar en diferente color, los tramos o partes del circuito que incumplen con criterios prefijados de caída de tensión o de % de carga en base a la nominal de los conductores. Así mismo se pueden obtener gráficamente los resultados en cualquier punto del circuito utilizando el programa RESANA.

Opción "Corto": Mediante esta opción se realizan los cálculos de cortocircuito. El programa proporciona los valores de las corrientes de cortocircuito trifásicas, bifásicas, bifásicas a tierra y fase a tierra en cada punto de la red.

El programa indica con una "Bandera de color" el punto de mínimo cortocircuito fase-tierra. Después de ejecutarse este programa también es posible obtener gráficamente los resultados de cortocircuito en cualquier parte del alimentador utilizando el programa RESANA.

Opción "Asignar Carga": Esta opción toma los valores de carga calculados por la opción REPARTIR y se la asigna a los transformadores de la red a fin de que pueda ser utilizada por los módulos de análisis. Cabe destacar que los programas de predicción de carga también pueden colocar la carga en los transformadores en lugar de la opción REPARTIR.

Este módulo realiza los cambios sobre los atributos del símbolo del transformador, por lo que se debe "Salvar" el dibujo en AUTOCAD luego de ejecutarla.

Es importante destacar que antes de realizar la ubicación de condensadores o realizar Modificaciones a la configuración de la red, es necesario realizar la asignación de cargas, ya que después de modificar el circuito, la corriente de los alimentadores colocada a la salida de la subestación no será igual después de realizar las modificaciones del alimentador.

Opción "Capacitores: Esta opción se utiliza para la ubicación de capacitores a fin de disminuir las pérdidas o la caída de tensión.

El programa coloca sobre el monitor del computador los condensadores requeridos colocando un símbolo gigantesco e indicando cuales son los valores de caída de tensión o de pérdidas según sea el caso analizado.

Este programa indica el punto donde los condensadores son más efectivos, sin embargo, el ingeniero deberá con su experiencia elegir un sitio cercano, donde sea práctico colocar los condensadores para su mantenimiento y vigilancia.

Opción "Ver Salida": Esta opción permite ver en el monitor y con ayuda de un editor de textos el reporte de los programas de análisis.

La opción solamente permite ver el último reporte generado por REPART, ANARED, CORTO o CONDENSADORES, antes de salir del menú principal del PARP.

Esta opción normalmente utiliza el block de notas para presentar el reporte y contiene la opción Imprimir. Esta opción es preferible a la opción que se muestra a continuación, ya que permite la impresión del reporte, con caracteres comprimidos en una hoja tamaño carta y a través de cualquier tipo de impresora.

Sin embargo para presentar un informe de resultados de los análisis es conveniente utilizar los recursos gráficos que permiten los programas con colores, señales y banderas, antes de proceder a imprimir grandes listados que son confusos y tediosos para gerentes y supervisores o personas que no están acostumbrados a ellos.

Opción "Reproducir Cargas y Tramos": Esta opción permite redibujar los números de cargas y tramos así como colorear de nuevo el circuito utilizando la información de las bases de datos previamente guardada. También permite engrosar el trazo de los circuitos para destacarlo entre los demás.

Opción "Borrar Identificaciones": Elimina el color de los circuitos y los números asignados a cada punto del circuito.

Es de mencionar que antes de "Salvar" el dibujo los nodos deben ser borrados.

Opción "Borrar Cargas y Tramos": Solamente elimina los números asignados a los tramos y cargas pero deja el color a los circuitos.

Opción "Id Conductores": Permite colocar códigos de identificación a los conductores y calcula la distancia media geométrica según la disposición de las fases.

Esta opción obtiene de una tabla de conductores el número de identificación dependiendo del material y calibre de los mismos, por lo tanto permite colocar la identificación de conductores en los tramos que no cabe la descripción textual. Esta opción se requiere para completar el dibujo de las redes, mediante ésta se llenan los datos de los circuitos en la primera sección o tramo que sale desde la subestación, en lo referente a:

- ✓ Número y nombre de identificación
- ✓ Factor de potencia medido en la S/E
- ✓ Factor de diversidad de las cargas registradas en el caso que hubiese Corrientes medidas en la S/E.

Opción "Procesa Grupo de Circuitos": Esta opción realiza las opciones Identificar, Repartir, Asignar Carga, y Analizar en un proceso automático por lotes, de todos los circuitos o de un grupo de circuitos seleccionados por el usuario.

Esta opción es necesaria antes de realizar las operaciones con el módulo OPERA, ya que verifica que todos los circuitos se encuentren perfectamente identificados y crea la base de datos interna para el proceso de la identificación de transformadores fuera de servicio ante un evento de seccionamiento de un tramo.

OPCIÓN "OK": Para salir del menú se utiliza ésta opción.

3.2 ESPECIFICACIONES DEL E-VIEWS [APUNTES DEL PROFESOR MARCELO REYES.]

3.2.1 Descripción general:

E-VIEWS es un programa preparado para resolver análisis de tipo estadístico y Econométrico, tanto univariante como multivariante. Su estructura se adapta al entorno Windows lo cual simplifica su manejo, este programa es el resultado de la evolución de Time Series Processor (TSP), Originalmente pensado para grandes ordenadores y del Micro TSP, orientado a usuarios menos especializados.

Descripción del entorno de E-VIEWS: Al arrancar el programa, básicamente se visualizan tres zonas, el menú principal desde donde se accederá a diferentes comandos, la ventana de comandos en donde se mostrarán los comandos ejecutados y la zona de trabajo, destinada a ser ocupada por las diferentes ventanas que se abrirán en una sesión.

El menú de comandos cuenta con los clásicos "File", "Edit.", "Windows" y "Help", Cuyas posibilidades son similares que en otros programas Windows. Por otra parte cuenta con otras opciones como "Objects", "View", "Procs", "Quick" y "Options", que iremos comprendiendo en la medida que avanzamos en el conocimiento de esta aplicación.

En la siguiente figura se muestra un esquema de cómo se presentan algunas ventanas del programa especificado luego de haber creado la base de datos para los cuales se realizara la proyección de demanda, especificando en este caso el tipo de frecuencia o rango a establecer

para dicho periodo de proyección, en esta ventana el programa nos ira mostrando las variables que se van creando de acuerdo al tipo de procedimiento que se vaya realizando.

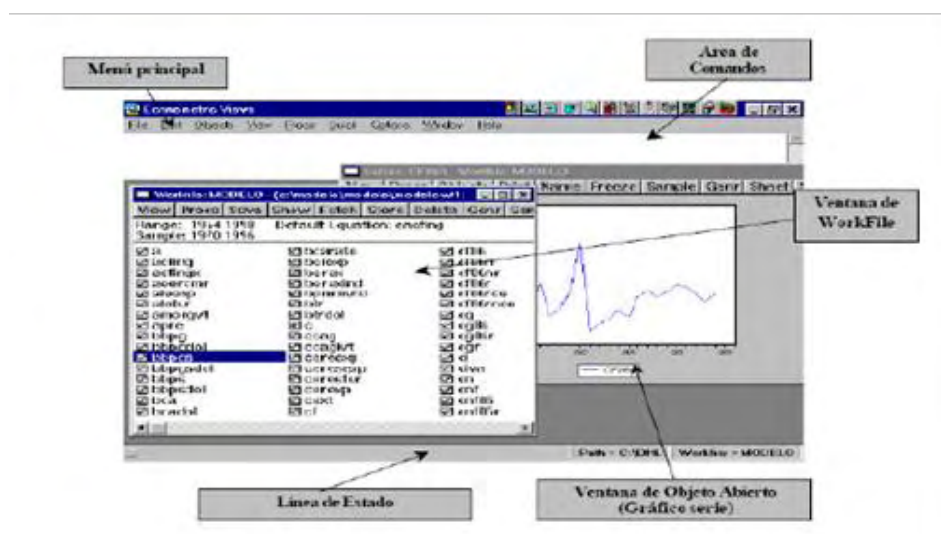


Figura 3.4 Entorno de E-VIEWS

Creación de un archivo de trabajo en E-VIEWS: Para crear un archivo en E-VIEWS se debe seguir la siguiente secuencia:



Figura 3.5: Creación Archivo de Trabajo

Esta secuencia de comandos abre una pantalla en la que debe especificarse el tipo de datos y la frecuencia (rango) del fichero. Esto es que se denomina rango de la muestra inicial y que el E-VIEWS identifica como “range”. No debe confundirse el rango con la amplitud de la muestra a “sample” (o simplemente *smpl*): el *smpl* es la parte del rango activo en un momento determinado y puede cambiarse, dentro del rango especificado, tantas veces como se desee según el momento.

En primer lugar puede elegirse entre distintas frecuencias temporales: anuales, semi-anuales, trimestrales, mensuales, semanales y diarios (para semanas con 5 y 7 días).

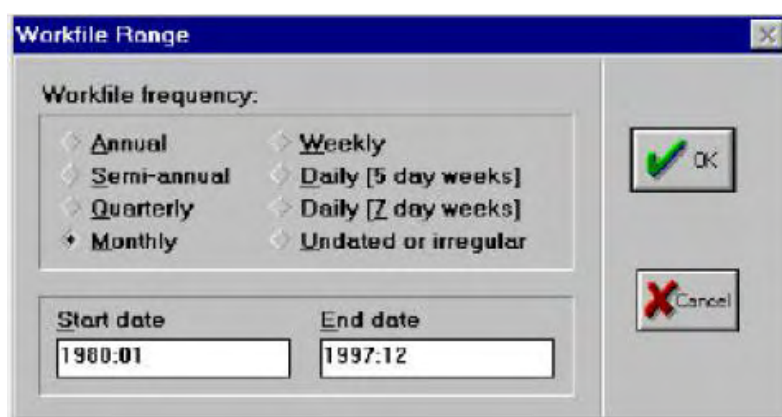


Figura 3.6: Entrada de la Frecuencia de los Datos

Una vez definidos todos los parámetros se presentará la siguiente ventana la cual definirá el espacio de trabajo, este siempre mostrará por defecto dos carpetas “c” y “resid” creadas por el programa. En realidad se trata de series que no cumplen ninguna función en este primer momento más que reservar los dos nombres para el futuro. Podemos ver su contenido abriendo el menú contextual sobre dichos nombres e indicando **Open**. La variable “c” es una serie de ceros, que pasará a ser unos si en una futura estimación de un modelo se incluye constante, mientras que los residuos no están disponibles, ya que de momento obviamente no hemos realizado ninguna operación para que los genere.

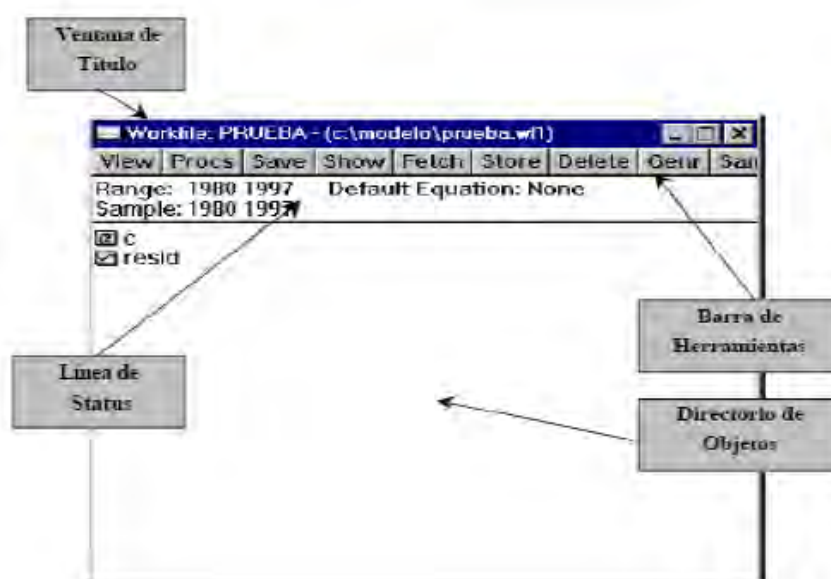


Figura 3.7: Ventana de Trabajo

Como importar los datos desde Excel hacia el E-VIEWS: Lo primero que debemos tener en cuenta es que para importar un archivo debe estar creada la base de datos del archivo en Excel y específicamente deberá estar guardada para su posterior búsqueda, los datos pueden ser importados de manera unitaria o por grupos si así lo requiere el cálculo que se desea estimar.

Por especificaciones del E-VIEWS el primer dato debe estar alojado en la casilla B2 para mayor entendimiento a la hora de importar los datos, esto solo por recomendaciones del programa ya que se puede importar el dato que este ubicado en cualquier casilla por separado.

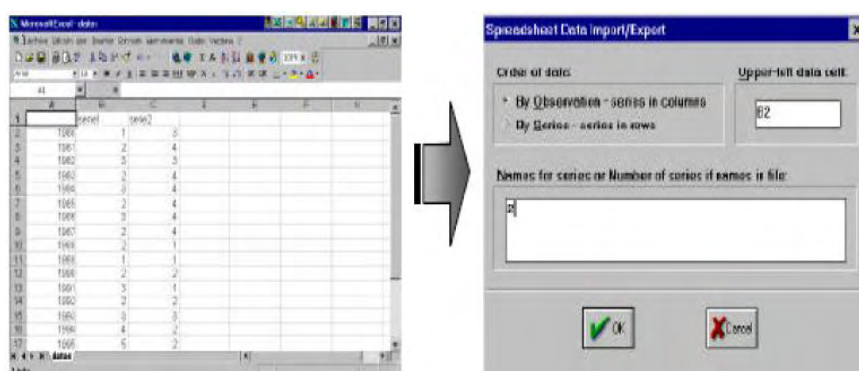


Figura 3.8: Importación de Datos desde Excel

Modelos de Tendencia Determinística: Son aquellos en los cuales la tendencia evoluciona en una forma perfectamente previsible.

Tipos de modelo de tendencia

Modelo lineal
$$y_t = \beta_0 + \beta_1 * t_t \quad (3.1)$$

Dónde:

t_t : indicador del tiempo (1, 2,3,...,T-1, T)

β_0 : Es la ordenada al origen (corriente o potencia dependiendo el caso)

β_1 : Es la pendiente; positiva si la tendencia es aumentar, negativa si es a disminuir (corriente o potencia dependiendo el caso).

ε_t : Es un ruido independiente de t con promedio cero

Modelo cuadrático
$$y_t = \beta_0 + \beta_1 * t_t + \beta_2 * t_t^2 \varepsilon_t \quad (3.2)$$

Modelo lineal logarítmico
$$\ln(y_t) = \ln\beta_0 + \beta_1 * t_t \varepsilon_t \quad (3.3)$$

Modelo exponencial:
$$y_t = \beta_0 * e^{\beta_1 * t_t} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

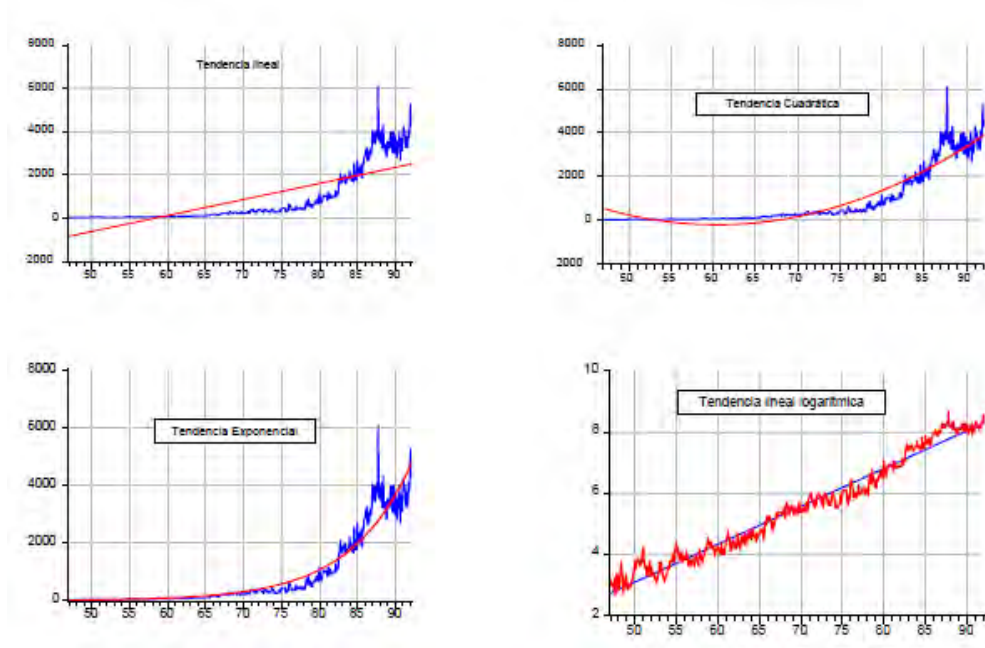


Figura 3.9: Modelos Tendenciales

Métodos de Suavización Exponencial: Los pronósticos son promedios móviles ponderados exponencialmente, donde los últimos valores tienen mayor peso. Se utilizan en los casos en los que los métodos basados en modelos no se pueden o no se deberían usar: Las muestras de datos disponibles son muy pequeñas, cuando las series a pronosticar son demasiadas, ya que requieren de poca atención, constituyen métodos automáticos de pronóstico, empleados para pronosticar datos voluminosos y de alta frecuencia. Existen cuatro tipos de suavización:

Primer Orden: Requiere de dos datos: La demanda real del periodo más reciente y el pronóstico más reciente obtenido por cualquier otro método.

Doble Suavizado Exponencial: Suaviza el pronóstico obtenido con un modelo de suavización exponencial de primer orden y el pronóstico obtenido mediante un modelo de suavizado exponencial doble.

Suavizado Holt-Winters (Dos Parámetros): Este método es apropiado para series con una tendencia lineal y ausencia de estacionalidad, es similar al método de doble suavización exponencial.

Suavizado Holt-Winters con Estacionalidad (Tres Parámetros):

Multiplicativo: Este método es apropiado para series con una tendencia lineal y la variación estacional multiplicativa.

Aditivo: Este método es apropiado para series con una tendencia lineal y la variación estacional aditiva.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 4

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA ACTUAL Y PROYECCION DE DEMANDA

Para el análisis del sistema presente de la ciudad de El Vigía es necesario conocer las especificaciones actuales del sistema eléctrico, para luego, a través de la data histórica suministrada por la división de planificación Mérida realizar la proyección de demanda, para así poder observar en qué condiciones está operando el sistema en la actualidad.

4.1 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA ACTUAL DE LA CIUDAD EL VIGIA

El sistema de distribución de la ciudad El Vigía cuenta actualmente con dos subestaciones:

La subestación vigía I: Esta se encuentra ubicada en la ciudad El Vigía al frente de la urbanización Vista Hermosa; esta subestación cuenta actualmente con tres transformadores para alimentar las 9 salidas de 13.8 kV y un transformador para alimentar 3 salidas en 34.5 kV, esta potencia se reparte en los circuitos de acuerdo a lo expresado en la tabla 4.1:

En total la subestación Vigía I cuenta actualmente con 72 MVA fijos instalados para alimentar a 8 circuitos en 13.8 Kv, y 62 MVA provisionales para alimentar un solo circuito; que es importante destacar que de este transformador no puede aprovecharse el 100% debido a las limitaciones en el sistema 115 Kv y debido a la capacidad de la barra de 13.8 Kv. La S/E Vigía I es alimentada por la S/E Vigía II 2x100 MVA 230/115 Kv y está interconectada por 3 líneas en 115 Kv que corresponden a los alimentadores con las subestaciones, S/E Tovar 115/34.5/13.8 Kv, S/E Mérida III 115/13.8 Kv y S/E Fría II. A su vez la S/E Vigía II es alimentada por la fuente Vigía III que corresponde a la Planta de Generación Termoeléctrica Don Luis Zambrano de 450 MW. Compuesta por tres 3 Máquinas de 150 MW.

Tabla 4.1: Características de la S/E Vigía I

Subestación	Tensión de S/E (kV)	Capacidad de Subestación (MVA)	Circuitos
Vigía I	115/13.8	1x36	D105 “CAÑO TIGRE”
			D205 “HOSPITAL”
			D305 “ZONA INDUSTRIAL”
			D405 “PRIMERO DE MAYO”
		1x36	D505 “PANAMERICANA”
			D605 “PDVSA”
			D705 “LOS POZONES”
			D805 “AV DON PEPE ROJAS”
	1x62	D1205 “AEROPUERTO”	
	115/34.5	1x36	El Bosque, es alimentado por la subestación Vigía I a través de un conductor de calibre 4/0 arvidal con un tramo de 7 km.
			Caño Zancudo, alimentado por un conductor de calibre 4/0 arvidal con una distancia de 43 Km.
PDVSA, este actualmente usa como respaldo de su carga el alimentador en 13.8 Kv D-605 PDVSA.			

S/E El Bosque: Esta se encuentra ubicada cerca de la Av. Bolívar, específicamente en el barrio El Bosque; esta subestación cuenta actualmente con dos transformadores que alimentan 5 salidas en 13.8 kV las cuales se encuentran distribuidas de acuerdo a lo expresado en la tabla 4.2.

También existe en las inmediaciones de la S/E Vigía I una planta de Generación Distribuida propiedad de la Empresa Aggreko, energía que es inyectada al sistema desde la barra 13.8 kV de la misma S/E Vigía I.

Tabla 4.2: Características de la S/E El Bosque

Subestación	Tensión de S/E (kV)	Capacidad de Subestación (MVA)	Circuitos
El Bosque	34.5/13.8	1X15	D105 “LA BLANCA”
			D205 “LOS NARANJOS”
			D305 “PARMALAT”
		1X10	D405 “CENTRO”
			D505 “LA PALMITA”

4.2 PROYECCION DE DEMANDA

Para realizar el análisis del sistema de distribución de la subestación Vigía I se contó con la data histórica suministrada por la División de Planificación Mérida, información con la cual se procedió a realizar la proyección de demanda, utilizando para esto la herramienta E-VIEWS, para de esta manera poder determinar el comportamiento del sistema futuro. En las tablas 4.3 y 4.12 se muestran los valores de demanda de los transformadores existentes tanto en la S/E Vigía I como la S/E El Bosque, así como también en las tablas 4.5, 4.6, 4.7 y 4.14 se presentan los valores de corriente con los cuales se realizó el respectivo cálculo:

Es importante resaltar que para la proyección de demanda se tomaron en cuenta los parámetros de suavizado exponencial que contiene el E-VIEWS, los cuales están definidos en la figura 4.1; de tal manera que se pueda observar con mayor precisión cuál de estos suavizadores es el que se asemeja más al crecimiento de la demanda.

Ya que los suavizadores exponenciales se utilizan para filtrar lo que es definido por el E-VIEWS como ruido blanco se tomara el suavizador HOLT WINTER ADITIVO, ya que este es el suavizador que define el mismo comportamiento que ha venido presentando tanto la demanda de los transformadores de potencia como la de los circuitos de distribución de la S/E Vigía I y S/E El Bosque.

Tabla 4.3: Demanda de los Transformadores de Potencia (115/13.8 Kv) S/E Vigía I

S U B E S T A C I O N V I G I A I	Año	Meses	MVA	Año	Meses	MVA	Año	Meses	MVA
	2008	Enero	39.58	2009	Enero	41.98	2010	Enero	51.36
		Febrero	42.67		Febrero	42.06		Febrero	51.52
		Marzo	42.73		Marzo	44.26		Marzo	51.12
		Abril	42.32		Abril	44.30		Abril	51.60
		Mayo	42.35		Mayo	47.64		Mayo	51.67
		Junio	42.82		Junio	51.15		Junio	51.80
		Julio	40.64		Julio	50.41		Julio	52.10
		Agosto	41.98		Agosto	50.83		Agosto	52.04
		Septiembre	42.90		Septiembre	50.48		Septiembre	52.15
		Octubre	42.70		Octubre	52.19		Octubre	53.26
		Noviembre	40.24		Noviembre	52.25		Noviembre	53.48
	Diciembre	41.81		Diciembre	52.28		Diciembre	53.56	
	2011	Meses	MVA	2012	Meses	MVA	2013	Meses	MVA
		Enero	54.96		Enero	60.61		Enero	62.41
		Febrero	55.96		Febrero	60.99		Febrero	62.10
		Marzo	54.96		Marzo	60.14		Marzo	62.12
		Abril	54.81		Abril	60.77		Abril	62.89
		Mayo	54.69		Mayo	61.80		Mayo	62.86
		Junio	55.35		Junio	60.02		Junio	62.22
		Julio	56.17		Julio	60.80		Julio	63.36
		Agosto	56.10		Agosto	63.75		Agosto	63.23
		Septiembre	58.17		Septiembre	63.87		Septiembre	63.82
		Octubre	58.38		Octubre	62.48		Octubre	63.61
		Noviembre	58.93		Noviembre	64.72		Noviembre	65.98
		Diciembre	60.64		Diciembre	62.06		Diciembre	64.88
	2014	Meses	MVA	2015	Meses	MVA	2016	Meses	MVA
		Enero	65.66		Enero	66.48		Enero	68.40
		Febrero	65.18		Febrero	68.24		Febrero	67.16
		Marzo	66.60		Marzo	63.30		Marzo	68.42
		Abril	66.81		Abril	63.38		Abril	66.55
		Mayo	65.82		Mayo	63.38		Mayo	67.83
		Junio	64.54		Junio	65.89		Junio	65.12
		Julio	68.44		Julio	64.54		Julio	63.91
		Agosto	67.55		Agosto	65.69		Agosto	66.30
		Septiembre	63.69		Septiembre	66.44		Septiembre	69.28
		Octubre	68.01		Octubre	67.10		Octubre	65.37
		Noviembre	67.95		Noviembre	65.73		Noviembre	64.16
		Diciembre	68.32		Diciembre	66.72		Diciembre	68.85

Con los valores de demanda mostrados en la tabla anterior se procedió a realizar la proyección de demanda para los transformadores existentes en la S/E Vigía I.

4.2.1 Proyección de demanda S/E Vigía I (115/13.8)

Tabla 4.4: Proyección S/E Vigía I

Función		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Lineal	S/E Vigía I (115/13.8)	0.873030	$Y = 0.26X + 43.70$

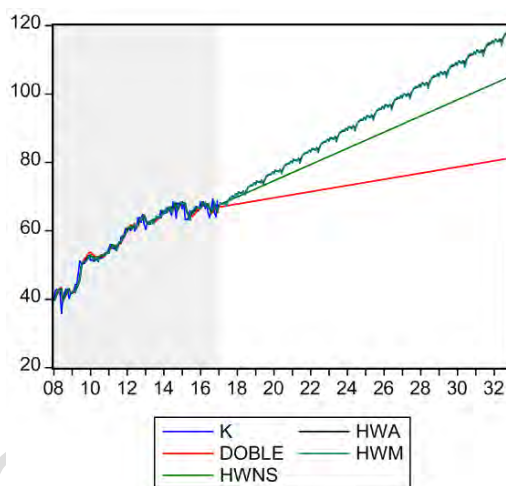


Figura 4.1: Proyección de Demanda S/E Vigía I

K: Datos; DOBLE: Doble Suavizado Exponencial; HWNS: Holt Winter no Estacional; HWA: Holt Winter Aditivo; HWM: Holt Winter Multiplicativo

Con los valores de corriente presentados en las tablas 4.5, 4.6, 4.7 y 4.14 se procedió a realizar las proyecciones de demanda, Dichas proyecciones se realizaron para determinar la demanda a corto, mediano y largo plazo y así posteriormente realizar los análisis del sistema para cada circuito en 13.8 kV de la subestación Vigía I y subestación El Bosque, para esto se contara con el sistema PADDE, a través de estos análisis se podrá determinar cuáles son los conductores que presentan problemas de sobrecarga o niveles de caída de tensión mayores a los permitidos por las normas CORPOELEC.

Con los valores de demanda se procede a realizar la proyección de demanda a través de una hoja de cálculo del E-VIEWS, utilizando el método de los mínimos cuadrados ordinarios, la ecuación resultante para hacer la predicción en cada circuito se muestra a continuación:

Tabla 4.5: Demandas Máximas Mensuales Circuitos de Distribución S/E Vigía I (A)

		Demanda Circuitos de Distribución en 13.8 kV								
	Año	Meses	Caño Tigre	Hospital	Zona Industrial	Primero de mayo	Panamericana	Pdvsa	Los Pozones	Av. Don Pepe
S U B E S T A	2008	Enero	114	262	339	227	253	62	280	296
		Febrero	123	277	340	221	254	86	282	303
		Marzo	122	263	345	226	280	80	300	312
		Abril	124	284	342	229	330	79	315	312
		Mayo	132	289	344	224	312	69	319	318
		Junio	137	289	341	227	316	188	324	324
		Julio	120	279	345	225	318	226	325	317
		Agosto	120	286	342	221	312	206	317	317
		Septiembre	116	289	340	221	326	238	335	324
		Octubre	126	298	341	226	320	284	340	318
		Noviembre	120	299	345	228	313	207	332	319
		Diciembre	116	298	346	231	310	190	330	318
A C I O N V I G I A	2009	Enero	110	290	344	231	308	195	325	325
		Febrero	106	285	344	238	300	199	317	320
		Marzo	118	280	338	238	298	198	318	318
		Abril	120	278	342	236	329	216	322	319
		Mayo	128	276	341	233	345	225	330	326
		Junio	128	275	342	234	357	267	343	327
		Julio	124	280	346	235	342	220	342	322
		Agosto	137	300	348	237	359	295	336	332
		Septiembre	126	310	348	234	356	310	340	321
		Octubre	128	324	347	232	351	299	345	320
		Noviembre	130	330	345	235	356	310	330	318
		Diciembre	110	319	348	239	348	348	317	324
I G I A I	2010	Enero	110	325	344	246	378	352	326	326
		Febrero	120	330	350	246	375	349	320	318
		Marzo	120	340	353	248	356	338	322	317
		Abril	120	326	358	246	343	347	326	319
		Mayo	110	346	354	248	351	353	330	325
		Junio	120	328	360	244	353	328	337	325
		Julio	120	327	355	250	342	327	328	318
		Agosto	120	321	357	255	336	348	331	323
		Septiembre	110	335	360	257	346	350	331	326
		Octubre	110	340	354	258	361	361	336	336
		Noviembre	110	320	355	260	342	353	321	328
		Diciembre	140	325	360	266	331	330	326	330

Tabla 4.6: Demandas Máximas Mensuales Circuitos de Distribución S/E Vigía I (A)

		Demanda Circuitos de Distribución en 13.8 kV								
	Año	Meses	Caño Tigre	Hospital	Zona Industrial	Primero de mayo	Panamericana	Pdvsa	Los Pozones	Av. Don Pepe
S U B E S T A	2011	Enero	126	320	357	262	336	335	324	332
		Febrero	140	320	351	262	342	320	325	324
		Marzo	156	316	356	263	336	359	323	322
		Abril	156	320	355	266	341	321	334	321
		Mayo	158	335	357	255	368	306	337	320
		Junio	162	340	350	263	378	333	345	328
		Julio	180	345	350	270	371	359	346	324
		Agosto	168	345	364	276	374	352	350	336
		Septiembre	162	340	360	278	323	326	356	334
		Octubre	160	350	360	284	372	326	344	336
		Noviembre	150	345	354	284	376	283	350	335
		Diciembre	142	340	360	280	359	257	333	323
A C I O N V	2012	Enero	158	348	360	282	347	255	328	330
		Febrero	163	350	358	278	309	278	327	340
		Marzo	160	352	355	285	340	282	330	349
		Abril	162	374	356	286	346	306	323	348
		Mayo	180	375	351	285	355	315	332	356
		Junio	200	374	360	290	359	317	331	364
		Julio	212	377	357	295	349	297	330	366
		Agosto	225	376	356	296	362	310	340	368
		Septiembre	232	372	358	300	362	320	335	375
		Octubre	254	375	357	295	360	339	341	370
		Noviembre	265	375	357	298	355	331	344	371
		Diciembre	280	368	358	298	345	320	337	379
I G I A I	2013	Enero	284	364	360	303	360	335	328	373
		Febrero	280	378	366	305	378	356	331	378
		Marzo	276	372	365	302	372	376	342	375
		Abril	282	374	362	308	375	360	353	372
		Mayo	262	376	366	306	369	332	348	373
		Junio	272	378	368	308	361	356	355	379
		Julio	268	378	371	311	361	339	362	377
		Agosto	260	375	373	308	377	342	350	375
		Septiembre	275	374	374	304	365	345	354	365
		Octubre	290	377	376	306	374	345	358	368
		Noviembre	280	378	372	312	368	335	358	370
		Diciembre	270	358	370	310	367	315	352	374

Tabla 4.7: Demandas Máximas Mensuales Circuitos de Distribución S/E Vigía I (A)

		Demanda Circuitos de Distribución en 13.8 kV								
	Año	Meses	Caño Tigre	Hospital	Zona Industrial	Primero de mayo	Panamericana	Pdvsa	Los Pozones	Av. Don Pepe
S U B E S T A C I O N E S	2014	Enero	285	362	374	316	378	339	357	370
		Febrero	287	375	372	313	376	365	364	377
		Marzo	284	377	371	308	376	366	375	374
		Abril	288	370	376	312	377	354	372	380
		Mayo	287	365	373	314	316	335	373	371
		Junio	285	357	372	315	373	344	367	363
		Julio	280	373	375	309	376	341	367	369
		Agosto	283	377	378	313	371	337	364	368
		Septiembre	286	378	380	317	370	362	363	365
		Octubre	280	376	375	320	325	344	360	370
		Noviembre	277	365	370	322	319	346	361	366
		Diciembre	282	360	374	315	322	346	365	380
I N D I C I D A D O S	2015	Enero	285	365	378	316	313	346	361	371
		Febrero	288	370	379	319	317	378	370	376
		Marzo	289	372	373	319	323	358	373	374
		Abril	282	370	377	310	361	379	370	379
		Mayo	286	365	373	312	348	376	378	374
		Junio	282	361	376	317	350	377	371	370
		Julio	277	368	370	315	356	363	375	375
		Agosto	278	370	374	318	316	366	371	373
		Septiembre	288	370	370	320	320	370	371	376
		Octubre	281	361	375	322	343	378	375	374
		Noviembre	278	368	370	324	315	347	366	370
		Diciembre	270	370	374	330	314	364	369	368
I N D I C I D A D O S	2016	Enero	275	365	371	324	322	366	376	365
		Febrero	283	368	376	326	337	371	375	373
		Marzo	285	370	377	327	340	378	373	375
		Abril	282	372	376	330	338	376	367	378
		Mayo	285	375	377	335	325	376	367	379
		Junio	280	370	375	340	320	378	370	372
		Julio	287	375	374	345	318	378	370	371
		Agosto	284	370	376	351	322	376	376	372
		Septiembre	286	365	375	358	365	375	372	370
		Octubre	282	372	375	353	326	378	374	378
		Noviembre	284	370	373	356	326	370	373	370
		Diciembre	286	370	378	360	320	353	376	372

Circuito D105 Caño Tigre y Circuito D205 Hospital

Tabla 4.8: Proyección Circuito D105 “CAÑO TIGRE” y Circuito D205 “HOSPITAL”

		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Función	Circuito D105	0.834198	$Y = 2.19X + 86.83$
Lineal	Circuito D205	0.743794	$Y = 0.93X + 292.33$

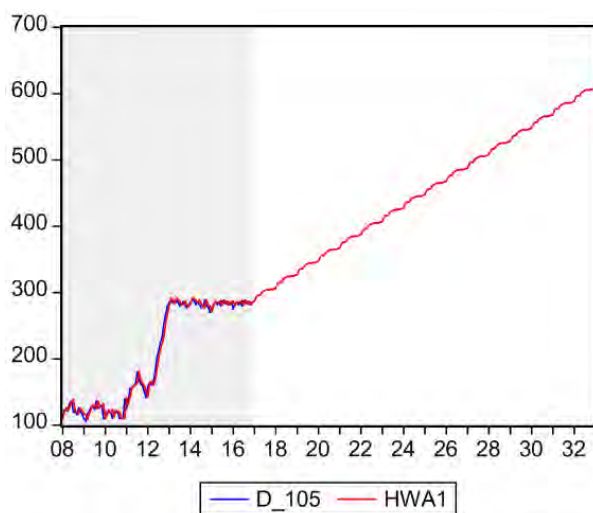


Figura 4.2: Proyección Circuito D105 “CAÑO TIGRE”
D_105: Datos; HWA1: Holt Winter Aditivo

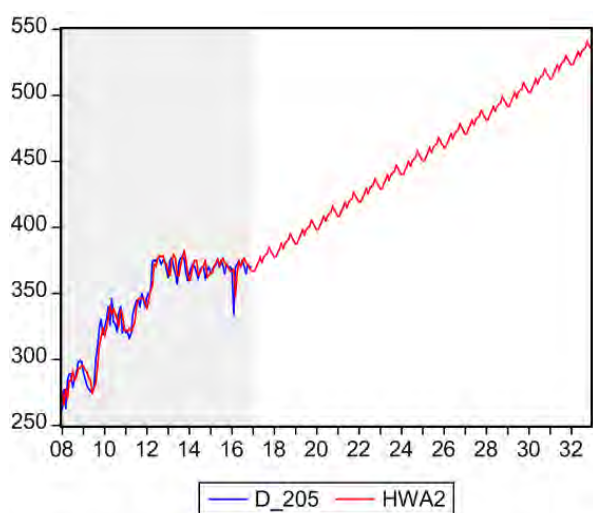


Figura 4.3: Proyección Circuito D205 “HOSPITAL/CENTRO”
D_205: Datos; HWA2: Holt Winter Aditivo

Circuito D305 Zona Industrial y Circuito D405 Primero de Mayo

Tabla 4.9: Proyección Circuito D-305 “ZONA INDUSTRIAL” y Circuito D-405 “PRIMERO DE MAYO”

		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Función	Circuito D305	0.883024	$Y = 0.37X + 340.31$
Lineal	Circuito D405	0.650771	$Y = 1.06X + 261.57$

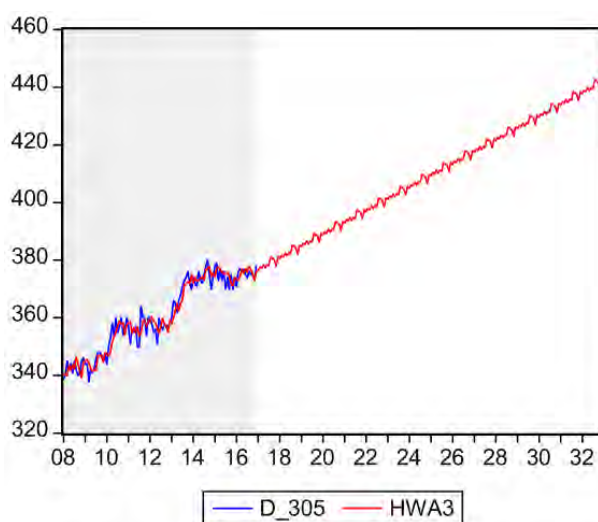


Figura 4.4: Proyección Circuito D305 “ZONA INDUSTRIAL”
D_305: Datos; HWA3: Holt Winter Aditivo

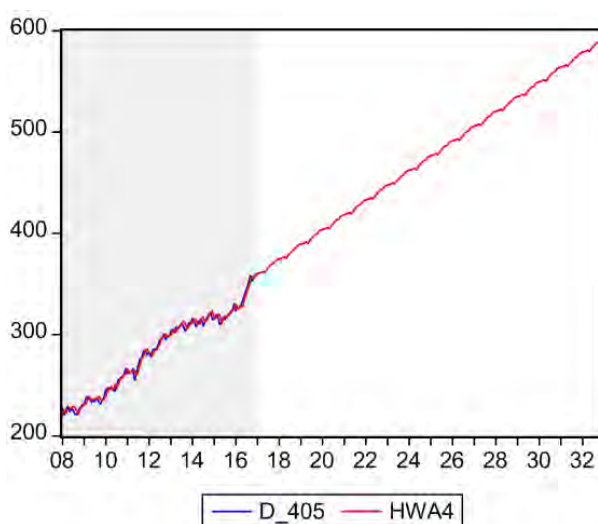


Figura 4.5: Proyección Circuito D405 “PRIMERO DE MAYO”
D_405: Datos; HWA4: Holt Winter Aditivo

Circuito D505 Panamericana y Circuito D605 Pdvs

Tabla 4.10: Proyección Circuito D505 “PANAMERICANA” y Circuito D605 “PDVSA”

		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Función	Circuito D505	0.683315	$Y = 0.52X + 328.91$
Lineal	Circuito D605	0.540888	$Y = 1.70X + 220.81$

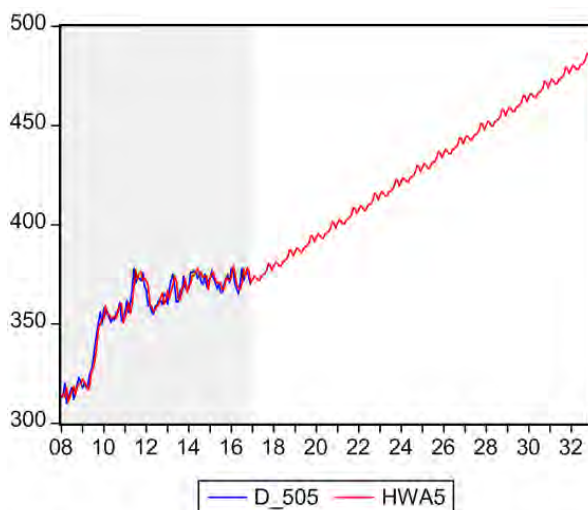


Figura 4.6: Proyección Circuito D505 “PANAMERICANA”
D_505: Datos; HWA5: Holt Winter Aditivo

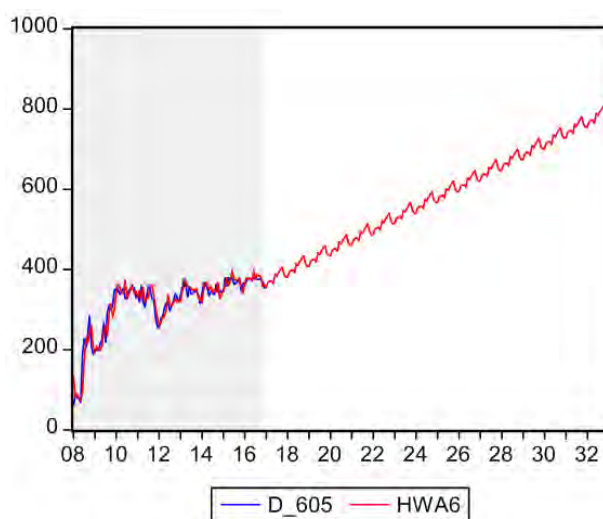


Figura 4.7: Proyección Circuito D605 “PDVSA”
D_605: Datos; HWA6: Holt Winter Aditivo

Circuito D705 Los pozones y Circuito D805 Av. Don pepe

Tabla 4.11: Proyección Circuito D705 “LOS POZONES” y Circuito D805 “AV. DON PEPE”

		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Función	Circuito D705	0.777144	$Y = 0.60X + 311.91$
Lineal	Circuito D805	0.811141	$Y = 0.72X + 309.28$

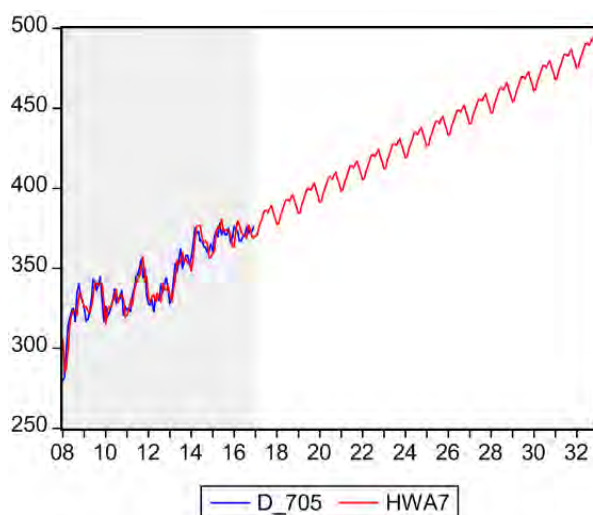


Figura 4.8: Proyección Circuito D705 “LOS POZONES”
D_705: Datos; HWA7: Holt Winter Aditivo

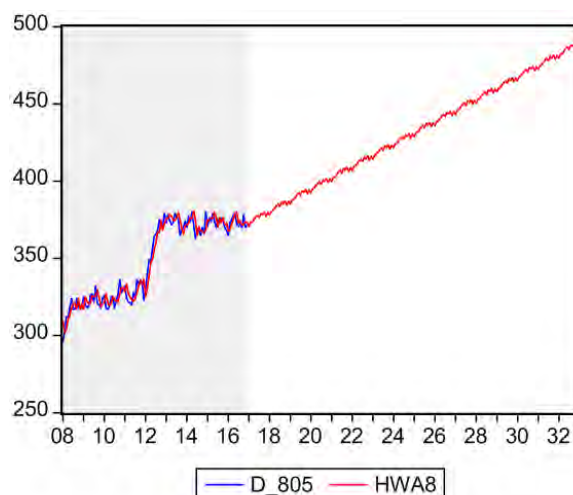


Figura 4.9: Proyección Circuito D805 “AV. DON PEPE”
D_805: Datos; HWA8: Holt Winter Aditivo

4.2.2 Proyección de demanda S/E El Bosque

Tabla 4.12: Demanda de los Transformadores de Potencia (34.5/13.8 kV)

DEMANDAS S/E EL BOSQUE (34.5/13.8 kV)									
Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	9.39	9.09	11.52	12.96	14.59	16.43	18.49	20.82	23.44

Tabla 4.13: Proyección S/E El Bosque

Función		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Lineal	S/E El Bosque (34.5/13.8)	0.977467	$Y = 1.81X + 6.12$

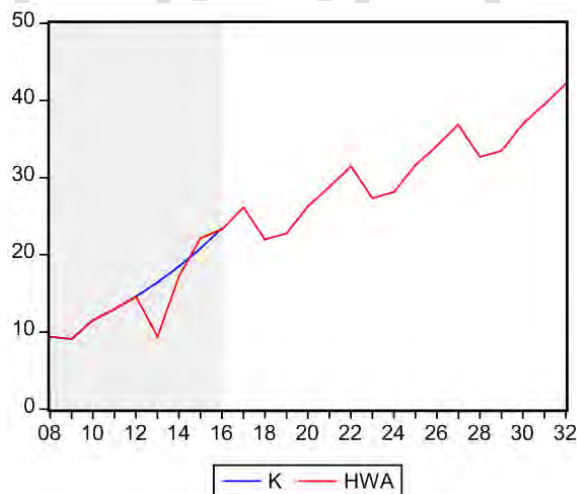


Figura 4.10: Proyección de Demanda S/E El Bosque
K: Datos; HWA: Holt Winter Aditivo

En la siguiente tabla se muestran los valores de corriente que presentaban cada uno de los circuitos existentes de la subestación El Bosque, con los cuales se procedió a realizar la proyección de demanda, como esta es una subestación desatendida no se contaba con las demandas máxima mensuales.

Tabla 4.14: Demandas Circuitos de Distribución S/E El Bosque

			Demanda Circuitos de Distribución en 13.8 kV								
S/E EL BOSQUE	N° CIRC	Circuito	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	1	La Blanca	285	289	312	321	340	344	349	348	352
	2	Los Naranjos	280	275	278	281	310	324	320	332	326
	3	Parmalat	72	76	78	85	81	80	85	90	94
	4	Centro	112	134	140	149	150	147	169	195	210
	5	La Palmita	102	118	123	133	152	156	150	157	165

Circuito D105 La Blanca y Circuito D205 Los Naranjos

Tabla 4.15: Proyección Circuito D105 “LA BLANCA” y Circuito D205 “LOS NARANJOS”

		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Función	Circuito D105	0.894095	$Y = 9.03X + 281.50$
Lineal	Circuito D205	0.847115	$Y = 8.03X + 262.72$

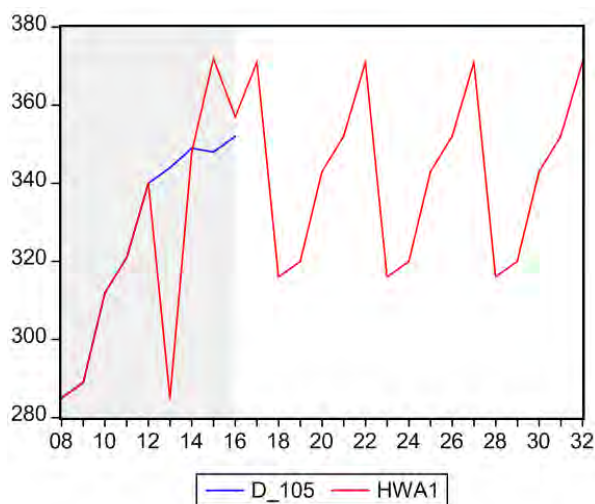


Figura 4.11: Proyección Circuito D105 “LA BLANCA”
D_105: Datos; HWA1: Holt Winter Aditivo

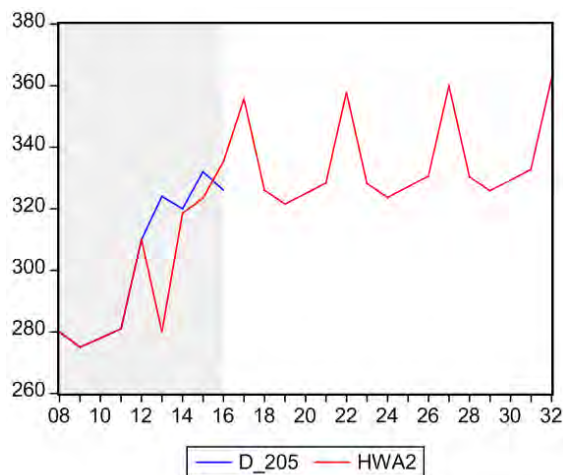


Figura 4.12: Proyección Circuito D205 “LOS NARANJOS”
D_205: Datos; HWA2: Holt Winter Aditivo

Circuito D305 Parmalat y Circuito D405 Centro

Tabla 4.16: Proyección Circuito D305 “PARMALAT” y Circuito D405 “CENTRO”

		Coefficiente de Regresión	Ecuaciones
Función	Circuito D305	0.842976	$Y = 2.31X + 70.75$
Lineal	Circuito D405	0.891033	$Y = 10.51X + 103.63$

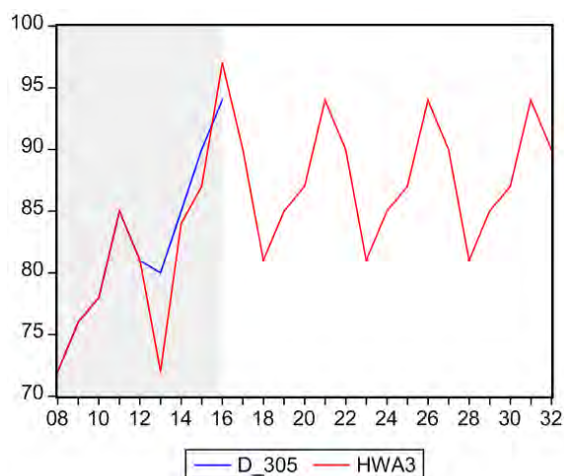


Figura 4.13: Proyección Circuito D305 “PARMALAT”
D_305: Datos; HWA3: Holt Winter Aditivo

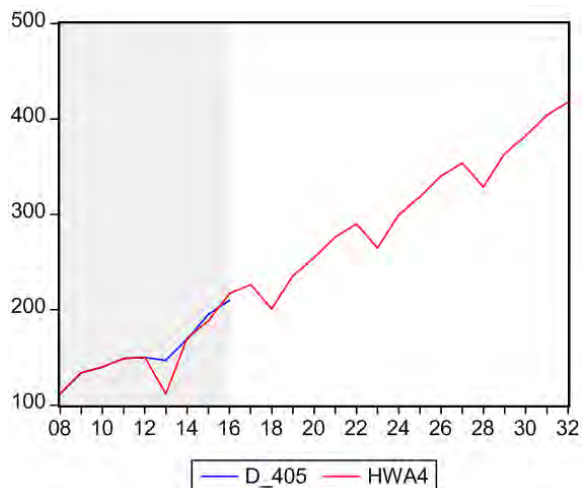


Figura 4.14: Proyección Circuito D405 “CENTRO”
D_405: Datos; HWA4: Holt Winter Aditivo

Circuito D505 La Palmita

Tabla 4.17: Proyección Circuito D505 “LA PALMITA”

función		Coefficiente de regresión	ecuaciones
lineal	Circuito D505	0.901323	$Y = 7.43X + 102.38$

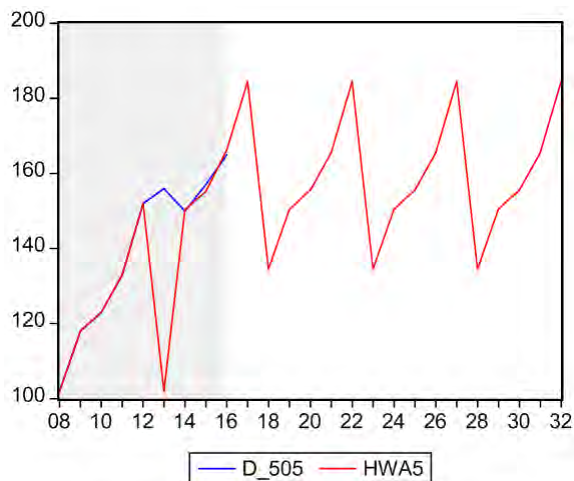


Figura 4.15: Proyección Circuito D505 “LA PALMITA”
D_505: Datos; HWA5: Holt Winter Aditivo

4.3 ANALISIS DE RESULTADOS

Según el patrón de consumo que ha venido presentando la ciudad de El Vigía la función que mejor resulta luego de hacer la proyección de la demanda es la función lineal ya que las demás funciones presentan un crecimiento muy lento, tal es el caso de la función logarítmica que no se ajusta a los valores de data histórica; la función polinomial al momento de realizar la proyección esta arrojaba valores negativos en varios circuitos, lo que no es conveniente trabajar con esta función ya que esto arrojaría errores de cálculo para el sistema presente. La función exponencial presentaba un crecimiento muy acelerado de acuerdo al crecimiento presentado hasta el año 2016.

Es importante resaltar que para poder definir cuál será el mejor modelo a seleccionar para hacer la proyección también se deben tomar en cuenta los coeficientes de regresión más cercanos a la unidad, ya que este coeficiente al ser muy bajo o cercano a cero genera desconfianza para poder tomar dicho modelo como una Proyección correcta.

Una de las particularidades importantes que presenta el E-VIEWS se puede ver reflejado en los suavizadores exponenciales que este contiene, ya que estos son utilizados para filtrar la señal o lo que es denominado por el E-VIEWS como ruido blanco. Estos suavizadores definen con mayor precisión el crecimiento futuro de la demanda que puedan tener los circuitos existentes.

Para la S/E El Bosque se puede observar en las gráficas que la Proyección presenta picos de demanda indeseables en el sistema, esto debido a que la data histórica fue dada de manera anual y no mensual como lo fue en la S/E Vigía I. Este problema se presenta por la razón de que la S/E El Bosque es una subestación desatendida, de manera tal que las mediciones sean registradas cada mes; para lo cual se tendría una data histórica más extensa y poder así realizar una mejor proyección.

De acuerdo a lo expuesto, la proyección que resulta más conveniente para realizar el análisis de los circuitos, sin correr el riesgo de un sistema con poca duración y no tener además una proyección muy alta, es la proyección lineal, por tanto, los valores de corriente a considerar son los obtenidos con esta proyección.

CAPITULO 5:

ESTUDIO DEL SISTEMA PRESENTE

Se procede a estudiar el sistema presente usando para esto el sistema PADDE, con este estudio se determinara cuáles son los conductores que presentan sobrecarga, así como también se verificara cuáles son los circuitos que no cumplen con el criterio de caída de tensión el cual debe ser un 5% en condición normal según lo establecido por las normas CORPOELEC.

RESULTADOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION ACTUAL

Tabla 5.1: Estudio Realizado por el Sistema PADDE en el Sistema Presente
Resultados del sistema de distribución, año 2016

	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E VIGIA I	D105 Caño tigre	287	12.50	106.30	716.26	7203.48
	D205 Hospital/Centro	375	10.23	106.84	526.94	9415.10
	D305 Zona industrial	378	3.32	96.24	148.32	9485.35
	D405 Primero de mayo	360	8.69	96.02	406.66	9033.61
	D505 panamericana	365	24.50	93.19	1803.23	9147.91
	D605 pdvsa	378	5.26	100.79	227.60	9485.80
	D705 Los pozones	376	5.66	100.25	275.61	9435.10
	D805 Av. Don pepe	379	8.55	101.09	449.74	9512.49
S/E El Bosque	D105 La Blanca	352	10.80	93.19	603.97	8413.14
	D205 Los Naranjos	326	10.33	89.12	344.23	7792.12
	D305 Parmalat	94	0.49	33.59	8.18	2248.30
	D405 Centro	210	0.89	67.77	24.96	5021.91
	D505 La Palmita	165	7.50	51.12	138.39	3944.57

5.1 RESULTADOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION EN EL CORTO PLAZO

5.1.1 Estudio del Sistema de Distribución en el Corto Plazo

Tabla 5.2: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Corto Plazo

Resultados del sistema de distribución, año 2021						
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E VIGIA I	D105 Caño tigre	428.82	25.02	158.70	1668.49	10753.81
	D205 Hospital/Centro	437.59	11.99	116.74	720.96	10986.23
	D305 Zona industrial	398.91	7.85	106.36	301.11	10009.78
	D405 Primero de mayo	407.87	9.84	108.79	522.28	10234.35
	D505 panamericana	410.63	28.97	109.55	2297.06	10309.95
	D605 pdvsa	486.49	6.77	129.72	377.95	12207.59
	D705 Los pozones	406.64	6.12	108.42	322.52	10203.73
	D805 Av. Don pepe	422.61	9.53	112.73	559.66	10606.62
S/E El Bosque	D105 La Blanca	398.93	12.26	106.37	776.99	9534.04
	D205 Los Naranjos	367.15	11.68	97.91	437.29	8775.54
	D305 Parmalat	100.86	0.52	36.04	9.41	2412.50
	D405 Centro	240.35	1.02	77.57	32.71	5748.09
	D505 La Palmita	199.02	9.09	58.58	202.63	4757.54

5.2 Análisis de Resultados

Al realizar el estudio del sistema presente para corto y mediano plazo se puede apreciar que los circuitos existentes en la Ciudad El Vigía, presentan caídas de tensión y carga de conductores elevadas, esto debido a la diversidad de calibres de conductor a lo largo de los circuitos, y a lo extenso de algunos de los mismos. Estos factores interfieren en las posibilidades de realizar Transferencias de carga entre los circuitos.

Es importante resaltar de la tabla 5.1 que la demanda actual de la S/E Vigía I es de 85.31 MVA, y de acuerdo con lo expresado en el capítulo anterior donde se indicó que solo se tienen 72 MVA fijos instalados, no se tendría capacidad suficiente para alimentar toda la carga; sin embargo se está ejecutando para esta subestación la entrada de un nuevo transformador de 30 MVA, el cual pasaría en el corto plazo a tomar parte de la carga que manejan actualmente

los transformadores existentes pasando la S/E Vigía I a manejar una capacidad instalada de 102 MVA, de esta manera se podrá cumplir con el criterio de capacidad firme, ya que al fallar uno de los transformadores de 36 MVA se pueden alimentar 85.80 MVA (mayores a los 85.31 MVA).

Los valores de demanda obtenidos en las tablas 5.1, y 5.2, son el resultado del análisis realizado por el sistema PADDE, para este estudio se tomó la proyección de demanda de cada circuito del año 2021 para el estudio a corto plazo, así como también se tomaron los datos del año 2026 para el mediano plazo, para esto se tomó el valor de corriente correspondiente al mes de diciembre para cada periodo de estudio, los cuales estos fueron obtenidos en el capítulo anterior.

De estas tablas se tomaron los valores de corriente obtenidos en las proyecciones con los cuales se procederá a estudiar todos y cada uno de los circuitos existentes tanto en la S/E Vigía I como la S/E El Bosque, para poder en el corto y mediano plazo realizar la respectiva reconfiguración de la red y así poder realizar transferencias entre los circuitos de manera tal que estos operen dentro de los criterios establecidos por las normas de distribución.

5.1.2 Estudio del Sistema de Distribución en el Mediano Plazo

Tabla 5.3: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Mediano Plazo

Resultados del sistema de distribución, año 2026						
	circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E VIGIA I	D105 Caño tigre	612.97	43.98	233.53	3824.87	15828.68
	D205 Hospital/Centro	515.81	14.19	137.59	1006.91	12949.17
	D305 Zona industrial	430.46	8.47	114.77	351.24	10801.27
	D405 Primero de mayo	510.42	12.30	136.17	818.86	12805.85
	D505 panamericana	454.64	33.40	99.16	2847.81	11473.62
	D605 pdvsa	629.55	8.77	167.85	635.05	15795.88
	D705 Los pozones	457.65	6.89	122.01	408.86	11483.21
	D805 Av. Don pepe	483.64	10.91	129.01	733.75	12137.55
S/E El Bosque	D105 La Blanca	462.26	14.24	123.24	1045.56	11046.30
	D205 Los Naranjos	423.38	13.54	112.90	582.80	10119.20
	D305 Parmalat	117.08	0.61	41.85	12.69	2800.80
	D405 Centro	313.97	1.33	101.30	55.80	7506.15
	D505 La Palmita	251.05	11.54	66.95	325.71	6000.93

5.3 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Se ha establecido como Caso Base la condición de la red para 2014, debido a que se tiene completa la información de los valores máximos de la demanda eléctrica y la configuración de la red eléctrica en 13.8 kV que se estuvo operando en los últimos años.

5.3.1 Diagnóstico del Sistema de Distribución Actual

Existe en la actualidad una situación crítica de sobrecarga en los alimentadores y Transformadores de Potencia del Sistema de Distribución asociados a la S/E Vigía I y S/E El Bosque, reportando en los últimos años factores de utilización que superan el 100% en condición normal de operación. Adicionalmente una gran parte de los circuitos presentan altas caídas de tensión y pérdidas técnicas indeseables en el sistema.

En la actualidad, debido principalmente a la sobrecarga en los Transformadores 115/13.8 kV de la S/E Vigía I, se han realizado algunas transferencias de carga hacia el nuevo circuito D1205-Aeropuerto cambiando la configuración normal de los circuitos D705-Los Pozones y D305-Zona Industrial. El nuevo circuito en 13.8 kV denominado “Circuito 12” esta provisionalmente alimentado a través del transformador elevador de 62 MVA que pertenece a las máquinas turbo generadoras ubicadas al lado de la S/E Vigía I y que actualmente se encuentran fuera de servicio.

Debe entenderse que esta configuración es una solución operativa y transitoria para disminuir los problemas de sobrecarga en el sistema.

Mientras se ejecuta una solución definitiva y con mayor tiempo de duración se plantean realizar transferencias de carga entre los circuitos de tal forma que se pueda solucionar a corto plazo los problemas más frecuentes presentados en el sistema de distribución como lo son la caída de tensión y la Cargabilidad que presentan los troncales de los circuitos.

Se propone la división del circuito D605 PDVSA entre el nuevo circuito denominado D605 La Pedregosa y D905 La Páez de manera tal que la carga que este maneja pueda estar repartida entre ambos y así poder disminuir significativamente la Cargabilidad y la caída de tensión que maneja el troncal de este circuito, así como también se tomara en cuenta el nuevo circuito que alimentara al hospital tipo IV de la ciudad El Vigía.

Se propone aumentar la capacidad instalada en 34.5 kV de la S/E Vigía I a 2 Transformadores de 36 MVA, ya que esta solo cuenta con 36 MVA instalados y este está trabajando a su capacidad máxima de operación, este transformador posee un factor de utilización elevado ya que está alimentando 40 MVA que se encuentran instalados entre la S/E El Bosque y S/E Caño Zancudo.

En el siguiente capítulo analizaremos parte de los circuitos en 13.8 kV de la S/E Vigía I, donde se les modificara la topología actual, a fin de que se puedan realizar transferencias en situaciones de contingencia, aunque en la actualidad las transferencias son inviables debido a la situación de sobrecarga de todos los alimentadores. En la figura 5.1 se presenta un diagrama actual de las áreas de servicio de estos circuitos 13.8 kV para el sistema presente.

Puede observarse que la mayoría de las áreas de influencia de los circuitos tienen formas irregulares, es decir se mezclan entre sí, complicando las operaciones de transferencias en caso de contingencias y a su vez aportando más caída de tensión y pérdidas en la línea. Se propone crear entonces con cada alimentador áreas de influencias regulares y bien definidas para mejorar la flexibilidad que requieren los sistemas de distribución y a su vez mejorar los perfiles de tensión.

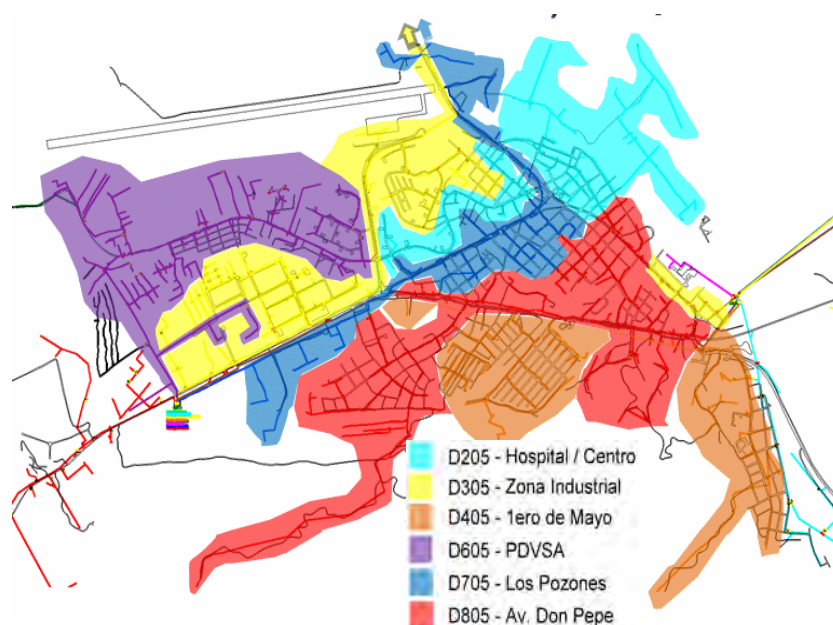


Figura 5.1: Áreas de servicio de alimentadores 13.8 kV S/E Vigía I – Sistema Presente

CAPITULO 6:

ESTUDIO DEL SISTEMA FUTURO

En este capítulo se procederá a estudiar los alimentadores de los circuitos existentes tanto para la subestación Vigía I como la subestación El Bosque, en los cuales se realizara la reconfiguración de la red para que estos operen dentro de los criterios establecidos por las normas de distribución, de igual manera se presentaran las posibles soluciones de acuerdo a las proyecciones realizadas para cada uno de los circuitos.

6.1 RECONFIGURACION DE LA RED PARA EL SISTEMA A CORTO PLAZO EN OPERACIÓN NORMAL

Como se había definido en el capítulo anterior primero se planteara para el corto plazo las transferencias de carga para aquellos circuitos que manejaban niveles de corriente elevados y que se les pudiese transferir carga de estos hacia otros troncales que manejaban menor carga.

6.1.1 Redistribución de la Carga en los Circuitos de Distribución en 13.8 kV S/E Vigía I

Circuito D305 Zona Industrial: La transferencia realizada que afectó al circuito D305 Zona Industrial incluyó:

- Apertura del Troncal en la vía a San Cristóbal en Proagro – Zona Industrial (206156E 952626N).

Ahora, para la configuración definitiva se propone:

- Abrir el seccionador del ramal que va a la Guardia Nacional del actual circuito D605 PDVSA en la esquina con vía principal Esperanza Bolivariana (205119E 952497N).

- Interconectar la derivación del actual circuito D305 Zona Industrial con el ramal del actual circuito D605 PDVSA en CAPRA (205882E 952925N), para realizar esta operación se debe construir un tramo de 35.7 mts.

Circuito D605-La Pedregosa: Este circuito corresponde a la misma configuración del actual circuito D605 PDVSA pero se propone realizar la siguiente adecuación:

- Reubicar seccionador de la Urb. San Marcos del actual circuito D605 PDVSA y colocarlo abierto al frente de Santa Eduvigis en la vía La Pedregosa (205958E 953540N).
- Este circuito D605 transferirá 240 A de carga a los circuitos D305 Zona Industrial y D905 La Páez, para operar solo con 246 A previendo suficiente reserva para absorber los nuevos desarrollos del sector.

Circuito D705 Av. 15: En la actualidad este circuito corresponde al mismo D705-Los Pozones, el cual ha sido descargado con la entrada del nuevo circuito D1205 Aeropuerto ya que fue abierto el seccionador en las Acacias que representaba una demanda de 72.1 A. Se propone mantener el circuito como está operando actualmente pero sin la derivación que atiende la Urb. Carabobo y agregándole los tramos resultantes de las siguientes maniobras:

- Cerrar el seccionador en la esquina de la calle 9 con Av. 13 del Barrio la Inmaculada (208468E 953443N).
- Abrir seccionador en la esquina Av. 10 con calle 8 (208736E 953329N).

Circuito D905-La Páez: Se propone que este circuito tome la carga del actual circuito D605 PDVSA, desde el punto de seccionamiento recomendado en Santa Eduvigis en la vía La Pedregosa (205958E 953540N) y hasta el Mercado Campesino. Es requerido entonces la siguiente adecuación:

- Colocar puentes entre actual circuito D605 PDVSA y el nuevo Troncal del circuito D905 La Páez en el mismo punto de seccionamiento y donde terminará en punta el D605 La Pedregosa propuesto.
- Se propone que este nuevo circuito tome 204.49 A de la demanda proyectada del actual alimentador D605 PDVSA.

Circuito D1005-Hospital Nuevo: Este circuito tomará en un futuro la carga del Nuevo Hospital Tipo IV de El Vigía que se estima con Capacidad Instalada de 5 MVA. Sin embargo, se propone conectar adicionalmente carga de los actuales circuitos D705 los Pozones y D805 Av. Don Pepe de aproximadamente 150 A, y que resulta de las siguientes adecuaciones y maniobras:

- Colocar puentes entre el final del nuevo troncal 4/0 ARV y el ramal del Terminal de Pasajeros (206883E 952854N).
- Transferir los 4 ramales (205912E 952437N) (206089E 952523N) (206290E 952607N) (206658E 952765N) entre el Nuevo Hospital y el Terminal al circuito D1005 Hospital Nuevo.
- Se estima que este alimentador pueda tomar una carga total de 290.1 A una vez sea incorporada la demanda del Nuevo Hospital.

Circuito D1205-Aeropuerto: Se propone mantener la configuración del circuito D1205 Aeropuerto igual al actual, utilizando el nuevo troncal 4/0 ARV hasta la Zona Industrial y luego tomando la carga del viejo circuito D305 Zona Industrial hasta Los Pozones, incluyendo el ramal del actual circuito D705 Los Pozones a partir del seccionador en las Acacias.

- Recordemos que para el circuito D205 Hospital se propuso transferir la carga de los sectores Bubuquí IV, Bubuquí V y Urb. Carabobo, por tanto el circuito D1205 Aeropuerto actual se descargará por esta transferencia quedando en unos 245 A.

En la tabla 6.1 se muestran los resultados de las simulaciones luego de realizar las transferencias propuestas, y se evidencia una clara mejora realizada a los alimentadores a los cuales se les propuso transferir parte de la carga que estos manejaban. La Cargabilidad promedio de estos circuitos fue reducida de 114.83% a 69,04%, y la caída de tensión promedio de 6.91% a solo 4.35%.

En relación a los alimentadores que no fueron tomados en consideración por presentar elevadas caídas de tensión, se estima corregir esta situación una vez entren las soluciones definitivas del sistema a mediano plazo como lo son la construcción de las nuevas SS/EE La Blanca 115/34.5/13.8 kV, Parque Chama 34.5/13.8 kV y El Quince 34.5/13.8 kV. Adicionalmente a las mejoras ya mencionadas, es necesario destacar que las pérdidas totales en 13.8 kV con demanda proyectada a 2021 serán reducidas, pasando de 8.239 MW a 3.947 MW, información que podrá detallarse en las tablas 5.1 y 6.1 anexas al informe.

Tabla 6.1 Estudio Realizado por el Sistema PADDE con propuestas Corto Plazo

Resultados del Sistema de Distribución en Operación Normal con Propuestas						
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E VIGIA I	D305 Zona industrial	205.4	1.49	46.66	30.86	4392.07
	D605 La Pedregosa	246.2	2.53	65.64	77.56	6178.22
	D705 Av. 15	305.74	5.42	81.71	230.18	7690.00
	D905 La Páez	204.49	3.93	54.52	111.08	5131.53
	D1005 Hospital Nuevo	290.1	4.04	77.32	144.90	7277.06
	D1205 Aeropuerto	245.01	6.46	65.32	199.49	6197.44

Estas propuestas se encuentran anexas en el cd, en la carpeta que lleva por nombre Corridas Padde corto plazo, aquí se podrá observar cuales son los seccionadores que deben operar y ser reubicados.

En este se podrán encontrar todas las propuestas realizadas para la red operando en condiciones normales, se ha definido una capa dentro del plano con el nombre "Propuesta", en la cual a esta estar apagada no se podrán observar los cambios planteados; pero una vez esta sea activada se visualizaran todas las operaciones que se deben realizar.

De esta manera será más fácil ubicar con mayor rapidez todas las operaciones que se deben realizar en cuanto al cierre y apertura de seccionadores ya que han sido dadas las coordenadas específicas de cada operación que se deberá realizar.

En el plano se podrá observar cómo ha sido redistribuida la carga en aquellos circuitos a los cuales se les sugirió algún cambio en específico, ya que no fueron analizados todos los circuitos por estos presentar niveles de corriente elevados y estos no tenían circuitos cercanos que consumieran menor carga para así poder transferirles parte de su carga.

Luego de realizar la reconfiguración de la red para el sistema operando en condiciones normales se muestra en la tabla 6.2 el manual de operaciones propuesto para aquellos circuitos que se les sugirió transferirles carga.

Tabla 6.2: Manual de operaciones para la red de distribución en el corto plazo

S/E	Circuito	Seccionadores que deben Operar	Circuito que tomara la Carga
VIGIA I	D605 La Pedregosa	Abrir el seccionador del ramal que va a la Guardia Nacional del actual circuito D605 PDVSA en la esquina con vía principal Esperanza Bolivariana (205119E 952497N). Interconectar la derivación del actual circuito Zona Industrial con el ramal del actual circuito D605 PDVSA en CAPRA (205882E 952925N).	D305 Zona Industrial
	D805 Av. Don Pepe	Cerrar el seccionador en la esquina de la calle 9 con Av. 13 del Barrio la Inmaculada (208468E 953443N). Abrir seccionador en la esquina Av. 10 con calle 8 (208736E 953329N).	D705 Av. 15
	D705 Av.15	Transferir los 4 ramales (205912E 952437N) (206089E 952523N) (206290E 952607N) (206658E 952765N) entre el Nuevo Hospital y el Terminal al circuito D1005.	D1005 Hospital Nuevo

6.2 RECONFIGURACION DE LA RED PARA EL SISTEMA A CORTO PLAZO EN CONTINGENCIA

En esta parte es muy importante realizar un estudio de aquellas cargas que en el momento de alguna emergencia los suscriptores queden fuera de servicio, por lo que se tomaran como cargas más favorables el circuito D205 Hospital y D305 Zona Industrial, ya que son las cargas más susceptibles al momento que estos circuitos queden fuera de servicio.

A continuación se muestran las operaciones que se deben realizar en el sistema a corto plazo cuando la red esté operando en condiciones de emergencia.

6.2.1 Circuito D205 Hospital/Centro

En caso de que este circuito presente una falla en la que se vea afectada toda su carga, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Abrir el seccionador ubicado en la Urb. Carabobo (207467E 953766N).
- Cerrar el seccionador de la derivación del actual circuito D1205-Aeropuerto en la Licorería Moncho frente al Aeropuerto (207165E 954135N), en este caso el circuito D1205 Aeropuerto tomara 86 A de la carga que maneja actualmente el circuito D205-Hospital.
- Abrir el seccionador del Troncal D205-Hospital (207932E 953633N).
- Abrir el seccionador en el ramal D205-Hospital (208179E 953755N).
- Cerrar el seccionador del circuito D205-Hospital ubicado en (208213E 953708N), con esta configuración el circuito D705 Av. 15 tomara 31.7 A.
- Se propone instalar un nuevo seccionador abierto en el troncal del circuito D205 Hospital (206958E 953072N) y construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 40.52 m entre el final del circuito D905 La Páez (206897E 953225N) y el troncal del circuito D205 Hospital (206937E 953223N), ejecutando esta última configuración el circuito D905 La Páez pasara a tomar 70.37 A.
- Con las propuestas anteriores queda demostrado que no se puede recuperar gran parte de la carga que maneja el circuito D205 Hospital, quedando fuera 246.5 A que representan el 56.33% de la carga conectada actualmente en el circuito, así en caso de una emergencia solo se puede transferir el 43.66% de la carga a los respectivos circuitos mostrados en la tabla 6.3.

6.2.2 Circuito D305 Zona Industrial

En caso de alguna falla presentada a la salida de este circuito en la cual se vea afectada toda su carga, se propone la configuración resultante de las siguientes maniobras:

- Se propone abrir el seccionador ubicado a la salida del actual circuito D305 Zona Industrial.

- Abrir el seccionador ubicado al frente de Hielo Himoca (206182E 953069N).
- Abrir el seccionador que se encuentra diagonal a Farmatodo (206323E 952811N).
- Cerrar el seccionador del ramal que va a la Guardia Nacional del circuito D605 La Pedregosa en la esquina con vía principal Esperanza Bolivariana (205119E 952497N), de este modo el circuito D605 La Pedregosa tomara 125.9 A de la carga manejada por el circuito D305 Zona Industrial.
- Se propone construir un nuevo tramo de conductor 4/0 ARV de 142 m desde el troncal del actual circuito D205 Hospital (206958E 953097N) y el troncal del circuito D305 Zona Industrial (206822E 953058N), de esta manera quedara el circuito D905 La Páez alimentando la otra parte de la carga la cual equivale a 89.11 A.
- Con las propuestas realizadas se puede recuperar el 100% de la carga que manejaba el actual circuito D305 Zona Industrial, quedando de esta manera respaldada la carga al momento de una emergencia.
- Luego de realizar las transferencias propuestas se muestra en la tabla 6.3 los resultados del análisis realizado por el sistema PADDE, donde se puede observar que solo el circuito D1205 Aeropuerto presenta un valor elevado de caída de tensión el cual se encuentra fuera del rango establecido por las normas de distribución, la cual establece que para condiciones de emergencia se debe tener un valor máximo del 8% de caída de tensión, aunque este valor se puede considerar viable ya que este lo presenta en el lugar más lejano del circuito donde no hay elevado consumo de carga.

Tabla 6.3: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la red operando en Contingencia

S/E	Resultados del sistema de distribución en Contingencia con Propuestas Corto					
	Plazo					
	Circuito	I(A)	% Δv	% carga	Perdidas Kw	Demanda Kva
VIGIA I	D605 La Pedregosa	371.9	2.92	112.45	127.26	9332.58
	D705 Av. 15	338.14	6.07	90.90	288.73	8555.73
	D905 La Páez	294.11	5.95	78.42	248.58	7379.48
	D1205 Aeropuerto	325.7	8.56	86.84	352.99	8172.78

6.3 PLANIFICACION A MEDIANO PLAZO

El objetivo principal es proponer alternativas que nos sirvan de soporte para elaborar un plan a mediano plazo para la ciudad El Vigía, así como también se tomarán en consideración los criterios de diseño establecidos en el segundo capítulo.

6.3.1 Formulación de alternativas:

Se propondrán varios esquemas donde se dará la ubicación de las subestaciones a construir de manera que sean capaces de abastecer la demanda a mediano plazo de una manera confiable.

A mediano plazo los circuitos de las subestaciones existentes sufren un crecimiento de acuerdo a la demanda proyectada para el año 2026, la S/E Vigía I se eleva a **103.27 MVA** y la S/E El Bosque a **37.47 MVA** quedando por encima de la capacidad instalada de las subestaciones que son **102 MVA** y **25 MVA** respectivamente.

Con la construcción de las Nuevas S/E La Blanca 2x36 MVA 115/13.8 kV y 2x36 MVA 115/34.5 kV, S/E Parque Chama 1x10 + 1x15 MVA 34.5/13.8 kV y S/E El Quince 1x20 MVA 34.5/13.8 kV se podrán reducir significativamente los problemas evidenciados en el Sistema Presente a través de la redistribución de cargas, construcción de nuevos alimentadores, interconexiones de circuitos y cambios de calibres propuestos en detalle en el desarrollo de este informe.

Alternativa Propuesta: Se consideraran las siguientes alternativas:

- S/E Vigía I, existente con 2x36 + 1x30 MVA 115/13.8 kV y 2x36 MVA 115/34.5 kV con 11 salidas en 13.8 kV y 3 salidas en 34.5 kV.
- S/E La Blanca, propuesta con 2x36 MVA 115/13.8 kV con 10 salidas en 13.8 kV y 2x36 MVA 115/34.5 kV con 4 salidas en 34.5 kV y dos 2 de reserva.
- S/E Parque Chama, propuesta 1x10 + 1x15 MVA 34.5/13.8 kV, con 6 salidas en 13.8 kV, quedando 4 de reserva.
- S/E El Quince, propuesta 1x20 MVA 34.5/13.8 kV, con 6 salidas en 13.8 kV, quedando 3 de reserva.

- Para esta alternativa se propone dismantelar la S/E El Bosque luego que entren en funcionamiento las subestaciones propuestas La Blanca Parque Chama y El Quince, los transformadores existentes en esta subestación se ubicaran en la nueva subestación Parque Chama.

Entre las subestaciones que abastecerán el sistema a mediano plazo de la ciudad El Vigía para cubrir la demanda total de **140.74 MVA** se propone construir una nueva SS/EE 115/34.5/13.8 kV y dos nuevas SS/EE 34.5/13.8 kV, cumpliendo con el criterio de capacidad firme para la S/E La Blanca. Sobre las Subestaciones existentes se plantea que la S/E El Bosque 34.5/13.8 kV sea desincorporada y la S/E Vigía I 115/13.8 kV atienda gran parte de la carga que maneja actualmente esta subestación.

- La S/E Nueva 115/34.5/13.8 kV La Blanca se estima que atienda **32.23 MVA** de demanda, de construirse esta nueva subestación se podría alimentar desde esta la S/E Caño Zancudo, ya que la fuente de alimentación de esta se encuentra actualmente ubicada en la S/E Vigía I, la cual genera grandes caídas de tensión en el troncal por las grandes distancias de recorrido que este posee; esta subestación está limitada a trabajar a su máxima capacidad debido a que la subestación Vigía I solo posee una capacidad instalada de 36 MVA en 34.5 kV, por esta razón se ha propuesto en el corto plazo la entrada de un nuevo transformador de 36 MVA; pasando la S/E Vigía I a manejar una capacidad instalada de 2x36 MVA en 34.5 kV, logrando así de esta manera alimentar desde esta subestación las nuevas subestaciones propuestas El Quince y Parque Chama ya que se tendría la capacidad suficiente para dicho propósito.
- La S/E La Blanca tendrá 10 salidas para circuitos de distribución en 13.8 kV de las cuales 6 salidas corresponden a los nuevos circuitos que se generaron luego de la redistribución de la carga propuesta, quedando de esta manera una reserva de 4 salidas en 13.8 kV, en el caso de 34.5 se propone dejar 6 salidas, una de estas pasara a alimentar la S/E Caño Zancudo por lo que de esta manera quedaran 5 salidas de reserva en 34.5 kV.

6.4 REDISTRIBUCION DE LA CARGA EN LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 kV PARA LA NUEVA S/E LA BLANCA

En la reconfiguración propuesta para la S/E La Blanca se muestra a continuación los requerimientos necesarios para que los circuitos propuestos operen dentro de los criterios establecidos por las normas de distribución.

6.4.1 Circuito D105 La Blanca

- Se propone la construcción de un nuevo troncal en calibre 4/0 ARV de 1.2 km desde la salida de la S/E La Blanca hasta el ramal que va hacia el sector El Roble en (211495E 955768N), este circuito ha transferido 165.3 A al nuevo circuito D205 Universidad pasando este a manejar una corriente de 168.20 A.

6.4.2 Circuito D205 Universidad

Se propone la configuración resultante de las siguientes maniobras:

- Cerrar seccionador ubicado entre la Escuela Claudio Corredor y Nueva Lucha (211899E 955378N).
- Colocar seccionador y abrir el actual circuito D105 La Blanca en el ramal que va hacia Caño Seco III desde la vía hacia Villa los Ángeles (211562E 955513N).
- Colocar seccionador y abrir el actual circuito D205 Los Naranjos entre la calle 8 con Av.4 en (211720E 955158N).

6.4.3 Circuito D305 La Palmita

- Se propone para el circuito La Palmita la construcción de un nuevo troncal desde la S/E La Blanca hasta tomar la ruta del actual circuito en el barrio El Bosque, así como también se propone cambio de calibre de 8.66 km de 2/0 ARV a 4/0 ARV desde la salida de la S/E El Bosque hasta intersectar el troncal existente en (213853E 945313N).
- Para este circuito se propone instalar un nuevo regulador en el barrio El Bosque (209994E 952836N).

6.4.4 Circuito D405 Caño Seco

- Se plantea que este circuito tome la ruta del actual circuito D505 Panamericana de Vigía I desde la S/E La Blanca en la entrada de la Universidad Simón Rodríguez con la vía Panamericana. En este mismo tramo deberá realizarse cambio de calibre en 13.8 kV de 2/0 ARV y 4/0 ARV a 336 ARV que totaliza 3,1 km. También deberá incluirse u operar los siguientes seccionadores:
- Cerrar seccionador de la derivación que va desde la vía Panamericana hacia la Universidad Simón Rodríguez (211932E 954950N).
- Colocar seccionador y abrir el actual circuito D205 Los Naranjos en el ambulatorio La Blanca (211341E 954734N).

6.4.5 Circuito D505 Los Naranjos

- Para este circuito se propone construir un nuevo troncal de 2.07 km desde la salida de la S/E La Blanca en calibre 4/0 ARV hasta intersectar el troncal existente en las inmediaciones de la redoma de la blanca, este circuito se descargara con la entrada de los circuitos D205 Universidad y D405 Caño Seco a unos 256 A.

6.4.6 Circuito D605 Mucujepe

- Se propone construir un nuevo alimentador que partirá desde la futura S/E La Blanca en 13.8 kV y conductor 336 ARV de 4.07 km, para luego interceptar el troncal del actual circuito D505 Panamericana justo antes del ramal que alimenta la empresa FILACA. Por tanto, la carga que tomará este alimentador es de 295.5 A incluyendo el ramal de FILACA y toda la carga a partir de dicho punto del actual circuito D505 Panamericana.
- Se propone reubicar el regulador que se encuentra actualmente instalado en el circuito D505 Panamericana en la entrada de la iglesia de Mucujepe (215458E 958571N).

6.5 REDISTRIBUCION DE LA CARGA EN LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 KV PARA LA NUEVA S/E EL QUINCE

La S/E Nueva 34.5/13.8 kV (El Quince) se propone para alimentar esta extensa zona rural que actualmente está alimentada desde un solo circuito de la S/E Vigía I, generando con esto graves problemas de caídas de tensión. Se estima que esta subestación pase a tomar en el mediano plazo una demanda de **13.98 MVA**.

6.5.1 Circuito D105 Caño Tigre

Actualmente este circuito presenta elevadas caídas de tensión, esto debido a las grandes distancias de recorrido que tiene el troncal y sus ramales. La alternativa de solución más factible es la división de la carga a través de la entrada de la nueva S/E El Quince con la construcción de un nuevo circuito denominado “El Quince”, tal como se describe a continuación:

6.5.2 Circuito B105 El Quince

Este circuito corresponde a un nuevo alimentador de 9,9 km en conductor 336 ARV aislado en 34.5 kV, el cual interceptará el troncal del actual circuito D105 Caño Tigre en las inmediaciones del caserío del kilómetro 15, Este nuevo circuito se corresponde con el alimentador de la S/E El Quince 34.5/13.8 kV, ya que esta subestación representa la solución definitiva de los problemas de calidad de servicio del área.

Ya habiendo definido lo que será el nuevo troncal para la S/E El Quince, la cual será alimentada desde la subestación vigía I se definirá a continuación la reconfiguración de la carga que manejaba el actual circuito D105 Caño Tigre para esta subestación propuesta.

6.5.3 S/E El Quince

Circuito D105 La Tendida: Se propone construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 0.92 km desde la salida de la subestación hasta intersectar el troncal del actual circuito D105 Caño Tigre en la entrada hacia la vía El Bolo (195872E 950166N).

- Luego de la redistribución propuesta para esta subestación se propone reubicar el regulador que se encuentra instalado en el actual circuito D105 Caño Tigre aproximadamente a unos 300 mts del peaje de Zea (194819E, 947164N).

Circuito D205 El Bolo: Se propone construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 0.84 km desde la salida de la S/E El Quince hasta intersectar el troncal del actual circuito D105 Caño Tigre al frente del caserío del km 15 (196102E 950399N).

Circuito D305 km. 9: Se propone construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 3.4 km desde la salida de la S/E El Quince hasta intersectar el troncal del actual circuito D105 Caño Tigre en el reconector que se encuentra ubicado a 0.35 km de la entrada del km. 12 (198879E 951363N).

6.6 REDISTRIBUCION DE LA CARGA EN LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 kV PARA LA NUEVA S/E PARQUE CHAMA

En relación a la S/E Nueva Parque Chama 34.5/13.8 kV se plantea para alimentar el crecimiento habitacional en ese sector de la ciudad y tomará **19.58 MVA** de carga, con esta última subestación se prevé que sea alimentada desde la S/E Vigía I por el circuito existente en 34.5 kV que pasa cerca del centro de carga propuesto donde se construirá la Subestación.

6.6.1 Circuito D105 Centro Nuevo

- Se propone construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 1.02 km desde la salida de la S/E Parque Chama hasta intersectar el ramal del actual circuito D205 Hospital en el seccionador que se encuentra ubicado detrás del Parque Metropolitano (208211E 954151N).
- Adicionalmente se propone para este circuito cambio de calibre o construcción de nuevos tramos aéreos en 336 ARV y/o Bancadas Subterráneas en 750 MCM TTU Cu de 1,1 km entre la Av. 16 y el Banco de Venezuela en la Av. Bolívar. Estas adecuaciones son requeridas debido a la alta densidad de carga que maneja el centro de la Ciudad y como previsión al crecimiento a mediano plazo del sector.

Adicionalmente se requiere realizar la siguiente maniobra:

- Cerrar el seccionador ubicado en la esquina de la Av. Bolívar con Av. 11 (208840E 953595N).
- Este nuevo alimentador tomará una carga de 408 A según las demandas proyectadas y podrá atender la importante carga del centro de la ciudad con una caída máxima de tensión de 3.94%.

6.6.2 Circuito D205 Los Pozones

Se propone construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 0.62 km desde la salida de la S/E Parque Chama hasta intersectar el troncal del actual circuito D1205 Aeropuerto en las inmediaciones del seccionador que se encuentra ubicado en el sector Las Acacias (207483E 954563N).

Luego de realizadas las reconfiguraciones para las subestaciones propuestas se muestran en las tablas 6.4, 6.5 y 6.6 los valores obtenidos luego de las corridas realizadas por el sistema PADDE para la S/E La Blanca, S/E El Quince y S/E Parque Chama.

Tabla 6.4: Estudio Realizado por el Sistema PADDE en propuesta S/E La Blanca

	Resultados de la reconfiguración en el sistema de distribución Propuesto					
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E Nueva La Blanca	D105 La Blanca	168.20	2.50	52.99	49.83	4220.58
	D205 Universidad	220.30	2.06	77.25	71.59	5526.97
	D305 La Palmita	251.05	6.15	76.48	368.51	7195.96
	D405 Caño Seco	486	1.77	76.61	74.80	12196.62
	D505 Los Naranjos	256	5.57	68.28	200.29	6423.89
	D605 Mucujepe	296	6.03	77.29	262.57	7427.22

Tabla 6.5: Estudio Realizado por el Sistema PADDE en propuesta S/E El Quince

	Resultados de la reconfiguración en el sistema de distribución Propuesto					
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E Nueva El Quince	D105 La Tendida	202.3	4.40	53.96	212.83	5077.74
	D205 El Bolo	158.6	6.26	44.51	101.11	3980.10
	D305 Km 9.	248.87	8.85	66.42	366.33	6244.18

Tabla 6.6: Estudio Realizado por el Sistema PADDE en propuesta S/E Parque Chama

S/E Nueva Parque Chama	Resultados de la reconfiguración en el sistema de distribución Propuesto					
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
	D105 Centro Nuevo	408	3.94	90.38	219.33	10244.40
	D205 Los pozones	242	2.96	64.52	74.66	6072.88

6.7 REDISTRIBUCION DE LA CARGA EN LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCION EN 13.8 KV S/E VIGIA I

6.7.1 Circuito D205 Hospital

Se propone la configuración resultante de las siguientes maniobras:

- Abrir el seccionador del actual circuito D205 Hospital el cual se encuentra ubicado detrás del Parque Metropolitano (208211E 954151N).
- Cerrar el seccionador ubicado en la Urb. Carabobo (207467E 953766N).
- Abrir el seccionador de la derivación del actual circuito D1205 Aeropuerto en la Licorería Moncho frente al Aeropuerto (207165E 954135N).

6.7.2 Circuito D405 Primero de Mayo

Debido a que el troncal de este circuito recorre importantes sectores de alto consumo, y buscando mayor capacidad en la línea para mejorar la flexibilidad de las redes se propone realizar un cambio de calibre de 3,1 km de 4/0 ARV a 336 ARV desde la S/E Vigía I hasta la entrada del Barrio Primero de Mayo con la Av. Don Pepe (208111E 952851N).

Adicionalmente debe realizarse las siguientes maniobras:

- Abrir el seccionador en la Av. Don Pepe del ramal del actual circuito D805 Av. Don Pepe diagonal al Restaurant Palace (207692E 952917N).
- Cerrar seccionador Diagonal al Autolavado Grand Prix (207584E 952739N).

- Transferir ramal de un banco de transformación de 3X37.5 kVA Frente a Distribuidora Himoca en la Av. Don Pepe al circuito D405 primero de Mayo (208948E 952721N).
- Transferir ramal en Av. Don Pepe que atiende Barrió 23 de Enero y 5 de Julio al circuito D405 primero de Mayo (209078E 952710N).
- Transferir ramal de un banco de transformación de 3X50 kVA Frente a Hotel Mary en la Av. Don Pepe al circuito D405 primero de Mayo (207534E 952943N).
- Colocar seccionador y abrir el actual circuito D405 primero de Mayo luego de la derivación del Barrio 23 de Enero (209247E 952681N).

6.7.3 Circuito D505-Buenos Aires

Recordemos que el D505 es el actual circuito de 13.8 kV “Panamericana”, el cual se propuso que su carga sea alimentada por la S/E La Blanca 115/34.5/13.8 kV, a través de dos nuevos circuitos 13.8 kV denominados “Mucujepe” y “Caño Seco”, por ende ésta salida D505 se denominará por ahora circuito “Buenos Aires”.

Al igual que el circuito Primero de Mayo, se propone para este alimentador un cambio de calibre del troncal de 4/0 ARV a 336 ARV de 4,6 km desde la S/E Vigía I hasta el Hotel Iberia (209554E 952653N). Este cambio de calibre se propone para disponer de suficiente reserva para la flexibilidad del sistema.

Por otra parte, se propone que este circuito tome la configuración resultante de las siguientes adecuaciones:

- Colocar puentes entre actual circuito Panamericana y el circuito D405 Primero de Mayo en nuevo punto de seccionamiento luego de la derivación del Barrio 23 de Enero (209247E 952681N).
- Cerrar el seccionador en las cercanías de la S/E El Bosque que interconecta el actual circuito D405 Primero de Mayo con el circuito D305 Parmalat de la S/E El Bosque.
- Transferir los 3 ramales del actual circuito D805 Av. Don Pepe entre el Barrio 23 de Enero y la Estación de Servicio Iberia al nuevo circuito D505 Buenos Aires (209288E 952667N) (209472E 952634N) (209502E 952633N).

6.7.4 Circuito D805 Av. Don Pepe

Se propone realizar las siguientes maniobras:

- Cerrar el seccionador frente a Expresos Mérida (209389E 952924N).
- Abrir el seccionador a la salida del circuito D405 Centro de la S/E El bosque.
- Abrir seccionador en el Barrio la Inmaculada en la Av. 10 entre calles 7 y 8 (208753E 953344N).
- Se propone cambio de calibre de 4.15 km de 4/0 ARV a 336 ARV desde la salida de la S/E Vigía I hasta intersectar el troncal existente en las inmediaciones del barrio 23 de enero (209170E 952711N).

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos luego de realizar las respectivas propuestas para la subestación Vigía I.

Tabla 6.7: Estudio realizado por el Sistema PADDE en S/E Vigía I con Propuestas

	Resultados del sistema de distribución mediano plazo con propuestas					
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E Vigía I	D205 Hospital	283	5.29	75.46	206.36	7101.41
	D305 Zona industrial	232	1.98	61.86	54.25	5822.16
	D405 Primero de mayo	328	5.12	75.79	205.24	8229.83
	D505 Buenos Aires	347	6.59	68.98	336.77	8706.11
	D605 La Pedregosa	264	2.71	70.39	89.20	6624.83
	D705 Av. 15	349	6.17	83.06	298.72	8758.12
	D805 Av. Don pepe	503	7.37	79.80	509.65	12618.97
	D905 La Páez	320	6.13	85.33	272.12	8029.58
	D1005 Hospital Nuevo	317	4.42	74.52	173.25	7954.47

En la siguiente figura se muestra el sistema futuro propuesto luego de las reconfiguraciones planteadas tanto para el corto como a mediano plazo para los circuitos que serán atendidos por la S/E Vigía I y S/E Parque Chama. En esta se puede observar que los alimentadores han sido organizados en cuanto a áreas de servicio se refiere.

Puede observarse que las nuevas áreas de influencia de los alimentadores presentes tanto en la S/E Vigía I como la S/E Parque Chama han mejorado notablemente luego de realizar la reconfiguración de la red; ya que la mayoría de los troncales que se encuentran operando en el sistema presente tenían una mala redistribución de la carga.

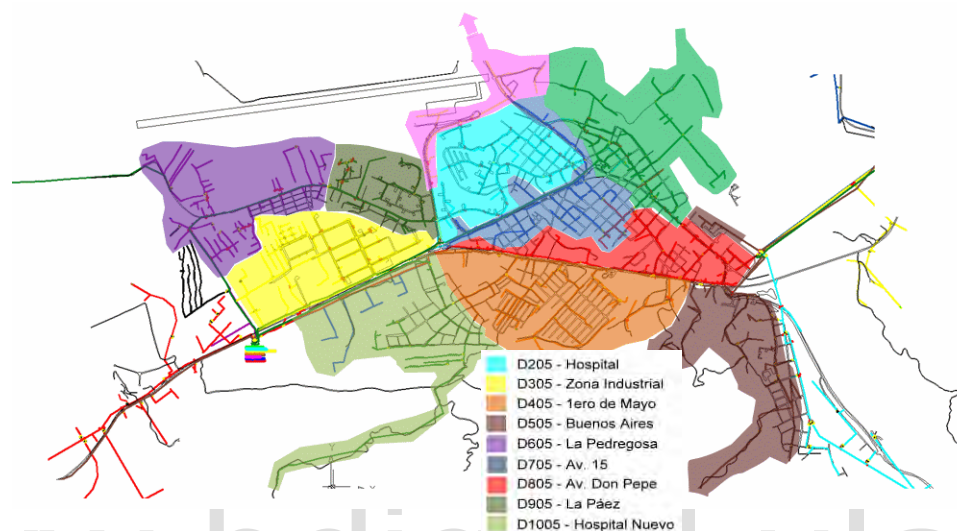


Figura 6.1: Áreas de servicio de alimentadores 13.8 Kv S/E Vigía I – Sistema Propuesto

6.8 RECONFIGURACION DE LA RED PARA EL SISTEMA A MEDIANO PLAZO EN CONTINGENCIA

6.8.1 Circuito D205 Hospital

En caso de que este circuito presente una falla en la que se vea afectada toda su carga, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Abrir el seccionador ubicado en la Urb. Carabobo (207467E 953766N).
- Cerrar el seccionador de la derivación del actual circuito D205 Los Pozones en la Licorería Moncho frente al Aeropuerto (207165E 954135N), en este caso el circuito D205 Los Pozones tomara 98.7 A de la carga que maneja actualmente el circuito D205 Hospital de la S/E Vigía I.
- Abrir el seccionador del Troncal D205 Hospital (207932E 953633N).
- Abrir el seccionador en el ramal D205 Hospital (208179E 953755N).

- Cerrar el seccionador del circuito D205 Hospital ubicado en (208213E 953708N), con esta configuración el circuito D505 Av. 15 tomara 34.4 A.
- Se propone instalar un nuevo seccionador abierto en el troncal del circuito D205 Hospital (206958E 953072N) y colocar puentes entre el final del circuito D905 La Páez (206897E 953225N) y el troncal del circuito D205 Hospital (206937E 953223N), para esta configuración se debe construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV con una longitud de 40.52 m, ejecutando esta última configuración el circuito D905 pasara a tomar 82.8 A.

Con las propuestas anteriores queda demostrado que se puede recuperar el 100 % de la carga que maneja el circuito D205 Hospital, así en caso de una emergencia se puede transferir toda la carga a los respectivos circuitos mostrados en la tabla 6.8.

6.8.2 Circuito D305 Zona Industrial

En caso de alguna falla presentada a la salida de este circuito en la cual se vea afectada su carga, se propone la configuración resultante de las siguientes maniobras:

- Se propone abrir el seccionador ubicado a la salida del actual circuito D305 Zona Industrial.
- Abrir el seccionador ubicado al frente de Hielo Himoca (206182E 953069N).
- Abrir el seccionador que se encuentra diagonal a Farmatodo (206323E 952811N).
- Cerrar el seccionador del ramal que va a la Guardia Nacional del circuito D605 La Pedregosa en la esquina con vía principal Esperanza Bolivariana (205119E 952497N), de este modo el circuito D605 La Pedregosa tomara 137.39 A de la carga manejada por el circuito D305 Zona Industrial.
- Se propone instalar un nuevo tramo de conductor 4/0 ARV de 142 m desde el troncal del actual circuito D205 Hospital (206958E 953097N) y el troncal del circuito D305 Zona Industrial (206822E 953058N), de esta manera quedara el circuito D905 La Páez alimentando la otra parte de la carga la cual equivale a 94.61 A.

- Con las propuestas realizadas queda demostrado que se puede recuperar el 100% de la carga que manejaba el actual circuito D305 Zona Industrial, quedando de esta manera respaldada la carga al momento de una emergencia, la carga que maneja este circuito se corresponde con la mayor parte de la zona industrial de la ciudad El Vigía por lo que con esta propuesta se podrá suplir la demanda que consumen los suscriptores sin que sean afectados de manera permanente durante el tiempo en que ocurran fallas graves.

Tabla: 6.8: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con Propuestas Mediano Plazo

	Resultados del sistema de distribución en Contingencia con Propuestas					
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E VIGIA I	D605 La Pedregosa	401	3.15	117.29	147.97	10062.71
	D705 Av. 15	383.4	6.82	102.23	367.51	9621.65
	D905 La Páez	402.8	7.81	107.42	453.39	10107.25
S/E Parque Chama	D105 Centro Nuevo	475.1	4.24	121.80	268.96	11928.93
	D205 Los Pozones	362.7	3.66	96.71	143.36	9101.45

Estas propuestas se encuentran anexas en el cd en la carpeta que lleva por nombre “Corridas Padde Mediano Plazo”, las cuales se podrán observar al desplegar la capa “Propuesta” que ha sido creada para mayor entendimiento a la hora de querer identificar las propuestas sugeridas.

6.9 ESTUDIO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION EN EL LARGO PLAZO

Tabla 6.9: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Largo Plazo

	Resultados del sistema de distribución, año 2031					
	Circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E El Quince	D105 La Tendida	274.20	5.87	73.13	388.07	6881.42
	D205 El Bolo	206.10	9.51	57.71	171.92	5171.91
	D305 Km 9.	262	9.34	69.93	405.31	6573.37
S/E Parque Chama	D105 Centro Nuevo	459	4.44	96.38	277.80	11523.57
	D205 Los pozones	265	3.24	70.66	89.57	6649.97

Tabla 6.10: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con la Proyección Obtenida en el Largo Plazo

		Resultados del sistema de distribución, año 2031				
	circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
	S/E VIGIA I	D205 Hospital	302	5.65	80.52	235.02
D305 Zona industrial		251.00	2.14	66.92	63.51	6298.84
D405 Primero de mayo		398	6.20	92.05	302.36	9986.70
D505 Buenos Aires		398	11.01	104.53	652.88	9934.61
D605 La Pedregosa		306	3.15	81.59	119.87	7678.59
D705 Av. 15		403	7.12	107.46	398.57	10113.42
D805 Av. Don pepe		547	9.08	108.74	602.92	13723.41
D905 La Páez		373	7.14	99.46	369.79	9358.91
D1005 Hospital Nuevo		331	4.62	108.93	188.95	8305.71
D105 La Blanca		185	2.75	58.30	60.29	4642.06
S/E La Blanca	D205 Universidad	242	2.26	129.75	86.40	6071.25
	D305 La Palmita	288.22	6.19	76.85	372.01	7230.84
	D405 Caño Seco	530	1.93	105.37	88.99	13301.25
	D505 Los Naranjos	281	6.11	74.95	241.29	7051.42
	D605 Mucujepe	316	7.50	93.24	299.15	7928.83

Se puede observar en las tablas 6.9 y 6.10 que algunos circuitos presentan caídas de tensión y Cargabilidad elevadas, lo cual representa problemas en la calidad del servicio para los usuarios que de alguna u otra manera se ven beneficiados por el servicio que se les presta, debido a esto se estudiara el aumento de calibre para disminuir estos a valores aceptables.

6.9.1 S/E Vigía I

Circuito D205 Hospital: Se propone cambio de calibre de 4/0 ARV a 336 ARV de 2.2 km desde la salida de la S/E Vigía I hasta intersectar el troncal existente en el mercado campesino (206964E 953228N).

Circuito D505 Buenos Aires: Se propone instalar un regulador al frente de distribuidora Himoca (208903E 952722N), logrando con esto reducir la caída de tensión a un valor menor al que presentaba este circuito.

Circuito D705 Av. 15: Para el circuito D705 Av. 15 se propone cambio de calibre de 4/0 ARV a 336 ARV desde la salida de la S/E Vigía I hasta el sector 5 de julio (207785E 953371N).

Circuito D805 Av. Don Pepe: Se propone instalar un regulador en el circuito D805 Av. Don Pepe al frente de la estación de servicios la creole (208453E 952810N).

6.9.2 S/E El Quince

Circuito D205 El Bolo: Se propone para este circuito cambio de calibre en los ramales más extensos de 1/0 ARV y 2 ARV a calibre 4/0 ARV de 38.04 km, al dismantelar estos circuitos existentes se propone que estos tramos de conductor sean reubicados en aquellos tramos donde existen conductor # 6 de cobre ya que así se tendría mayor capacidad de corriente en el conductor.

Circuito D305 Km. 9: Se propone para este circuito cambio de calibre en los ramales y troncal de calibre 2/0 ARV, 1/0 ARV y 2 ARV a calibre 4/0 ARV de 32.04 km.

En la tabla 6.11 se presentan los resultados luego de realizar las propuestas en el cambio de calibre a aquellos circuitos que requerían aumento de capacidad tanto en el troncal como en aquellos ramales extensos donde se pudo apreciar la caída de tensión elevada que estos presentaban.

Aun con los cambios planteados se puede apreciar que los circuitos analizados siguen presentando problemas de Cargabilidad y caída de tensión, sin embargo estos han disminuido en valores que se pueden considerar aceptables ya que estos manejan altos niveles de corriente, tal es el caso del circuito D505 Buenos Aires, circuito D705 Av. 15 y circuito D805 Av. Don Pepe.

Los circuitos D205 El Bolo y D305 km. 9 presentan caídas de tensión elevados pero tienen niveles de Cargabilidad aceptables, estos niveles de caída de tensión los presentan en lugares donde no hay un alto consumo de carga.

Tabla 6.11: Estudio Realizado por el Sistema PADDE con propuestas Largo Plazo

Resultados del sistema de distribución Largo plazo propuesto						
	circuito	I(A)	% ΔV	% carga	Perdidas kW	Demanda kVA
S/E VIGIA I	D205 Hospital	302	4.75	68.97	170.17	7577.81
	D505 Buenos Aires	398	8.19	98.54	629.57	9835.03
	D705 Av. 15	403	5.58	78.93	255.10	9954.66
	D805 Av. Don pepe	547	7.46	98.55	589.25	13698.73
	D905 La Páez	373	5.71	88.18	245.74	9358.30
S/E El Quince	D205 El Bolo	206.10	6.66	54.95	96.34	5171.71
	D305 Km. 9	262	8.64	69.52	368.08	6535.19

6.10 RESUMEN DE OBRAS IMPORTANTES DE ADECUACION Y EXPANSION PARA REDISTRIBUCION

De acuerdo a las obras planteadas para la Adecuación y Expansión del Sistema Eléctrico asociado al eje analizado, se tiene previstas la incorporación en el corto y mediano plazo las siguientes obras:

- Aumento de capacidad instalada en S/E Vigía de 1x 36 MVA a 2x 36 MVA en 34.5 kV.
- Construcción de la S/E La Blanca 115/34.5/13.8 kV con 2x36 MVA en 115/13.8 kV y 2x36 MVA en 115/34.5 kV con 10 salidas de línea en 13.8 kV y 6 salidas en 34.5 kV, con sus respectivos circuitos de distribución asociados.
- Construcción de S/E Parque Chama 34.5/13.8 kV, 1X10+ 1x15 MVA 34.5/13.8 kV con 06 salidas de línea 13.8 kV, con sus respectivos circuitos de distribución asociados.
- Construcción de S/E El Quince 34.5/13.8 kV, 1X20 MVA 34.5/13.8 kV con 06 salidas de línea 13.8 kV y su alimentador 34.5 kV asociado, con sus respectivos circuitos de distribución asociados.

A continuación se listan las obras más importantes requeridas para la redistribución propuesta:

- Construcción de nuevo alimentador para la salida B105 El Quince de 9,9 km en conductor 336 ARV aislado en 34.5 kV entre la S/E Vigía I y el caserío El Quince.

- Construcción de circuito desde la S/E La Blanca en 13.8 kV y conductor 336 ARV de 4.07 km por la vía Panamericana y hasta FILACA.
- Cambio de calibre de 3,1 km en 13.8 kV del actual circuito D505-Panamericana a 336 ARV, para ser conectado a la salida D405-Caño Seco de la S/E La Blanca, desde la S/E y hasta la entrada de la Universidad Simón Rodríguez con la vía Panamericana.
- Cambio de calibre del actual circuito D405- Primero de Mayo de 3,1 km de 4/0 ARV a 336 ARV desde la S/E Vigía I hasta la entrada del Barrio Primero de Mayo con la Av. Don Pepe.
- Cambio de calibre del troncal del actual circuito D505 Panamericana de 4/0 ARV a 336 ARV de 4,6 km desde la S/E Vigía I hasta el Hotel Iberia.
- Cambio de calibre o construcción de nuevos tramos aéreos en 336 ARV y/o Bancadas Subterráneas en 750 MCM TTU Cu de 1,1 km entre la Av. 16 y el Banco de Venezuela en la Av. Bolívar.
- Se propone construir un nuevo tramo en calibre 4/0 ARV de 1.02 km desde la salida de la S/E Parque Chama hasta intersectar el ramal del actual circuito D205 Hospital en el seccionador que se encuentra ubicado detrás del Parque Metropolitano.
- Se propone cambio de calibre del actual circuito D205 Hospital de 4/0 ARV a 336 ARV de 2.2 km desde la S/E Vigía I hasta el mercado campesino.
- Para el circuito D705 Av. 15 se propone cambio de calibre de 4/0 ARV a 336 ARV desde la S/E Vigía I hasta el sector 5 de julio.

CONCLUSIONES

La población de El Vigía representa en la actualidad el eje de mayor potencial de desarrollo del estado Mérida, debido entre otras cosas a su estratégica ubicación y características geográficas. Es por esto, que se debe prestar especial atención al crecimiento de esta ciudad, en tal sentido, se concluye lo siguiente:

El sistema eléctrico presenta graves problemas de sobrecarga. La S/E Vigía I presenta una sobrecarga promedio de 118.87% en circuitos de 13.8 kV. Esta situación compromete seriamente la flexibilidad de las redes en caso de contingencias, así como reduce la vida útil de varios de los elementos del sistema.

Existen problemas de variación de tensión en el 87% de los circuitos de 13.8 kV que atienden a la ciudad de El Vigía. Estas variaciones de tensión, inciden negativamente en la calidad de servicio de los usuarios finales y representan pérdidas técnicas, indeseables en el sistema.

Se debe tomar en cuenta el crecimiento de la demanda obtenido para el año 2026 ya que esta es elevada y de no construirse una nueva subestación de transmisión se podría tener problemas mayores donde se verían afectados todos los usuarios a los cuales se les presta el servicio eléctrico.

Es necesario realizar un estudio de mediano y largo plazo para establecer los detalles de las obras requeridas, tales como los años de incorporación de cada una de las subestaciones, así como para ratificar las ubicaciones definitivas según los análisis de caídas de tensión en las troncales de las futuras Subestaciones.

En los planos que se encuentran anexos en el cd se ha creado una capa con el nombre “Propuesta”, esto se realizó con el fin de tener un mejor diseño entre el sistema presente y sistema futuro para que de esta manera sea mejor entender cuáles fueron las propuestas sugeridas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción de otra Subestación 2x36 MVA 115/13.8 kV y 2x36 MVA 115/34.5 MVA, ubicada cerca de la Blanca, con previsión del patio de 34.5 kV para alimentar el eje panamericano. Esta es una zona de crecimiento acelerado en la Demanda, de acuerdo a los datos de solicitudes de Factibilidad de servicio y datos de comercial. Considerando esta situación y debido a los problemas de sobrecarga y caídas de tensión de la S/E Vigía I se recomienda la entrada de la S/E La Blanca en el mediano plazo.

Se recomienda la construcción de la S/E Parque chama 34.5/13.8 kV 1x10 + 1x15 MVA para alimentar el crecimiento poblacional hacia esa parte de la ciudad ya que actualmente esta zona está siendo alimentada desde un solo circuito de la S/E Vigía I presentando inconvenientes en la calidad del servicio debido a las distancias de recorrido que posee el troncal, lo cual representa elevadas caídas de tensión y Cargabilidad.

Se recomienda la construcción de la S/E El Quince 34.5/13.8 kV 20 MVA, con la entrada de esta subestación se podrá alimentar toda esa extensa zona rural; que actualmente está siendo alimentada desde un solo circuito de la S/E Vigía I lo cual contribuye a que se presenten elevadas caídas de tensión ya que el troncal de este circuito presenta grandes distancias de recorrido hasta el punto donde empieza a tomar carga.

De acuerdo a los criterios utilizados en cuanto a niveles de tensión y capacidad de transformación en las Subestaciones, se podrán cubrir sin inconvenientes las demandas proyectadas. Sin embargo, en relación a la capacidad de los conductores y debido a las altas densidades de demanda, se recomienda el cambio del calibre a 336 ARV para los troncales de los circuitos de distribución en los cuales se realizó el dicho planteamiento.

Se recomienda realizar un estudio de cálculos mecánicos para aquellas estructuras existentes en los cuales se sugirió cambio del calibre del conductor a 336 ARV y 4/0 ARV; de tal manera que si no cumplen con los esfuerzos máximos en cumbre estos sean sustituidos por estructuras que soporten un mayor peso.

REFERENCIAS

BUCROS SISTEMAS C.A (2007). *Manual del Programa de Análisis de Redes de Distribución de Energía Eléctrica (PADDE) Caracas.*

CADAFE. (1987), *Normas de Diseño para Líneas de Alimentación y Redes de Distribución, Capacidad Térmica, N 54-87.*

CADAFE. (2012). *Manual para el Diseño del Sistema de Distribución a Mediano Plazo.*

CADAFE. (2010), *Parámetros y Criterios para los Estudios y Diseño de las Redes de Media Tensión, NOR-DIS 001.*

Eva M., Á. (2006). *Estudio del Sistema Presente y Predicción de Demanda para el eje Panamericano correspondiente a Mérida.* Trabajo de grado no publicado. Universidad de Los Andes. Mérida.

Marcelo, R. (2004). *Empezar a trabajar con E-VIEWS.*

www.bdigital.ula.ve