

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA
EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO
SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

Juan Manuel Ochoa Osorio

Asesorado por: Ing. Armando Gálvez Castillo

Guatemala, febrero de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA
EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO
SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA

POR

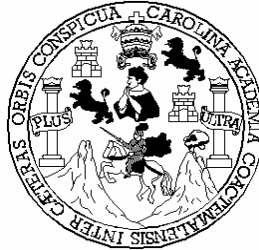
JUAN MANUEL OCHOA OSORIO

ASESORADO POR EL: ING. ARMANDO GÁLVEZ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Ing. Amahán Sánchez Álvarez |
| VOCAL III | Ing. Julio David Galicia Celada |
| VOCAL IV | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz |
| VOCAL V | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva |
| SECRETARIA | Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| EXAMINADOR: | Ing. Erwin Efraín Segura |
| EXAMINADOR: | Ing. Julio Cesar Solares Peñate |
| EXAMINADOR: | Ing. Carlos Francisco Gressi López |
| SECRETARIO: | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Eléctrica, el 18 de marzo de 2004 No. EIME 53-2004.

Juan Manuel Ochoa Osorio

Guatemala, 2 de febrero del 2006

Señor Coordinador Área de Potencia
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

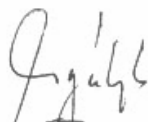
Estimado Señor Coordinador:

Lo saludo atentamente augurándole toda clase de éxitos en sus actividades diarias. El objeto de la presente es para manifestarle que tuve a bien asesorar y revisar conjuntamente con el estudiante Juan Manuel Ochoa Osorio, el trabajo de graduación titulado "Estimación de pérdidas técnicas en el sistema de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez San Marcos", dicho trabajo cumple con las normas y reglamentos estipulados por la facultad.

Luego de efectuar las correcciones del caso tanto en reestructuración del contenido como de términos de ingeniería, doy mi anuencia para la aprobación del mismo.

Es oportuno indicar que el presente trabajo es responsabilidad del autor y de mi persona.

Agradeciendo su fina atención me suscribo de usted, deferentemente:



Ing. Armando Galvez Castillo
Colegiado No. 2162
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala, 3 de FEBRERO 2006.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director
Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

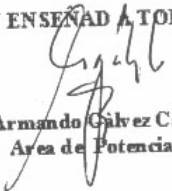
Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
**ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA
EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO
SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante; Juan
Manuel Ochoa Osorio, por considerar que cumple con los requisitos
establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,

ID Y ENSEÑANZA A TODOS


Ing. Armando Galvez Castillo
Coordinador Área de Potencia en Funciones

ICSP/szo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Juan Manuel Ochoa Osorio titulado: ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS, procede a la autorización del mismo.

Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
DIRECTOR



GUATEMALA, 7 DE FEBRERO 2,006.

DEDICATORIA

A Dios

Por su inmenso amor, sus infinitas muestras de bendiciones en el transcurso de mi vida.

A Virgen María

Por su intercesión hacia nuestro padre celestial.

A mis padres

Osmundo Eleodoro Ochoa Fuentes y Gladis Manuela Osorio Monjarás de Ochoa porque han sido un ejemplo importante en mi formación y por el esfuerzo realizado para ver culminada esta meta, además por su comprensión, confianza y apoyo en todo momento. Los quiero.

A mis hermanas

Ana Jimena, Gladis Guadalupe y María José, por ser parte integral de mi vida, con mucho cariño.

A mis abuelitos

Neri Lorenzo Ochoa Solís, Berta Emperatriz Fuentes Castañon de Ochoa; Adolfo Miramón Osorio Anzueto, Jacinta Mariola Monjarás Fernández de Osorio y Orália Osorio Anzueto. Por sus muestras de atención, cariño y ser ejemplos de vida.

A mis tíos

A todos, en especial a los que me han dado su apoyo, consejos y muestra de aliento para culminar la carrera.

A mis primos

A todos, por sus muestras de afecto y apoyo.

A mis compañeros

Por su entusiasmo, perseverancia, apoyo y alegría.

AGRADECIMIENTOS

A mi Universidad

San Carlos de Guatemala, por impartir sus conocimientos.

A mi asesor

Ing. Armando Gálvez Castillo, por su colaboración y dirección en el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | IV |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XVI |
| OBJETIVOS | XIX |
| INTRODUCCIÓN | XXI |
| | |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 1.1. San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, municipio | 1 |
| 1.1.1. Datos generales del municipio | 1 |
| 1.2. La Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 6 |
| 1.2.1. Reseña histórica de la Empresa Eléctrica Municipal | 6 |
| 1.3. Área de estudio | 9 |
| 1.4. Condiciones generales | 11 |
| | |
| 2. PRESENTACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA | 15 |
| 2.1. Introducción | 15 |
| 2.2. Estructura administrativa Empresa Eléctrica Municipal | 18 |
| 2.3. Comportamiento histórico de la demanda | 18 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.3.1. | Consumo de energía eléctrica | 24 |
| 2.4. | Balance de energía | 26 |
| 2.4.1. | Situación del balance de energía | 30 |
| 2.5. | Clasificación de pérdidas en el sistema eléctrico | 32 |
| 2.5.1. | Pérdidas técnicas | 32 |
| 2.5.2. | Pérdidas no técnicas | 33 |
| 2.5.3. | Pérdidas fijas y pérdidas variables | 33 |
| 3. | METODOLOGÍA PARA HALLAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS | 35 |
| 3.1. | Clasificación de pérdidas técnicas | 36 |
| 3.2. | División del sistema | 37 |
| 3.2.1. | Subsistema de subtransmisión | 37 |
| 3.2.2. | Subsistema de distribución | 39 |
| 3.3. | Consideraciones básicas para la estimación de pérdidas | 45 |
| 3.3.1. | Estimación de pérdidas de potencia | 46 |
| 3.3.2. | Estimación de pérdidas de energía | 48 |
| 3.3.3. | Información requerida para la estimación de pérdidas | 52 |
| 3.4. | Métodos de estimación | 53 |
| 3.4.1. | Subsistema de transmisión | 53 |
| 3.4.2. | Subsistema de distribución | 56 |
| 3.5. | Balance de energía | 65 |
| 3.5.1. | Balances globales y por subsistema | 66 |
| 4. | DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS | 69 |
| 4.1. | Topología de la red | 69 |
| 4.1.1. | Tipos de estructuras utilizadas para soporte | |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| | de líneas aéreas del sistema | 70 |
| | 4.1.1.1. Apoyos de las líneas aéreas | 70 |
| | 4.1.1.2. Distancias de seguridad | 73 |
| | 4.1.2. Los conductores utilizados para las líneas aéreas | 75 |
| | 4.1.3. Inventario técnico de la topología del sistema de distribución de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 76 |
| 4.2. | Diagrama unifilar del sistema | 76 |
| 4.3. | Características físicas de los conductores utilizados para alimentadores principales, subalimentadores y alimentadores laterales | 77 |
| 4.4. | Parámetros de las líneas utilizadas | 79 |
| 4.5. | Cuantificación de potencia suministrada | 81 |
| 4.6. | Análisis de flujo de carga para el sistema de media tensión | 81 |
| 4.7. | Cuantificación de pérdidas técnicas en el sistema de media tensión | 84 |
| 4.8. | Transformadores de distribución | 84 |
| 4.9. | Conductores utilizados para distribución en baja tensión y acometidas | 87 |
| 4.10. | Análisis de estimación de estado para el sistema de baja tensión | 91 |
| 4.11. | Cuantificación de pérdidas técnicas | 93 |
| 5. | PROPUESTA DE SOLUCIONES PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS | 95 |
| 5.1. | Pérdidas en la red de distribución primaria | 95 |
| | 5.1.1. Reducción de pérdidas en conductores | 99 |
| | 5.1.2. Reducción de pérdidas en transformadores | 100 |
| 5.2. | Pérdidas en la red de distribución secundaria | 103 |

| | |
|---|-----|
| 5.2.1. Reducción de pérdidas en conductores | 103 |
|---|-----|

| | |
|---------------------|-----|
| CONCLUSIONES | 107 |
|---------------------|-----|

| | |
|------------------------|-----|
| RECOMENDACIONES | 109 |
|------------------------|-----|

| | |
|---------------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA | 111 |
|---------------------|-----|

| | |
|-----------------|-----|
| APÉNDICE | 115 |
|-----------------|-----|

| | |
|--------------|-----|
| ANEXO | 173 |
|--------------|-----|

ÍNDICES DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|---|-----|
| 1 | Municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 5 |
| 2 | Representación del sistema de generación, transporte e interconexión con la red de distribución de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 14 |
| 3 | Organigrama Empresa Eléctrica Municipal San Pedro Sacatepéquez San Marcos | 19 |
| 4 | Grafica demanda máxima Vrs tiempo, periodo 03/2001-02/2004 | 21 |
| 5 | Grafica energía Vrs tiempo por mes, periodo 03/2001-02/2004 | 22 |
| 6 | Grafica demanda máxima Vrs tiempo por año, periodo 2001 – 2004 | 23 |
| 7 | Grafica energía Vrs tiempo por año, periodo 2001 – 2004 | 24 |
| 8 | Número de usuarios por trimestre periodo 2002-2003 | 25 |
| 9 | Línea de subtransmisión. Circuito | 38 |
| 10 | Representación de una línea de distribución | 40 |
| 11 | Relaciones de potencia en un transformador | 41 |
| 12 | Modelo eléctrico de un transformador de distribución | 42 |
| 13 | Parte del Sistema de Distribución Sampedrano | 69 |
| 14 | Representación en porcentaje de las pérdidas de potencia | 86 |
| 15 | Diagrama unifilar empresa eléctrica municipal San Pedro Sacatepéquez, S.M. | 171 |

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I | Ubicación de los habitantes por lugar | 2 |
| II | Las 17 aldeas que pertenecen al municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 4 |
| III | Cobertura de la empresa eléctrica de San Pedro Sacatepéquez S.M | 10 |
| IV | Forma de cobro de energía por la EGEE | 15 |
| V | Historia de la demanda máxima y energía periodo 03/2001–02/2004 | 20 |
| VI | Balance de energía periodo marzo 2,001 – febrero 2,004 | 29 |
| VII | Aplicación de cruceros de 1.68 m, 1.83 m y 2.44 m, según la longitud del tramo, calibre y tipo de conductor | 70 |
| VIII | Características de conductores de aluminio con alma de acero ACSR | 78 |
| IX | Características del alambre de cobre temple duro | 79 |
| X | Historia de la demanda máxima periodo 02/2003–01/2004 | 81 |
| XI | Pérdidas en porcentaje de cada transformador de distribución | 85 |
| XII | Valor de pérdidas en los transformadores | 86 |
| XIII | Características del cable duplex con cubierta de polietileno, una fase con neutral. Para voltajes menores o iguales a 600V | 89 |
| XIV | Características del cable triplex con cubierta de polietileno, dos fases con neutral. Para voltajes menores o iguales a 600V | 90 |
| XV | Resultados de la estimación de pérdidas técnicas en el sistema de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 93 |

| | | |
|--------|--|-----|
| XVI | Conductores eléctricos tramos ciudad de San Pedro Sacatepéquez S.M. | 115 |
| XVII | Transformadores de distribución casco urbano San Pedro Sacatepéquez S.M. | 126 |
| XVIII | Conductores eléctricos tramos área rural norte, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 136 |
| XIX | Transformadores de distribución área rural norte, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 139 |
| XX | Conductores eléctricos tramos área rural noroeste, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 143 |
| XXI | Transformadores de distribución área rural noroeste, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 145 |
| XXII | Conductores eléctricos tramos área rural región noreste, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 146 |
| XXIII | Transformadores de distribución área rural región noreste, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 148 |
| XXIV | Conductores eléctricos tramos área rural oeste de San Pedro Sacatepéquez S.M. | 151 |
| XXV | Transformadores de distribución área rural oeste, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 153 |
| XXVI | Conductores eléctricos tramos área rural región oeste parte 2, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 156 |
| XXVII | Transformadores de distribución área rural región oeste parte 2, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 157 |
| XXVIII | Conductores eléctricos tramos área rural región sur, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 158 |
| XXIX | Transformadores de distribución área rural región sur, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 160 |

| | | |
|--------|---|-----|
| XXX | Conductores eléctricos tramos área rural región sureste, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 163 |
| XXXI | Transformadores de distribución área rural región sureste San Pedro Sacatepéquez S.M. | 164 |
| XXXII | Conductores eléctricos tramos área rural este, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 165 |
| XXXIII | Transformadores de distribución área rural este, San Pedro Sacatepéquez S.M. | 168 |
| XXXIV | Inventario de lámparas sistema de distribución EEM. | 172 |
| XXXV | Detalle e integraciones de los consumos y usuarios por mes | 173 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--------------------|
| % | Porcentaje |
| cm. | Centímetros |
| G | Generador |
| Km. | Kilómetros |
| KV | Kilovoltio |
| KVA | Kilovoltio ampere |
| KW | Kilowatt |
| KWh | Kilowatt hora |
| lb. | Libras |
| m. | Metros |
| MVA | Megavoltio ampere |
| Q | Quetzales |

GLOSARIO

| | |
|-------------------------------|---|
| Acometida | Parte del sistema de distribución que une a la empresa suministradora con las instalaciones del usuario. |
| Alimentador lateral | -Línea final- Línea monofásica y sirven de medio de transporte de potencia eléctrica hacia los transformadores de distribución. |
| Alimentador primario | Es el encargado de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de potencia hasta los transformadores de distribución. |
| Alimentador principal | -Troncal- Línea trifásica de distribución y sirven de medio de transporte de potencia eléctrica hacia los subalimentadores y/o transformadores de distribución. |
| Alimentador secundario | Es el encargado de distribuir la energía desde los transformadores de distribución hasta el servicio de distribución final. |
| Baja tensión | Nivel de tensión igual o inferior a mil (1,000) Voltios. |

| | |
|--------------------------------|---|
| Carga | Es la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente. |
| Demanda | Es la carga en las terminales receptoras tomadas en un valor medio en determinado intervalo. |
| Distribución primaria | Son estructuras, aparatos, dispositivos y conductores que tienen el fin de transmitir, transformar y distribuir potencia eléctrica a media tensión. |
| Distribución secundaria | Son estructuras, aparatos, dispositivos y conductores que tienen el fin de distribuir potencia eléctrica, directamente, a los consumidores de una red de distribución a baja tensión. |
| EEMSP | Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro, propiedad de la municipalidad. |
| EGEE | Empresa de Generación de Energía Eléctrica, propiedad del INDE. |
| Energía hidráulica | Energía que se obtiene de la caída del agua desde cierta altura a un nivel inferior lo que provoca el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas. |

| | |
|--|---|
| ETCEE | Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica. Es una empresa del INDE dedicada al servicio de transporte de energía eléctrica a todos los agentes del Sistema Nacional Interconectado. A las exportaciones – importaciones internacionales. |
| Factor de potencia | Es el ángulo o módulo de potencia total del sistema o de la red y es, exactamente, el coseno del ángulo que existe entre la potencia real y la potencia reactiva. |
| Factor de utilización | Es la relación entre demanda máxima y la capacidad nominal del sistema de distribución que lo suministra. |
| Hidroeléctrica | Es la electricidad obtenida mediante la fuerza hidráulica en Centrales Generadoras. |
| INDE | Instituto Nacional de Electrificación. |
| Línea de distribución secundaria monofásica | Es un sistema formado por dos hilos de fase y el neutro. Une los transformadores de distribución con las acometidas. |
| Media tensión | Nivel de tensión superior a mil (1,000) Voltios menor o igual a sesenta mil (60,000) Voltios. |

| | |
|--|--|
| Potencia eléctrica | Representa la razón a la cual el trabajo se efectúa en un circuito eléctrico (Watt). |
| Ramal | Es la parte del alimentador primario energizado a través de un troncal, en el cual van conectados los transformadores de distribución y servicios particulares suministrados en media tensión. |
| Servicio de distribución final | Es el suministro de energía eléctrica que se presta a la población, mediante redes de distribución, en condiciones de calidad de servicio y precios aprobados por la Comisión. |
| Sistema de la empresa eléctrica municipal | Es el conjunto de instalaciones desde 120 voltios hasta tensiones de 13.8 KV encargadas de entregar la energía eléctrica a los usuarios a los niveles de tensión normalizados y en condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos. |
| Sistema radial | Es un conjunto de dispositivos colocados en una red de distribución de una forma tipo arbolar, donde por el grueso del tronco, el mayor flujo de la energía eléctrica se transmite por toda una troncal, derivándose a la carga a lo largo de los ramales. |

| | |
|----------------------------|---|
| Subalimentador | -Ramal- Línea trifásica o monofásica y sirven de medio de transporte de potencia eléctrica hacia los alimentadores laterales y/o transformadores de distribución. |
| Subsector eléctrico | Es una parte del sector energía de Guatemala formado por un agente del mercado eléctrico. |
| Troncal | Es el tramo de mayor capacidad del alimentador primario que transmite la energía eléctrica desde la subestación de potencia a los ramales. |
| Vano | Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas. |

RESUMEN

La empresa eléctrica municipal situada en el Valle de la Esmeralda, San Pedro Sacatepéquez departamento de San Marcos, brinda el servicio de fluido eléctrico desde 1,911. En la actualidad, el área servida es de 20 comunidades por medio de un sistema de distribución radial con un troncal general y dos alimentadores principales; además, dos alimentadores laterales que provienen de fuentes de abastecimiento independientes al sistema general.

Este trabajo de graduación tiene la finalidad de contribuir con la sociedad civil y con la empresa eléctrica municipal en el campo técnico y que este repercuta cómo: recibir el servicio de distribución final a un costo razonable y comercializar la energía eléctrica con políticas económicas que garanticen la sostenibilidad de la empresa.

Se halla el comportamiento de la demanda máxima y el de la comercialización de la energía, con el objeto de brindar el servicio eléctrico a nuevos clientes.

Además de describir un balance de energía que permite tener una visión general del comportamiento variable de las pérdidas en el tiempo, para el sistema eléctrico municipal.

También, se detallan las metodologías usadas con los diferentes procedimientos para determinar las pérdidas técnicas en los circuitos primarios, transformadores de distribución y circuitos secundarios, tomando en cuenta que cada cual forma un papel diferente a la hora de su funcionamiento y, por ende, así, es en el resultado de las pérdidas eléctricas individuales.

De igual manera, se detalla el trabajo de campo realizado, como lo son los inventarios e información de las líneas y transformadores de distribución, identificación de fases, levantamiento de la topología de la red, diagrama unifilar del sistema del casco urbano y, sobre todo, las sumatorias de la energía consumida en los diferentes puntos del sistema.

Estando en desarrollo el procedimiento para la estimación de la pérdidas técnicas en el sistema, se cuantificó la potencia suministrada en un intervalo de tiempo, correspondiente a febrero del 2003 a enero del 2004, haciendo un flujo de carga par el sistema de media tensión, un recuento de pérdidas en los transformadores monofásicos a partir del concepto de curvas de carga y un análisis de estimación de estado para el sistema de baja tensión, dando como resultado que las pérdidas técnicas en el sistema de distribución es de 14.69%.

Al final, se proponen soluciones para reducir las pérdidas técnicas, basado en los resultados obtenidos y por un estudio hecho de desbalance de fases. Dentro de la propuesta técnica se definen los antecedentes, debilidades, justificaciones, medidas a tomar y el porqué de las medidas propuestas.

OBJETIVOS

- *General*

Determinar las pérdidas técnicas en la red de distribución de la Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

- *Específicos*

1. Efectuar balances de la compra venta de energía para conocer las pérdidas técnicas de energía eléctrica.
2. Determinar las pérdidas técnicas existentes en los alimentadores primarios, transformadores de distribución y en los alimentadores secundarios.
3. Proporcionar a la Empresa Eléctrica Municipal una propuesta para la reducción de pérdidas técnicas.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del proceso de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica, no es posible entregar a los consumidores toda la energía producida. Esto obedece a restricciones físicas de los materiales utilizados para el transporte de ésta. La energía que se pierde en este proceso es llamada Pérdida Técnica.

De la energía suministrada a los usuarios, la empresa debe llevar una facturación precisa con el fin de poder cobrar a los consumidores la energía que han comprado; sin embargo, por diversas razones, se presentan inexactitudes en el registro de los consumos, los cuales se traducen en pérdidas para la empresa. Por otra parte, es muy difícil que la empresa logre recaudar el pago de toda la energía que fue registrada. La diferencia entre la energía que fue entregada a los usuarios y la energía por la cual la empresa logra facturar su pago se denomina pérdida no técnica.

Las pérdidas técnicas representan un verdadero gasto de energía, desde el punto de vista físico; es energía que no puede ser utilizada de ninguna manera y cualquier medida que permita reducir ésta representa un beneficio para la empresa y para el municipio, en general.

Se puede decir que las pérdidas integran las ineficiencias que se van produciendo a lo largo del tiempo y que poco a poco se revelan, como consecuencia, errores anteriores en los criterios de planificación, el deterioro y envejecimiento natural de los elementos del sistema eléctrico no renovados oportunamente.

El enfoque en estimación de las pérdidas técnicas en la empresa eléctrica de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, nos permitirá tener base para poder solucionar de alguna manera el problema de las pérdidas, en general.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, municipio

1.1.1. Datos generales del municipio¹

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, se encuentra situado en la parte oriental de la ciudad cabecera, ocupando una extensa planicie que por su propia naturaleza y verdor lleva el nombre de “El Valle de la Esmeralda”, está rodeado de ramales de la Sierra Madre y de los Cuchumatanes. Su extensión territorial es de 148 kilómetros cuadrados. Su densidad demográfica es aproximadamente de 430 habitantes por kilómetro cuadrado.

El municipio tiene las siguientes colindancias:

- **Al Norte:** San Lorenzo, San Antonio Sacatepéquez, todos del departamento de San Marcos.
- **Al Este:** San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos; Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco de Quetzaltenango.

¹ María Paz Cainzos Rodríguez. **Resultados primer diagnostico participativo corporación municipal 1996 – 2000.** (San Pedro Sacatepéquez, San Marcos: Impresos Artes y Sistemas, 1997) pp.8-9.

- **Al Sur:** San Cristóbal Cucho, La Reforma y Nuevo Progreso, todos del departamento de San Marcos.
- **Al Oeste:** San Marcos, Esquipulas Palo Gordo y El Tumbador, todos del departamento de San Marcos.

El clima es frío, agradable y beneficioso para la salud de sus habitantes. Posee una franja de tierra cálida de regular extensión que comprende las aldeas de Provincia Chiquita, Corral Grande, Chim y el Tablero, las que colindan con las zonas costeras de San Marcos y Quetzaltenango.

La cabecera municipal es de primera categoría, está localizada a 248 kilómetros de la capital y aproximadamente a un kilómetro al este de la cabecera departamental. Ambas rutas pavimentadas. Está ubicada en las coordenadas de 14° 57' 55" de latitud y 91° 46' 36" de longitud, estando a 2,330 metros sobre el nivel del mar.

Según los datos reportados por el diagnóstico formulado por la municipalidad 1,996-2,000, el municipio posee una población aproximada de 113,183 habitantes, distribuidos:

Tabla I. Ubicación de los habitantes por lugar

| Lugar | No. de habitantes | Porcentaje (%) |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| Cabecera municipal | 24,192 | 21% |
| Área rural | 88,991 | 79% |

Fuente: María Paz Cainzos Rodríguez. **Resultados primer diagnóstico participativo corporación municipal 1996 – 2000.** p. 9.

Actualmente San Pedro Sacatepéquez, consta de las siguientes unidades poblacionales:

- **Rural:** está conformada por 17 aldeas con 86 caseríos y cantones con aproximadamente 88,991 habitantes. En la tabla II se enumeran las 17 aldeas que corresponden al municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. En la figura 1.1 el mapa del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, con la ubicación de cada aldea.
- **Urbana:** la cabecera municipal con 24,192 habitantes se encuentra dividida en calles y avenidas, colocadas las primeras de este a oeste y las segundas de norte a sur. Antes de la nomenclatura actual, que es de 4 zonas, se dividía en 8 cantones denominados: Centro, El Mosquito, San Juan de Dios, San Juan del Pozo, San Miguel, San Sebastián, Santa María y Calzada Independencia. Además hay 2 caseríos, ambos con características propias del área rural, sus nombres son: Llano Grande y los Jazmines.

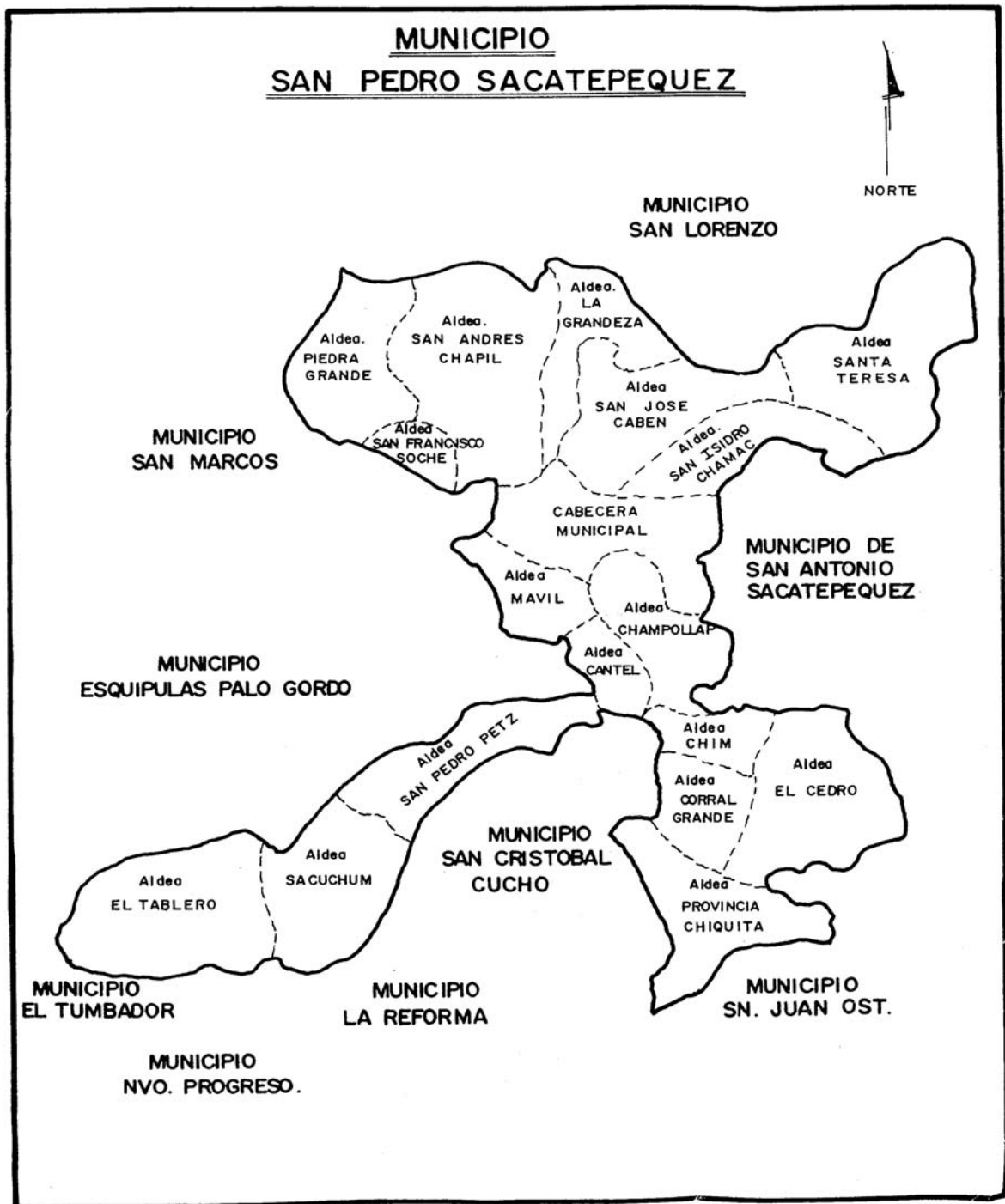
Respecto a la distribución de la población en las aldeas del área rural. En el 44% de las comunidades, la unidad poblacional del centro de las mismas, tiene igual o menor cantidad de familias que alguno de los caseríos que la componen, y en un 67% de los casos la población que suman los caseríos y cantones es superior a la del centro. Lo que generalmente no coincide con la distribución de infraestructura en las aldeas que suele estar centralizada en el centro.

Tabla II. Las 17 aldeas que pertenecen al municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| No. | Aldea | No. Habitantes | Distancia de Cabecera Mpal. |
|------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1. | Cantel | 1,845 | 6 Kms. |
| 2. | Champollap | 4,125 | 2 Kms. |
| 3. | Chim | 2,350 | 11 Kms. |
| 4. | Corral Grande | 2,315 | 14 Kms. |
| 5. | El Cedro | 2,835 | 20 Kms. |
| 6. | El Tablero | 650 | 15 Kms. |
| 7. | La Grandeza | 4,575 | 5 Kms. |
| 8. | Mavil | 700 | 6 Kms. |
| 9. | Piedra Grande | 7,583 | 4 Kms. |
| 10. | Provincia Chiquita | 2,685 | 26 Kms. |
| 11. | Sacuchúm Dolores | 2,940 | 10 Kms. |
| 12. | San Andrés Chápil | 5,560 | 4 Kms. |
| 13. | San Francisco Soche | 750 | 6 Kms. |
| 14. | San Isidro Chamac | 5,131 | 4 Kms. |
| 15. | San José Caben | 6,800 | 4 kms. |
| 16. | San Pedro Petz | 3,460 | 13 Kms. |
| 17. | Santa Teresa | 7,450 | 16 Kms. |

Fuente: Unidad técnica de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Figura 1. Municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Unidad técnica de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

1.2. La Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

1.2.1. Reseña histórica de la Empresa Eléctrica Municipal

En 1,911 se compra y se instala la primera hidroeléctrica en Chamac y se aprovecha la energía hidráulica del río Nahualá. Se denominó: “Empresa Eléctrica de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez”. Capacidad 84 KVA. Esta planta proveyó de fluido eléctrico a las dos ciudades.²

En 1,930 se instala la segunda planta hidroeléctrica, en el mismo lugar de la primera. Capacidad: 125 KVA. Una funcionaba de día y la otra de noche.

El 5 de abril de 1,955 se disuelve la sociedad de la Empresa Eléctrica de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez. El efectivo Q36,070.19 pasó a la Municipalidad de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez se quedó con el derecho de las plantas. San Pedro Sacatepéquez le proporcionó energía eléctrica a San Marcos por 33 meses y el 25% de los ingresos mensualmente.³

² Rubén Godínez Fuentes, “Cronicon de la población de San Pedro Sacatepéquez”, **Identidad Shecana Revista de Antología Cultural**, (9):7. 2003.

³ Loc. Cit.

Según Acta Número: Treinta y dos (32) sesión pública ordinaria celebrada por la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, el día cinco de mayo de mil novecientos setenta (1,970); se acordó aprobar la propuesta hecha por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) en relación a las tarifas del alumbrado público, que consistía en instalar 40,000 vatios de alumbrado público, cobrándose en la categoría A Q.0.03 por metro lineal con iluminación de mercurio, categoría B Q.0.02 por metro lineal con iluminación de bombillas incandescentes de 100W; y categoría C Q.0.01 por metro lineal, con iluminación de bombillas incandescentes de 50W, límites de metros afectos 30.

Se consideró que la Municipalidad necesitaba de fondos que permitieran cubrir el consumo mensual de energía en el alumbrado público de las calles y avenidas de la ciudad. Por tanto se acordó la tasa municipal por alumbrado público.⁴

El reglamento de la Empresa Eléctrica entraría en vigor ocho días después de su publicación en el diario oficial, siendo aprobado en el salón de honor municipal de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, a los doce (12) días del mes de mayo de mil novecientos setenta (1970).⁵

⁴ **Libro de Sesiones Ordinarias y Extraordinarias de la Corporación Municipal de San Pedro Sacatepéquez S.M.** (San Pedro Sac.: 1970) pp.216-219.

⁵ Ibid., p. 236.

Habiendo emitido el acuerdo que establece la tasa municipal por alumbrado público y el reglamento de la Empresa Eléctrica Municipal, la corporación municipal por unanimidad acordó que fueran publicadas en el diario oficial, previa comprobación legal.⁶

En 1,970 Se instala la nueva red distribuidora con energía proporcionada por el INDE.

Acta número ciento dieciséis guión noventa y cuatro (116-94), fecha nueve de junio de mil novecientos noventa y cuatro, en el salón de honor de la municipalidad, se aprobó un nuevo reglamento orgánico de la Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, considerando que el anterior no se adecuaba a las necesidades de los servicios públicos de su población bajo su jurisdicción territorial⁷. Por ejemplo: Artículo 33. Se prohíbe a los consumidores de cuota fija tener mayor número de bombillas o aparatos de los autorizados por la Empresa. La violación de este precepto motivará a la suspensión de éste servicio y solo podrá ser reconectado a base de contador y previo pago de la cuota correspondiente⁸. Lo que demuestra que estaba desactualizado en materia de control de energía a través de registros de consumos, provocando entre otras cosas subestimar o sobrestimar el consumo.

⁶ Loc. Cit.

⁷ **Libro de Sesiones Ordinarias y Extraordinarias de la Corporación Municipal de San Pedro Sacatepéquez, S.M.** (Libro No. 32; San Pedro Sac.:1994) pp.29-47.

⁸ **Diario de Centro América**, 188 (59): 1970

Acta número cero cero siete guión dos mil cuatro (007-2004) de fecha veintidós de enero del año dos mil cuatro, se aprobó las modificaciones al reglamento orgánico de la Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, considerando que existe una percepción negativa por parte de la comunidad, en relación a la administración de la Empresa Eléctrica Municipal, por lo que es necesaria la participación ciudadana, por medio de todos los representantes electos por la población que integran el Consejo Municipal y que actualmente existe un reglamento orgánico de la Empresa Eléctrica Municipal, el cual presenta algunas contradicciones formales que deben ser corregidas⁹ como la del artículo 9º (DE LA SELECCIÓN Y/O DE SUS MIEMBROS). Los miembros del Consejo de Administración serán electos y/o seleccionados de la manera siguiente: Inciso a) El síndico y concejal de la Corporación Municipal, serán designados por la Corporación Municipal, durando para el cargo 3 años¹⁰; cuando sabemos que un periodo para cargos municipales son de 4 años. Ya reformado el Artículo 9º literalmente dice: Inciso a) El Consejo Municipal, electos directa y popularmente por la población del municipio, durando en el cargo cuatro años.

1.3. Área de estudio

El área servida por la empresa eléctrica de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, comprende los siguientes lugares ver tabla III:

⁹ "Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos Acta Número 007-2004", **Diario de Centro América**, (83):4. 2004

¹⁰ Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, S.M. **Reglamento orgánico de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.** (San Pedro Sac.: 1994)

Tabla III. Cobertura de la Empresa Eléctrica de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| Aldea | Caserío | Sector | Usuarios |
|---|----------------|---------------|-----------------|
| Cabecera Municipal | | | 6229 |
| Santa Teresa | | | 0 |
| | La cuchilla | | 72 |
| | Las Vázquez | | 105 |
| | Monterrey | | 25 |
| | Paconche | | 88 |
| | Piedra Parada | | 123 |
| | Piedrecitas | | 11 |
| San Isidro Chamac | | | 502 |
| Santa Rita, municipio de San Antonio Sacatepéquez | | | 50 |
| San José Caben | | | 680 |
| San Andrés Chápil | | | 452 |
| Chim | | | 0 |
| | El Tizate | | 30 |
| | La Castalia | | 22 |
| | San Vicente E. | | 51 |
| La Grandeza | | | 554 |
| Piedra Grande | | | 756 |
| San Francisco Soche | | | 117 |
| | | Villa Lucita | 183 |
| Mavil | | | 94 |
| Champollap | | | 482 |

Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

1.4. Condiciones generales

El Estado de Guatemala, por medio de la Ley General de Electricidad, según decreto 93-96 del Congreso de la República promulgada el 15 de noviembre de 1,996, la cuál fue emitida conjuntamente con su reglamento específico, optimiza el crecimiento del subsector eléctrico y crea los marcos legales para formar empresas de:

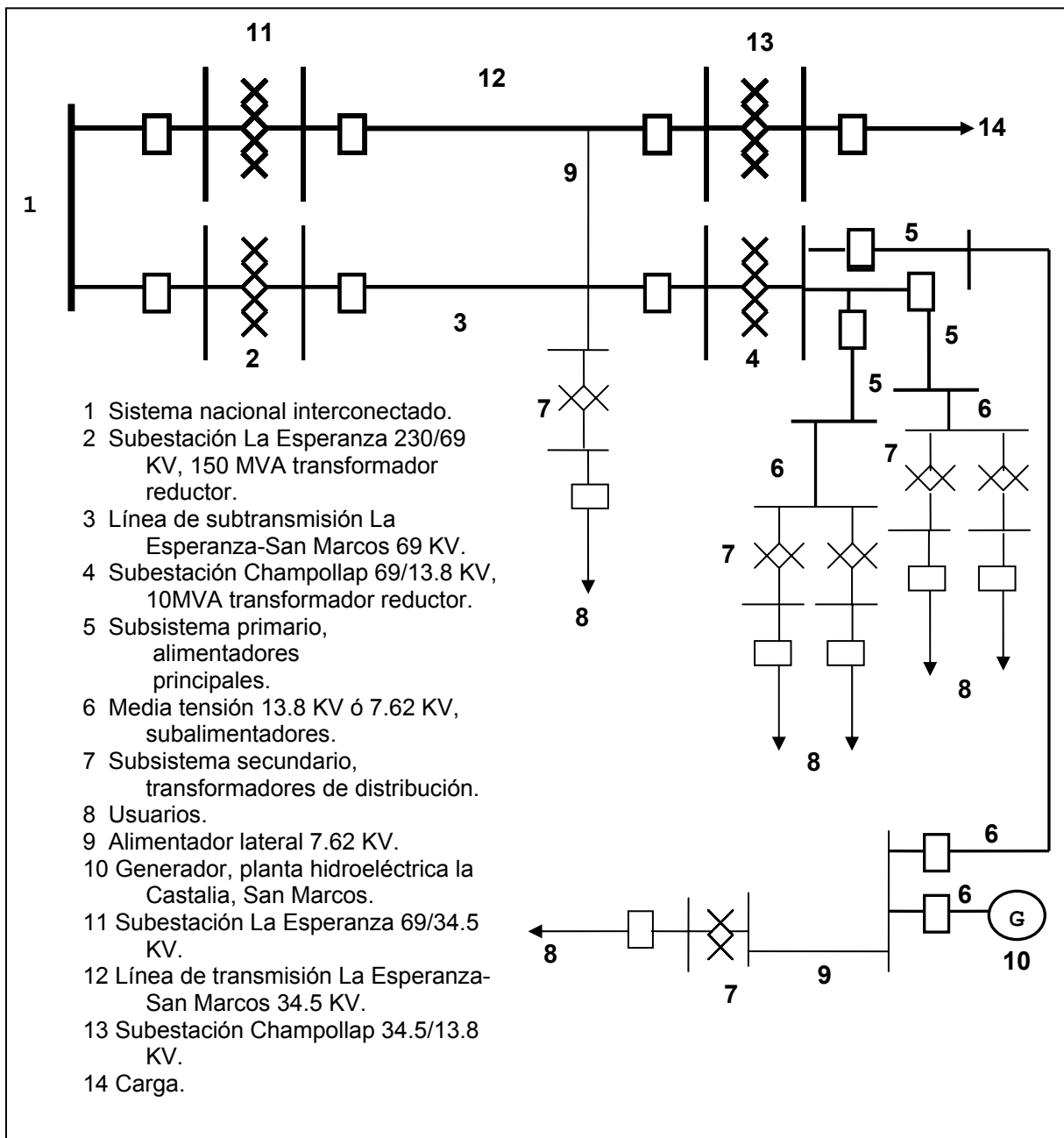
- a) Generación
- b) Transmisión
- c) Distribución.

Ante tal circunstancia, la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos tiene a su cargo la Empresa Eléctrica Municipal, que para su funcionamiento, utiliza bienes de dominio público en condición de prestar el suministro de energía eléctrica a la población, mediante redes de distribución, habiendo presentado la información de la persona jurídica, la información legal y técnica de la empresa, en cumplimiento del artículo 4 del Reglamento de la Ley General de Electricidad. En la información técnica se define el listado de poblaciones donde se presta actualmente el servicio de energía eléctrica, ver tabla III.

Como parte de la organización del sector eléctrico, la Empresa Eléctrica Municipal Sampedrana, es el propietario de las instalaciones destinadas a distribuir comercialmente energía eléctrica en su jurisdicción (ver tabla III). Depende de la Empresa de Generación de Energía Eléctrica, EGEE, como agente generador, el cuál garantiza el requerimiento total de potencia y energía; de la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica, ETCEE, como agente transportista, teniendo a cargo la subestación Champollap ubicada en esta jurisdicción municipal. En la actualidad el servicio proporcionado a la zona autorizada consta de distribución primaria cuyo fin es seguir transmitiendo con líneas trifásicas de 13.8 KV y monofásicas de 7.62 KV y transformando de 13.8 KV estrella con neutro a tierra ó 7.62 KV a la tensión de distribución secundaria nominal de 120/240 V. Este sistema está formado por líneas y redes de distribución primaria, dispuestos en forma radial teniendo como punto de inicio, la subestación de 69/13.8 KV, 10 MVA ubicada en la aldea Champollap. Comprende dos alimentadores principales, éstos están formados por líneas trifásicas que parten en forma radial a 50 metros de la subestación Champollap, y sirven de medio de transporte de potencia eléctrica hacia los subalimentadores y/o hacia los transformadores de distribución. Los subalimentadores constan de líneas trifásicas o monofásicas que parten en forma radial de un alimentador principal, que conducen la energía hacia los alimentadores laterales y/o hacia los transformadores de distribución. Los alimentadores laterales están formados por líneas de alimentación primaria monofásicas que parten en forma radial de un subalimentador, llevan la energía a los transformadores de distribución monofásicos. Hay un alimentador lateral, de una línea monofásica que parte de la línea de subtransmisión en 34.5 KV perteneciente a ETCEE, la interconexión se ubica en aldea San Miguel del municipio de San Antonio Sacatepéquez, éste alimentador sirve para la distribución final de energía eléctrica a las comunidades de La Cuchilla, Las Vázquez, Monterrey, Paconche, Piedra Parada y Piedrecitas.

En la aldea la Castalia del municipio de San Marcos, existe una interconexión en 7,621 V una fase, entre la Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos con la Empresa Eléctrica Municipal Sampedrana, y sirve para abastecer el servicio de distribución final de las comunidades, El Tizate, La Castalia, San Vicente Esquipulas, todas de la aldea Chim. En la figura 2 se observa el unifilar simplificado del sistema que abastece la red de distribución y la forma en que está conformada.

Figura 2. Representación del Sistema de generación, transporte e interconexión con la red de distribución de la Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

2. PRESENTACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

2.1. Introducción

La Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez del departamento de San Marcos, presta el servicio municipal de electricidad, a través de la compra de energía en bloque al INDE para luego venderla a los suscriptores a costo razonable. Se relaciona al flujo de energía eléctrica con el desarrollo económico, social y cultural de los Sampedranos, por ello se expone algunos factores principales que causan no rentable la Empresa Eléctrica Municipal.

En primera instancia tenemos el factor de facturación del servicio de energía eléctrica en bloque a las instalaciones, donde a partir del mes de julio 2,003 se cobra de la siguiente manera:

Tabla IV. Forma de cobro de energía por la EGEE

| Clase de consumo | Precio en \$ por cada KWh |
|-------------------------|----------------------------------|
| Fuera tarifa social | 0.040 |
| Tarifa social | 0.027 |

Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

La factura emitida describe la clase de consumo, el 50% lo cobran como, fuera tarifa social más el 12% de IVA y el otro 50% por tarifa social más el 12% de IVA. El 100% de la demanda consumida la cobran en \$6.20 por cada KW más el 12% de IVA. La compra de energía en bloque es diferente a como se hacia, a razón de Q.0.184 por cada KWh más el 12% de IVA y la demanda en Q.49.00 por cada KW más el 12% IVA. Entonces se comenzó a recibir las facturas de cobros de energía en bloque con el nuevo formato descrito anteriormente, provocando un aumento en las mismas, de lo cual se prometió por parte del INDE, realizar un reajuste a los montos facturados. Ésta situación; la falta de conocimiento de las leyes tributarias por parte de los empleados administrativos y el no poder tomar decisiones en el momento idóneo por parte de la gerencia, afectan la rentabilidad que pueda generar la Empresa Eléctrica Municipal y por ende genera ineficiencia en el control de pérdidas en el sistema de distribución.

La falta de preocupación por parte de ex-autoridades superiores de la Empresa Eléctrica Municipal, hizo que no hubiera control y descripción en los libros de inventario sobre los activos que posee, propiciando la destrucción o robos sin que se tomaran las medidas disciplinarias respectivas y mostrando la no realidad en que se encuentran los bienes.

El control en el ingreso y egreso de los materiales en el almacén no es estricto, por lo cual no se puede tener un dato real de la existencia.

Un factor que podemos mencionar, talvez el más importante en materia de pérdidas en el sistema de distribución de esta Empresa Municipal, es el sistema de cómputo. Catalogándose como inseguro y vulnerable a cambios en los registros de las cuentas de los suscriptores, todo a discrecionalidad del usuario a través de los encargados al acceso de la base de datos. El sistema de computación no tiene la opción de generar el total de pagos mensuales anteriores y el total de la deuda mensual.

No se realizan copias de seguridad a la información que resguarda el sistema de computación, corriendo el riesgo de perder en un momento determinado todos los registros.

El acceso al sistema de cómputo lo tienen cuatro personas, incluyendo el responsable del departamento, sin que se efectúe una supervisión continua a los procedimientos de registro, grabación y corrección de lecturas.

Falta de supervisión periódica al trabajo realizado por los lectores del consumo de energía eléctrica ocasiona pérdidas no técnicas como por ejemplo usuarios sin contador, usuarios con medidor con adulteraciones fraudulentas en sus equipos de medición, errores en medición del consumo, etc.

Como último factor, las restricciones y características físicas de los materiales utilizados en la distribución de energía eléctrica, teniendo en cuenta todos sus elementos y la elección no idónea de los mismos, provocando pérdidas de energía en el sistema, llamadas pérdidas técnicas, las cuales serán estimadas en este trabajo de graduación.

2.2. Estructura administrativa Empresa Eléctrica Municipal

Está representada por un Presidente, que es el Alcalde Municipal, y quien preside el Consejo de Administración de la Empresa Eléctrica Municipal y la Corporación Municipal de San Pedro Sacatepéquez.

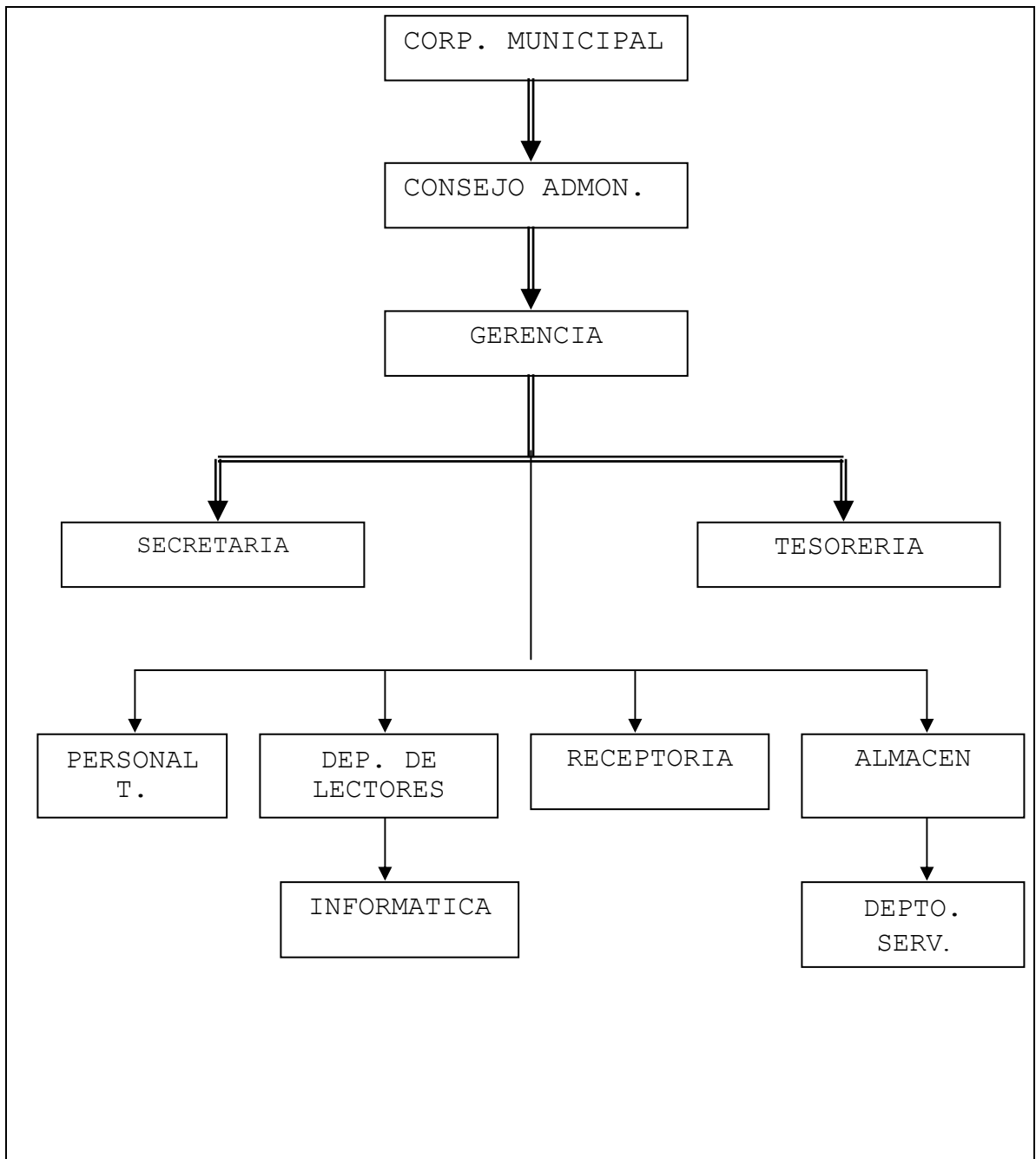
El Consejo de Administración de la Empresa Eléctrica Municipal a partir del 27 de marzo de 2004 se conforma por los siguientes miembros: El Consejo Municipal en pleno, integrado por el Alcalde, los Síndicos y los Concejales. Cuatro representantes de los consumidores, dos del área urbana y dos del área rural. Un trabajador de la Empresa Eléctrica Municipal.

La estructura administrativa la podemos apreciar en el organigrama (véase fig. 3, Pág. 19).

2.3. Comportamiento histórico de la demanda

La demanda del sistema de la Empresa Eléctrica Municipal es la sumatoria de las cargas y las pérdidas de potencia en las terminales receptoras tomada en un determinado intervalo de tiempo. Dentro de las variables eléctricas medidas están la demanda máxima mensual en KW y la energía utilizada por mes en KWh del sistema, datos que se encuentran en facturas hechas hacia la empresa con motivo de cobro de energía en bloque; expuestas en este trabajo en la siguiente tabla y respectivas graficas.

Figura 3. Organigrama Empresa Eléctrica Municipal San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Tabla V. Historia de la demanda máxima y energía periodo 03/2001 - 02/2004

| Energía KWh | Demanda en KW | Mes |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| 965,200.00 | 3,013.71 | Marzo 2001 |
| 960,600.00 | 2,979.04 | Abril 2001 |
| 1,039,025.65 | 2,747.01 | Mayo 2001 |
| 956,310.00 | 2,540.00 | Junio 2001 |
| 1,029,970.00 | 2,700.02 | Julio 2001 |
| 989,330.00 | 2,715.26 | Agosto 2001 |
| 1,003,300.00 | 2,856.23 | Septiembre 2001 |
| 1,052,830.00 | 2,722.88 | Octubre 2001 |
| 1,002,030.00 | 2,703.83 | Noviembre 2001 |
| 1,090,380.75 | 3,037.36 | Diciembre 2001 |
| 1,080,123.75 | 2,964.45 | Enero 2002 |
| 962,296.75 | 2,780.13 | Febrero 2002 |
| 1,059,737.25 | 2,919.52 | Marzo 2002 |
| 1,036,565.75 | 2,772.33 | Abril 2002 |
| 1,092,532.90 | 3,044.13 | Mayo 2002 |
| 1,094,877.00 | 2,980.60 | Junio 2002 |
| 1,077,947.50 | 2,987.33 | Julio 2002 |
| 1,100,532.89 | 3,110.78 | Agosto 2002 |
| 1,114,627.75 | 3,085.07 | Septiembre 2002 |
| 1,172,877.60 | 3,007.57 | Octubre 2002 |
| 1,104,447.41 | 3,086.03 | Noviembre 2002 |
| 1,185,160.42 | 2,942.67 | Diciembre 2002 |
| 1,175,920.63 | 3,290.65 | Enero 2003 |
| 1,082,068.76 | 3,270.75 | Febrero 2003 |
| 1,195,677.10 | 3,277.99 | Marzo 2003 |
| 1,169,228.46 | 3,219.64 | Abril 2003 |
| 1,229,102.76 | 3,196.00 | Mayo 2003 |
| 1,210,374.69 | 3,105.98 | Junio 2003 |
| 1,240,794.13 | 3,284.24 | Julio 2003 |

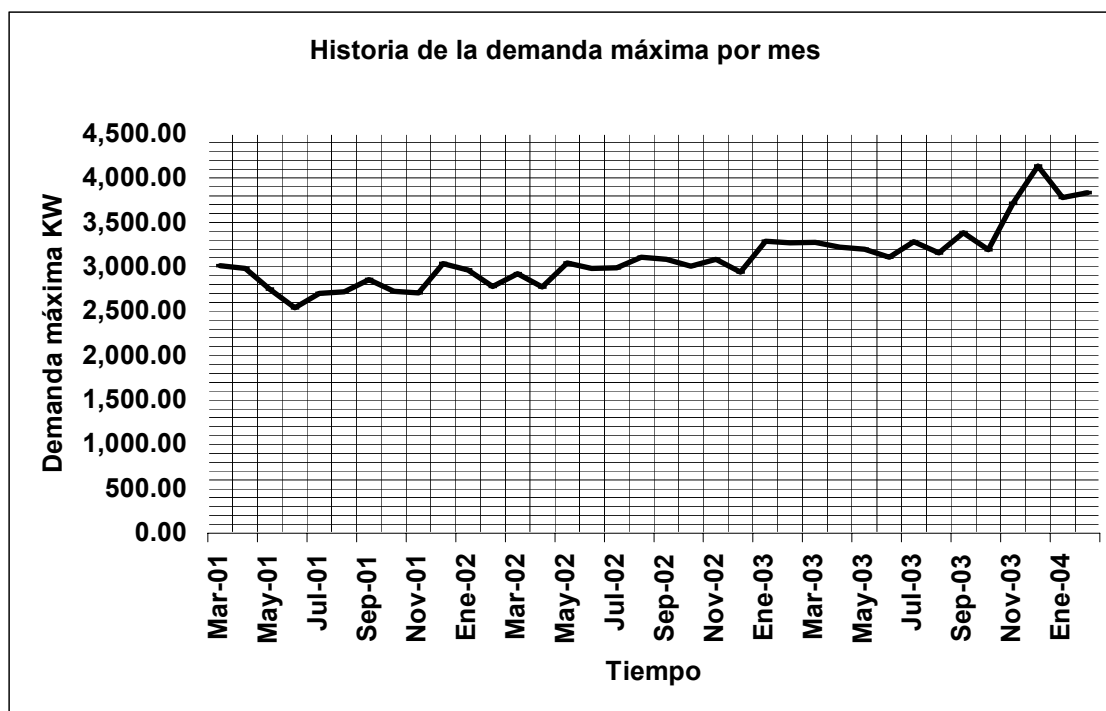
Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Continuación tabla V. Historia de la demanda máxima y energía periodo 03/2001–02/2004

| Energía KWh | Demanda KW | Mes |
|--------------|------------|-----------------|
| 1,233,425.49 | 3,154.33 | Agosto 2003 |
| 1,258,799.50 | 3,386.08 | Septiembre 2003 |
| 1,327,913.79 | 3,190.49 | Octubre 2003 |
| 1,276,769.94 | 3,712.98 | Noviembre 2003 |
| 1,370,713.80 | 4,131.14 | Diciembre 2003 |
| 1,336,272.52 | 3,782.46 | Enero 2004 |
| 1,256,362.36 | 3,832.73 | Febrero 2004 |

Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Figura 4. Gráfica demanda máxima Vrs tiempo, periodo 03/2001-02/2004

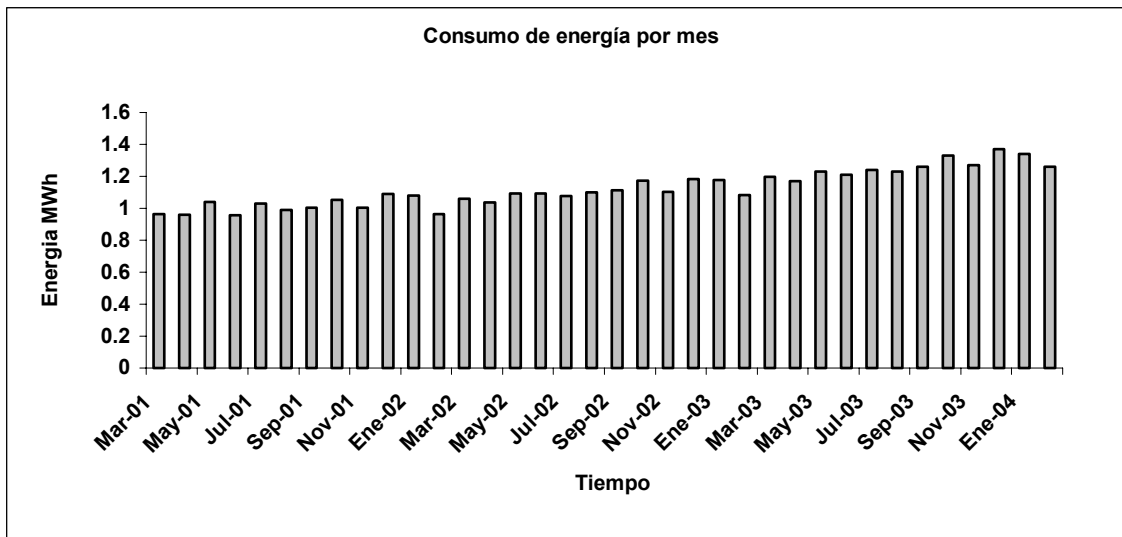


Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

El mercado consumidor demanda potencia eléctrica, durante el período de servicio de la energía eléctrica, extrayendo la demanda mayor consumida por cada mes, para muestra la figura 4.

Desde el mes de marzo 01 hasta agosto 03 el comportamiento de la demanda máxima es proporcional al consumo de energía y al número de usuarios, sin embargo los meses de; septiembre 03, noviembre 03, diciembre 03, enero 04 y febrero 04 la inclinación es a la alza formando los picos máximos de potencia, provocando un aumento considerable tanto en la electricidad abastecida como en el pago en dólares de la potencia consumida.

Figura 5. Gráfica energía Vrs tiempo por mes, periodo 03/2001–02/2004



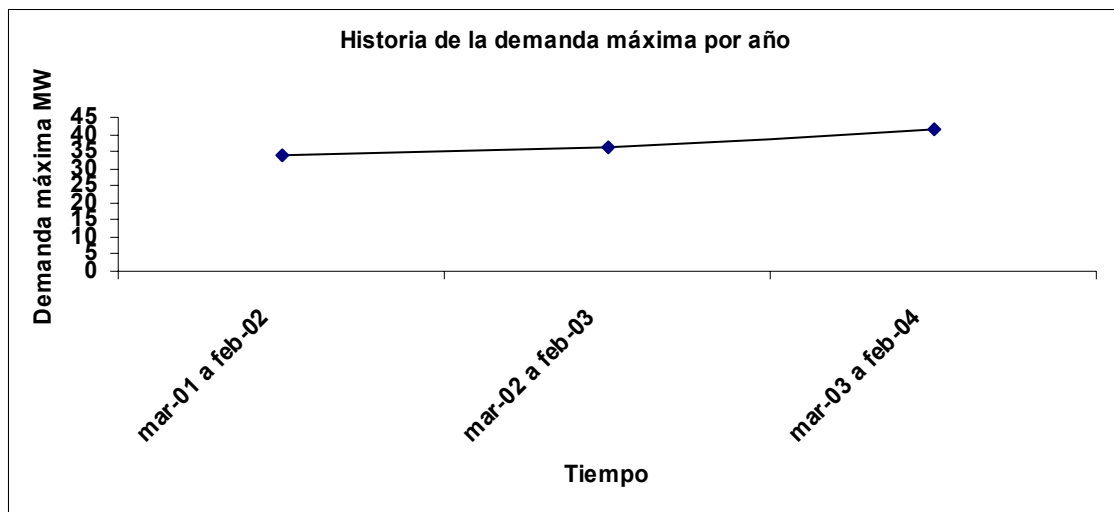
Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

El crecimiento de la población y la capacidad de poder satisfacer sus necesidades hace que el uso de la energía eléctrica sea más común, habiendo un aumento de suscriptores, lo cuál hace que la energía adquirida en bloque varíe en proporción al crecimiento del consumo tal como se muestra en la figura 5.

La época del año es otro componente involucrado en la variación del consumo, los ciclos de estudio se dividen de marzo a febrero, encontrando que diciembre es el mes del consumo máximo y febrero el mes del consumo mínimo.

Respecto a los estados del tiempo, el invierno específicamente el mes de octubre, consume un promedio de 4.9% de energía más que septiembre y noviembre de cada periodo estudiado.

Figura 6. Gráfica demanda máxima Vrs tiempo por año, periodo 2001- 2004

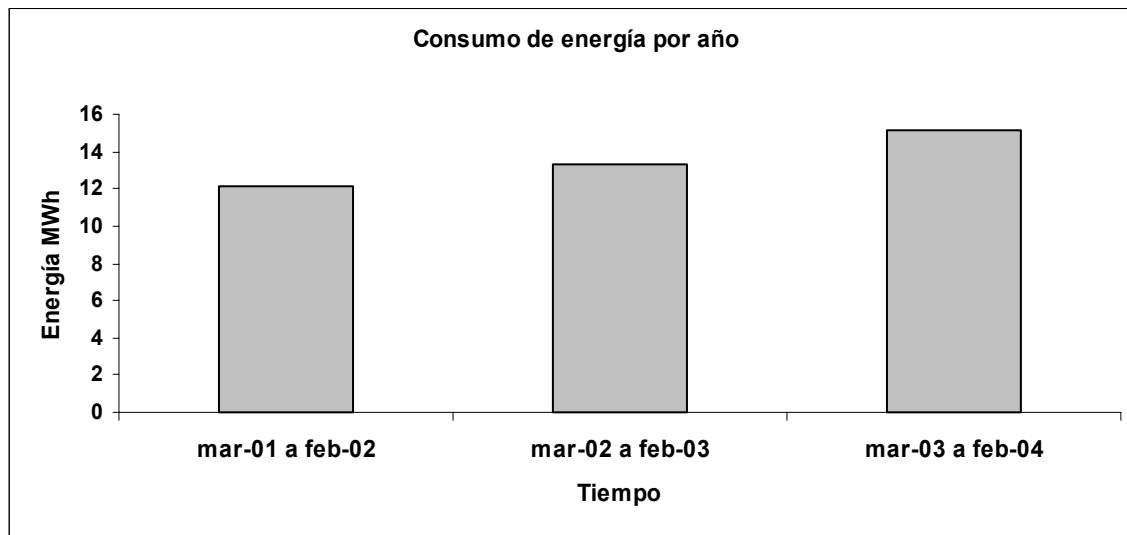


Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Se visualiza en la figura 6 un aumento de la demanda máxima en los dos últimos ciclos de estudio, el periodo marzo 02 – febrero 03 aumento 7.51% respecto a marzo 01 – febrero 02 y de marzo 02 – febrero 03 al ciclo marzo 03 – febrero 04 el aumento fue de 11.61%.

Esto nos indica que los mismos porcentajes de aumento son también para pagos de la demanda máxima, causando un alza en el costo del suministro de distribución final.

Figura 7. Gráfica energía Vrs tiempo por año, periodo 2001 – 2004



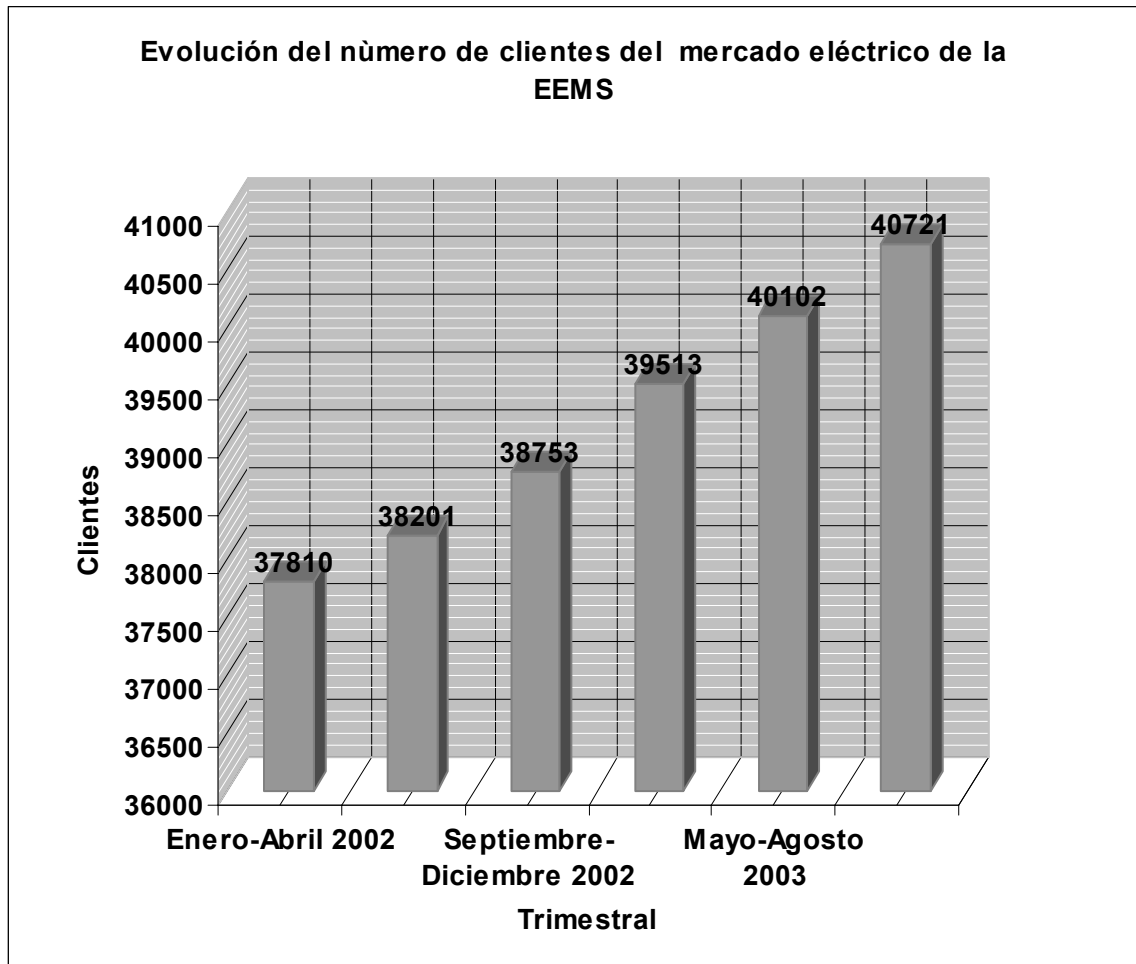
Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

La comercialización de la energía eléctrica, el incremento de elementos para la prolongación del sistema de distribución y sobretodo la obligatoriedad de proveer el servicio eléctrico a nuevos clientes, provoca un alza en el consumo anual de energía, prueba de ello son los datos presentados en la figura 7.

2.3.1. Consumo de energía eléctrica

Es el proceso final de la producción de energía eléctrica, cuyos clientes o usuarios de este servicio, hacen que el sistema de potencia en su totalidad genere ganancias económicas a las empresas destinadas a la distribución final.

Figura 8. Número de usuarios por trimestre periodo 2002-2003



Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

El número de clientes registrados en los meses enero-abril 2002, mayo-agosto 2002, septiembre-diciembre 2002, enero-abril 2003, mayo-agosto 2003 y septiembre-diciembre 2003 fue de: 37,8, 38,2, 38,7, 39,5, 40,1 y 40,7 miles de clientes respectivamente. El incremento del número de usuarios entre 2002 y 2003 fue 845. En cantidad el incremento de clientes para los periodos: enero 2002/diciembre 2002 es de 392 y enero 2003/diciembre 2003 es de 453.

2.4. Balance de energía

Valor estadístico del sistema de la Empresa Eléctrica Municipal Sampedrana en el periodo marzo 2002 – febrero 2004, de la cantidad de oferta de energía y la energía consumida, incluyendo las pérdidas por conversión, transformación y transporte, así como las formas de energía no empleadas con fines energéticos.

Las lecturas mensuales registradas en la Empresa Generadora de Energía Eléctrica EGEE son tomadas por el representante de la Empresa Eléctrica Municipal y personeros del Instituto Nacional de Electrificación INDE por medio de medidores ubicados en:

- Subestación Champollap jurisdicción de este municipio a través del contador 204-000244.

- Entronque de la línea de subtransmisión en 34.5 KV de la ETCEE con el alimentador lateral de la Empresa Eléctrica Municipal, en jurisdicción aldea San Miguel, municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, por medio del contador 14671358.

Estas lecturas son tomadas dentro de un rango de tiempo preciso entre las nueve y diez de la mañana respectivo al primer día de cada mes.

El procesamiento de datos para la emisión de facturas a los clientes de toda la zona autorizada para el servicio de distribución final, es desarrollada por el departamento de lectores, ya que estos se encargan de la lectura de los medidores por mes e ingreso de la misma a la base de datos del sistema de cómputo.

La información se encuentra en la base de datos a través del programa *data ease for windows*, el cual contiene y archiva un historial de consumo en KWh por usuario desde 1999, no así la opción de generar el total de KWh mensuales consumidos. Considerando lo anterior se prosiguió a realizar integraciones por mes del total de usuarios que utilizan el servicio de consumo de energía eléctrica, de la siguiente manera:

- Se agruparon sin importar el tipo de consumidor, si son grandes o pequeños usuarios del servicio eléctrico, y en general todos los puntos en donde se efectúa la entrega de energía eléctrica, incluyendo los puntos de consumo propio y municipal.

- Fórmula utilizada
$$E_{vs} = \sum_{i=1}^n VI(i) \quad (2.1)$$

Donde:

E_{vs} = Energía vendida por el sistema

$VI(i)$ = Ventas en el lugar (i) en KWh

El detalle y las integraciones de los consumos por mes se exponen en el anexo.

El balance de energía para la Empresa Eléctrica Municipal parte de las facturas emitidas por EGEE y de los consumos totales mensuales estimados, utilizando:

$$E_{cb} - E_{vs} = E_{ps} \quad (2.2)$$

Donde:

E_{cb} = Energía comprada en bloque

E_{vs} = Energía vendida por el sistema

E_{ps} = Energía pérdida en el sistema

Ya halladas las pérdidas se prosiguió a encontrar los índices de porcentajes de pérdidas mensuales durante el periodo antes mencionado para todo el sistema, a través de:

$$\%E_{ps} = \frac{E_{ps}}{E_{cb}} * 100 \quad (2.3)$$

Donde:

$\%E_{ps}$ = Porcentaje de energía pérdida en el sistema

E_{ps} = Energía pérdida en el sistema

E_{cb} = Energía comprada en bloque

Los resultados obtenidos son expuestos dentro de la siguiente tabla.

Tabla VI. Balance de energía periodo marzo 2,001 – febrero 2,004

| Mes | Energía comprada KWh. | Energía vendida KWh. | Energía perdida KWh. | % Energía perdida |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Marzo 2002 | 1,059,737.25 | 736,321.00 | 323,416.25 | 30.52 |
| Abril 2002 | 1,036,565.75 | 733,801.00 | 302,764.75 | 29.21 |
| Mayo 2002 | 1,092,532.90 | 849,114.00 | 243,418.9 | 22.28 |
| Junio 2002 | 1,094,877.00 | 786,162.00 | 308,715.00 | 28.20 |
| Julio 2002 | 1,077,947.50 | 909,430.00 | 168,517.5 | 15.63 |
| Agosto 2002 | 1,100,532.89 | 799,698.00 | 300,934.89 | 27.34 |
| Septiembre 2002 | 1,114,627.75 | 822,460.00 | 292,167.75 | 26.21 |
| Octubre 2002 | 1,172,877.60 | 906,772.00 | 266,105.6 | 22.69 |
| Noviembre 2002 | 1,104,447.41 | 825,285.00 | 279,162.41 | 25.28 |
| Diciembre 2002 | 1,185,160.42 | 866,848.00 | 318,312.42 | 26.86 |
| Enero 2003 | 1,175,920.63 | 916,330.00 | 259,590.63 | 22.08 |
| Febrero 2003 | 1,082,068.76 | 856,683.00 | 225,385.76 | 20.83 |
| Marzo 2003 | 1,195,677.10 | 970,484.00 | 225,193.10 | 18.83 |
| Abril 2003 | 1,169,228.46 | 912,842.00 | 256,386.46 | 21.93 |
| Mayo 2003 | 1,229,102.76 | 935,619.00 | 293,483.76 | 23.88 |
| Junio 2003 | 1,210,374.69 | 1,053,099.00 | 157,275.69 | 12.99 |

Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Continuación tabla VI. Balance de energía periodo marzo 2,001 febrero 2,004

| Mes | Energía comprada Kwh. | Energía vendida KWh. | Energía perdida KWh. | % Energía perdida |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Julio 2003 | 1,240,794.13 | 991,967.00 | 248,827.13 | 20.05 |
| Agosto 2003 | 1,233,424.89 | 830,275.00 | 403,149.89 | 32.69 |
| Septiembre 2003 | 1,258,799.50 | 967,434.00 | 291,665.50 | 23.15 |
| Octubre 2003 | 1,327,913.79 | 1,131,658.00 | 196,255.79 | 14.78 |
| Noviembre 2003 | 1,270,064.94 | 865,321.00 | 404,743.94 | 31.87 |
| Diciembre 2003 | 1,370,713.80 | 1,087,509.00 | 283,204.80 | 20.66 |
| Enero 2004 | 1,336,272.52 | 1,026,012.00 | 310,260.52 | 23.22 |
| Febrero 2004 | 1,256,362.35 | 1,104,780.00 | 151,582.35 | 12.07 |

Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

2.4.1. Situación del balance de energía

Conceptualmente a través del balance de energía efectuado en el sistema de la Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos logramos obtener una visión general del comportamiento de las pérdidas en el tiempo. El problema radica en que las pérdidas detectadas en la red de distribución son variables, hay pérdidas desde el 30.52% del mes de marzo del 2002, 31.87% del mes de noviembre 2003, 32.69% del mes de agosto del 2,003 hasta aquellas del 12.99%, 12.07% equivalentes al mes de junio del 2,003 y febrero del 2,004 respectivamente.

El porcentaje de pérdidas aducen estar por encima de los valores aconsejados y utilizados en redes de distribución de energía eléctrica según la literatura técnica, quien menciona los siguientes datos:

- Porcentaje de pérdidas excesivo > 10 %
- Porcentaje de pérdidas deseable = 6 % a 8 %¹¹

Los efectos de las pérdidas aquejan el comportamiento financiero, técnico y la calidad del servicio de la Empresa, también los valores en porcentaje de las mismas no identifican con exactitud los subsistemas menos eficientes ya que modelos basados en eficiencias indican que el nivel óptimo de pérdidas es diferente para sistemas con consumos predominantes en alta tensión que para aquellos en que la energía debe pasar por varios subsistemas antes de llegar al usuario final. Por esta razón, la Empresa de Energía Eléctrica Sampedrana debe buscar su propio nivel de pérdidas óptimo. Este óptimo necesariamente debe tener una alta eficiencia administrativa (pérdidas no-técnicas cercanas a cero). En esta forma se pueden formular metas que revalúen los criterios basados en porcentaje de pérdidas, que no tiene en cuenta los factores anotados.

¹¹ Manual Latinoamericano para el control de pérdidas, OLADE citado por Edgar Aguilar, **Metodología para la estimación de pérdidas eléctricas y su aplicación en el sistema eléctrico de Guatemala** (Guatemala: 1996), p. 188

2.5. Clasificación de pérdidas en el sistema eléctrico

Las pérdidas totales por sistema se estiman restando la energía comprada o generada menos la energía distribuida o vendida a los usuarios. Esta se mide como un porcentaje del total de compras, pudiendo clasificárselas en pérdidas técnicas, pérdidas no técnicas, pérdidas fijas y pérdidas variables. Las pérdidas técnicas se refieren a las producidas en la transmisión, en las redes primarias de distribución de energía eléctrica, en las redes secundarias y transformadores. Las pérdidas no técnicas se refieren a las ocasionadas por deficiencias en los medidores o por conexiones arbitrarias y clandestinas (pérdidas comerciales) y por las que se originan más por problemas en la gestión administrativa (pérdidas administrativas). Tales son los casos de equivocaciones en el procesamiento de datos, en los procesos de registro o en la elaboración de las diferentes mediciones que realiza cada Empresa.

2.5.1. Pérdidas técnicas

Es el conjunto de pérdidas eléctricas de un sistema debidas a fenómenos físicos. Estas se deben a las condiciones propias de la conducción y transformación de la energía eléctrica.

Las pérdidas técnicas se pueden clasificar a su vez según la función del componente y según la causa que las origina. Además constituyen la energía que se disipa y que no puede ser aprovechada de ninguna manera.

2.5.2. Pérdidas no técnicas

Estas se definen como la diferencia entre las pérdidas totales de un sistema eléctrico y las pérdidas técnicas estimadas para el mismo. Las pérdidas no técnicas no constituyen una pérdida real de energía para una economía. En efecto, esta energía se utiliza por algún usuario, suscriptor o no, de la empresa encargada de la distribución de la energía eléctrica. Sin embargo, la Empresa no recibe ninguna retribución por la prestación del servicio.

Es evidente que dentro de las pérdidas no técnicas se encuentra un sistema de medición defectuoso o que no se aplique en forma estrictamente periódica, esto hace que se formulen procesos de facturación inadecuados e incapacidad para detectar y controlar las conexiones ilegales; el resultado es llamado ineficiencia administrativa de una Empresa. También como consecuencia de lo anterior, estas Empresas tienen una cartera morosa elevada.

2.5.3. Pérdidas fijas y pérdidas variables

Las pérdidas fijas se representan en el sistema por el solo hecho de energizar la línea o el transformador en el cual se producen; este tipo de pérdidas se producirán en el sistema aunque la carga conectada a ellos fuera igual a cero y su variación en mayor o menor grado, sólo dependen en segundo orden de la demanda.

Dentro de pérdidas fijas esta el efecto corona, pérdidas por histéresis y corrientes parásitas.

Las pérdidas variables son aquellas que dependen de la demanda. Las pérdidas joule son las que componen la totalidad de las pérdidas variables.

3. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS

En USA se estima que un 55% de las pérdidas en los sistemas de distribución son debidas a las pérdidas en el hierro de los transformadores¹², es decir aquéllas que están presentes 24 horas al día, 365 días al año, por lo que su cambio a transformadores con núcleos de menores pérdidas (materiales amorfos), ya disponibles, es sin duda una prioridad.

El simple hecho de conducir electricidad significa pérdidas de potencia y energía en los materiales de los equipos utilizados para generar, transmitir y distribuir la energía eléctrica.

Para estimar las pérdidas de energía, se hará mediante un proceso de integración de las pérdidas de potencia utilizando factores que representan el comportamiento del sistema (factor de carga, factor de pérdidas).

¹² *Electrical Power Research Institute (EPRI). "Electricity Technology Roadmap 1999 Summary and Synthesis* citado por Guillermo E. Vinasco, "Impacto de la tecnología en la transmisión y distribución del futuro", **Revista energía y computación**, (16): 21. 2003.

3.1. Clasificación de pérdidas técnicas

Las pérdidas técnicas del sistema corresponden a las pérdidas debidas a las condiciones propias del manejo y conducción de la energía eléctrica. Estas pérdidas pueden clasificarse así:

- Pérdidas asociadas con la variación de la demanda (pérdidas carga). Son aquellas pérdidas que se encuentran relacionadas con las corrientes que circulan por los elementos del sistema (efecto *Joule*). Su magnitud es proporcional al cuadrado de la corriente.

$$P_L = I^2 R \quad (3.1)$$

Donde:

p_L : Pérdidas en el elemento del sistema (vatios)

I : Corriente que circula por el elemento (amperios)

R : Resistencia del elemento (ohmios)

- Pérdidas cuyo valor es aproximadamente independiente de la carga del sistema (pérdidas en vacío). Estas pérdidas dependen principalmente de la tensión, mas no de la variación de la demanda. Se representa en los transformadores y máquinas eléctricas, y se deben a las corrientes de *Foucault* y ciclos de histéresis producidos por las corrientes de excitación; adicionalmente se incluyen en esta clase las pérdidas debidas al efecto corona. Debido a que los sistemas eléctricos funcionan con pocas fluctuaciones de tensión, es frecuente considerar las pérdidas de vacío como un valor constante.

3.2. División del sistema

Para el estudio de pérdidas técnicas en un sistema eléctrico, es conveniente dividirlo en varios subsistemas o categorías para lograr ciertas simplificaciones en los cálculos.

Es frecuente considerar las siguientes divisiones, ya que ellas presentan ciertas características comunes.

- Subsistema de subtransmisión
- Subsistema de distribución

3.2.1. Subsistema de subtransmisión

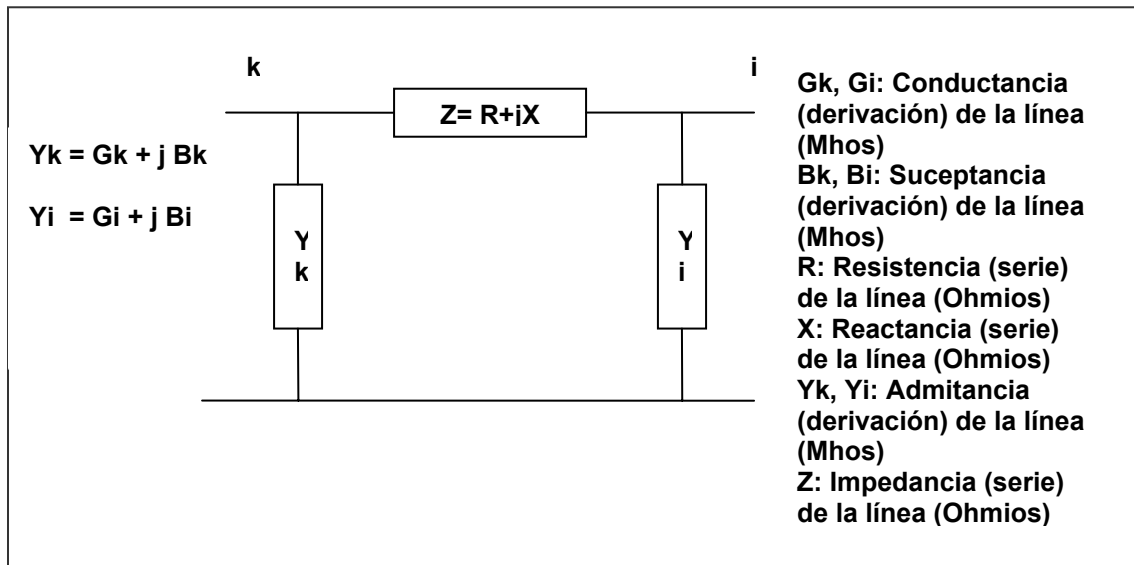
Los subsistemas de subtransmisión se caracterizan por el flujo de grandes bloques de energía, entre los cuales pueden existir importaciones o exportaciones. Para el estudio de pérdidas se pueden considerar estos subsistemas formados por líneas y transformadores.

Las pérdidas de potencia en el subsistema de subtransmisión se producen por diversas causas, tales como pérdidas por efecto *Joule* y por efecto corona, pérdidas en los transformadores, tanto en su núcleo como en sus devanados.

- **Líneas de subtransmisión:** las pérdidas asociadas con las líneas de subtransmisión son básicamente las pérdidas por efecto *Joule* y corona; por lo tanto, los modelos que representen las líneas deben tener en cuenta estos dos tipos de pérdidas.

Para el cálculo de pérdidas de potencia por efecto *Joule* ($I^2 * R$), es suficiente la representación tradicional de línea como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Línea de subtransmisión. Circuito π



Fuente: Edgar Aguilar, **Metodología para la estimación y control de pérdidas eléctricas y su aplicación en el sistema eléctrico de Guatemala**. P. 18.

Los valores de resistencia y reactancia dependen de las características físicas de los conductores y su disposición geométrica. Es frecuente que estos valores los proporcionen los fabricantes o se encuentren en tablas hechas para tal fin. Los elementos de la línea donde se presentan pérdidas de potencia activa son la resistencia serie (R) y la conductancia shunt (G).

Como las pérdidas de potencia activa asociadas con la conductancia son muy pequeñas comparadas con las pérdidas en la resistencia R, este parámetro (G) se suele despreciar.

Para evaluar las pérdidas en líneas de subtransmisión por efecto corona*, se han realizado estudios tanto teóricos como prácticos que involucran todas las variables que tienen que ver con este efecto, como son: la geometría de los conductores, la tensión de servicio, condiciones meteorológicas, etc. Más adelante (Sección 3.4.1) se presenta la metodología para su estimación.

3.2.2. Subsistema de distribución

Los principales elementos constitutivos del sistema son:

- Subsistema primario
 - Subsistema secundario
 - Transformadores de la subestación y de distribución
 - Condensadores (utilizados para la corrección del factor de potencia)
 - Cargas
-
- **Subsistemas primario y secundario de distribución:** los sistemas primarios y secundarios están compuestos por líneas aéreas y/o subterráneas; por estas líneas circulan las corrientes necesarias para suplir la demanda de potencia. Inherentes a este proceso, representan pérdidas de potencia asociadas principalmente con la resistencia de los conductores y con las corrientes que circulan.

* Se conoce por efecto corona a la pérdida de carga producida por la ionización del aire que rodea a un conductor cargado. La ruptura dieléctrica del aire que se produce con el efecto corona tiene lugar cuando la intensidad del campo eléctrico alcanza los $3 \times 10^6 \text{ V/m}$.

$$P_L = I^2 R \quad (3.2)$$

Donde:

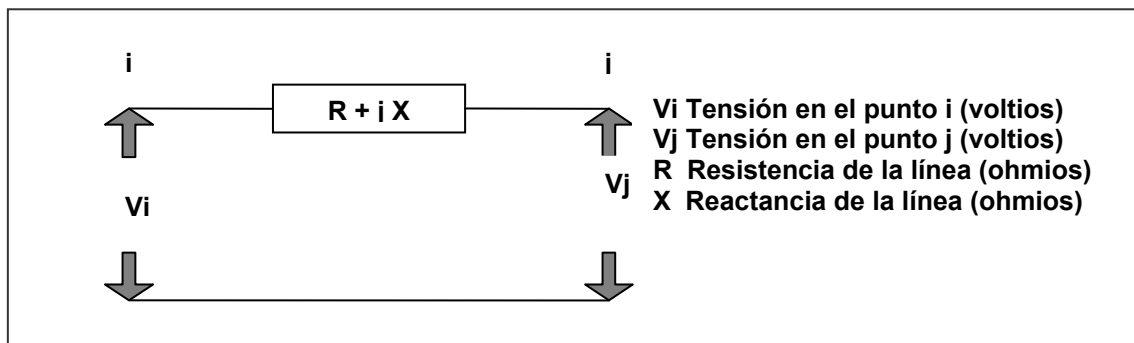
P_L : Pérdidas de potencia en el cobre o pérdidas en carga (vatios)

I : Corriente de carga (amperios)

R : Resistencia del conductor (ohmios)

En los subsistemas de distribución, donde las tensiones son relativamente bajas, las pérdidas de potencia por efecto corona suelen ser muy pequeñas; por esto, se desprecia tal efecto. Los valores de susceptancia a tierra (derivación) de la línea de distribución son muy pequeños, razón por la cual se suelen despreciar. Con estas simplificaciones, el modelo para representar una línea de distribución corresponde al mostrado en la figura 10.

Figura 10. Representación de una línea de distribución



Fuente: Edgar Aguilar, **Metodología para la estimación y control de pérdidas eléctricas y su aplicación en el sistema eléctrico de Guatemala**. P. 19.

En los subsistemas de distribución, los conductores utilizados son de diámetro pequeño, por lo cual su resistencia por unidad de longitud es grande. Debido a que las distancias entre conductores no son muy grandes, el valor de reactancia por unidad de longitud es pequeño.

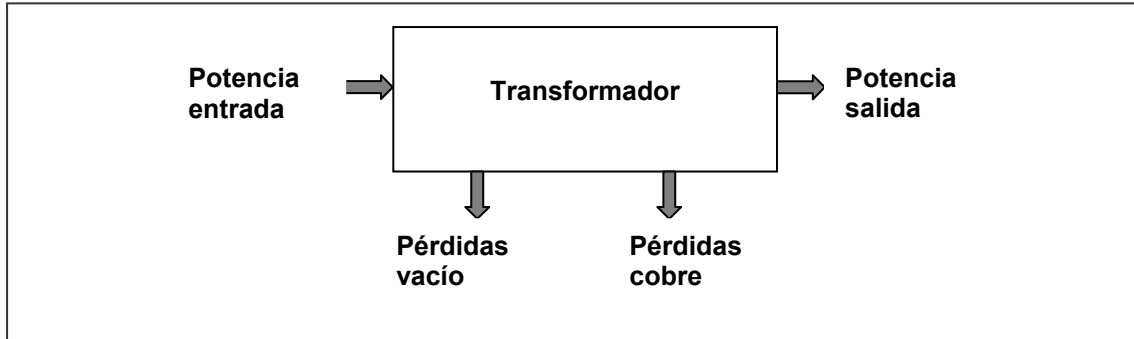
Por las razones anteriores, es frecuente encontrar que los valores de resistencia pueden ser del mismo orden o mayores que los valores de reactancia, hecho que frecuentemente no sucede en los subsistemas de subtransmisión.

- **Transformadores:** las pérdidas de potencia en un transformador de distribución están asociadas principalmente con:
 - a. Pérdidas que varían con la demanda y están relacionadas directamente con la resistencia de los arrollamientos del transformador. (Se les conoce con el nombre de pérdidas en carga o pérdidas en el cobre).
 - b. Las pérdidas asociadas al valor de la tensión aplicada están relacionadas con las corrientes de excitación del transformador. (Se conocen con el nombre de pérdidas en el hierro, o pérdidas en vacío).

En las figuras 11 y 12, se representan los modelos de potencia y eléctrico del transformador respectivamente.

Los valores de los parámetros de los transformadores se pueden obtener de los datos de placa que los fabricantes proporcionan con cada transformador, o se pueden estimar a partir de normas establecidas, según la capacidad y valores de tensión de los transformadores.

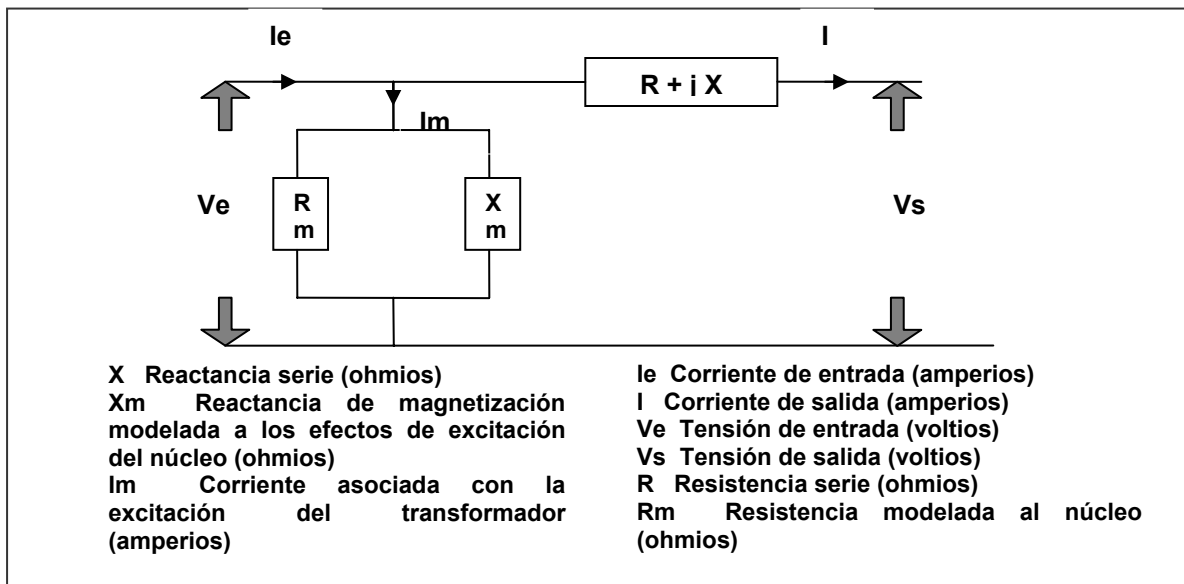
Figura 11. Relaciones de potencia en un transformador



Fuente: Edgar Aguilar, **Metodología para la estimación y control de pérdidas eléctricas y su aplicación en el sistema eléctrico de Guatemala.** P. 16.

El modelo eléctrico, mostrado en la figura 11, es válido para transformadores monofásicos y transformadores trifásicos (o bancos de transformadores monofásicos iguales) en los que las 3 fases estén igualmente cargadas.

Figura 12. Modelo eléctrico de un transformador de distribución



Fuente: Edgar Aguilar, **Metodología para la estimación y control de pérdidas eléctricas y su aplicación en el sistema eléctrico de Guatemala.** P. 17.

Las pérdidas en el cobre o dependientes de la carga están dadas por la ecuación 3.2.

Las pérdidas asociadas con el hierro o en vacío están dadas por:

$$P_1^v = \frac{V_e^2}{R_m} \quad (3.3)$$

Donde:

P_1^v : Pérdidas de vacío (vatios)

V_e : Tensión de entrada (voltios)

R_m : Resistencia modelada al núcleo (ohmios)

En los sistemas eléctricos, los valores de tensión en general, van a estar cerca del valor nominal y su variación es relativamente pequeña (2% – 5%); por esta razón, las pérdidas en el hierro se consideran constantes. Pero la variación admisible en el extremo de la línea será seleccionada entre: +5% y –7.5%; +10% y –10% .

- **Demanda:** las pérdidas de potencia y energía de un sistema de distribución depende de la demanda que debe suplir; por esto, un conocimiento adecuado de estos valores permitirá que el estudio de pérdidas del sistema sea preciso.

Para la estimación de la demanda de potencia y energía en los diferentes puntos del subsistema de distribución, se hace necesario disponer de una serie de aparatos de medición instalados en estos puntos que permitan continuamente obtener información sobre los valores de corriente, tensión, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva y energía.

Por otro lado para la obtención de la información sobre la carga, requiere de una gran cantidad de aparatos de medida y desarrollar un registro voluminoso de la información; factor limitante que se presenta en la mayoría de empresas de electricidad por lo elevado en costos. Por esta razón, la carga se estima de una manera indirecta con la ayuda de una serie de factores: factor de carga, factor de coincidencia, factor de pérdidas, capacidad instalada^{*}, energía consumida⁺, número de usuarios, etc.

- **Factor de carga:** relación entre el valor promedio de carga durante un determinado período de tiempo y el máximo valor de la carga ocurrida en el mismo período. Este valor se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_c = \left(\frac{\text{Energía Consumida (GWh)} * 10^{-3}}{N^{\circ} \text{ horas} * \text{Demanda Máxima (MW)}} \right) * 100\% \quad (3.4)$$

Donde:

F_c : Factor de carga

- **Factor de coincidencia:** puede considerarse como la relación de la demanda máxima ocurrida en el Sistema y la sumatoria de las empresas que lo conforman, en un intervalo de tiempo determinado. El factor se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_{coinc} = \left(\frac{D_m}{\sum D_i} \right) * 100\% \quad (3.5)$$

* Es la cantidad de potencia eléctrica conectada al sistema, expresada en megavatios.

+ Es el consumo de energía por las diferentes categorías de suscriptores durante un período de tiempo. Se expresa en kilovatios-hora.

Donde:

F_{coinc} : Factor de coincidencia

D_m : La máxima demanda del Sistema (MW)

D_i : Máxima demanda de la carga de cada empresa i (MW)

- **Factor de pérdidas:** es la relación entre las pérdidas promedio y las pérdidas que corresponden al pico en un lapso especificado.

$$F_L = \frac{P_{\text{pérdidas}}}{P_{\text{pérdida max}}} \quad (3.6)$$

Donde:

F_L : Factor de pérdidas del sistema

$P_{\text{pérdidas}}$: Pérdidas promedio en elemento del sistema (vatios)

$P_{\text{pérdidas max}}$: Pérdida máxima de un lapso especificado en el sistema (vatios)

3.3. Consideraciones básicas para la estimación de pérdidas

Para evaluar las pérdidas de energía durante un periodo de tiempo, se pueden utilizar las lecturas de la energía suministrada y la energía que ha sido facturada a los usuarios, así:

$$\text{Pérdidas de energía} = \text{Energía suministrada} - \text{Energía facturada}$$

Esta metodología tiene asociadas dos fuentes de error:

- La diferencia entre la energía suministrada y la energía facturada incluye la energía utilizada por los usuarios pero no pagada, que puede corresponder a: Lecturas erradas, conexiones fraudulentas, aparatos descalibrados, etc., es decir, incluye pérdidas técnicas y no técnicas.
- Las lecturas de los aparatos de medida realizadas en los diversos puntos del sistema no son efectuadas simultáneamente; se presentan desfases de tiempo entre ellas, según periodicidad con que se efectúen.

Aún en caso de que los resultados sean aceptables, es difícil localizar dónde ocurren las pérdidas para poder tomar medidas correctivas, ya que en este caso se tiene muy poca información al respecto.

Para obviar los inconvenientes anteriores, la estimación de pérdidas de energía se realiza estimando primero las pérdidas de potencia para uno (generalmente la demanda máxima) o varios puntos de demanda del sistema, y con base en los resultados se evalúan las pérdidas de energía.

3.3.1. Estimación de pérdidas de potencia

La evaluación de las pérdidas de potencia, en uno o en varios puntos de operación del sistema, se requiere para la estimación de las pérdidas de energía.

Una de las formas más utilizadas para estimar las pérdidas de potencia es el uso del flujo de carga.

Como resultado del flujo de carga, se obtienen los valores de tensión (magnitud y ángulo) en todos los puntos del sistema y con estos datos se estima el valor de las pérdidas de potencia, de acuerdo con cualquiera de las dos metodologías siguientes:

- Calcular las corrientes que circulan por los diferentes elementos mediante la ecuación:

$$I_K = \frac{V_o - V_f}{Z_K} \quad (3.7)$$

Donde:

I_K : Corriente que circula por el elemento (K) conectado entre los puntos o – f

Z_K : Impedancia del elemento K, $Z_K = R_K + jX_K$

Conocidas las corrientes por los diferentes elementos I_K , se calculan las pérdidas P_{LK}

$$P_{LK} = R_K \times I_K^2 \quad (3.8)$$

Donde:

P_{LK} : Pérdidas (vatios) en el elemento K

- Las pérdidas totales del sistema se encuentran sumando las pérdidas en cada elemento y agregando las pérdidas que son independientes de la demanda (pérdidas en vacío de los elementos, efecto corona). Estas pérdidas en vacío se pueden representar en forma independiente o como parte de los modelos utilizados en la solución del problema.

$$P_L = \sum_{K=1}^N P_{LK} + P_L^V \quad (3.9)$$

Donde:

N : Número de elementos

P_L^V : Pérdidas independientes de la demanda (W)

Una forma alterna de evaluar las pérdidas de potencia del sistema es:

- Calcular la potencia activa suministrada por el sistema
- Las pérdidas están dadas por

$$P_L = P_S - \sum_{K=1}^M P_{DK} - P_L^V \quad (3.10)$$

Donde:

P_S : Potencia activa suministrada por el sistema (vatios)

P_{DK} : Demanda en el punto K (vatios)

M : Número de puntos de demanda

3.3.2. Estimación de pérdidas de energía

El valor de las pérdidas de energía se calcula a partir de los valores estimados de las pérdidas de potencia.

Si se conoce en cada momento el valor de la demanda en los diferentes puntos del sistema, se puede calcular para cada instante el valor de las pérdidas, utilizando por ejemplo, un flujo de carga.

Conocidos los valores de las pérdidas de potencia en cada momento, se calcula el valor de las pérdidas totales de energía.

$$L = \sum_{K=1}^N P_{1K} \Delta T_K \quad (3.11)$$

Donde:

L : Pérdidas de energía (vatio-hora)

P_{LK} : Pérdidas de potencia promedio del sistema durante el intervalo K (vatios)

N : Número de intervalos en que se ha dividido el tiempo de estudio

T_K : Intervalo de tiempo (horas)

Esta forma de valuar las pérdidas, se puede considerar como la forma ideal.

Sin embargo, presenta los siguientes inconvenientes:

- Se puede disponer de mediciones en todos los puntos del sistema.
- Estas mediciones se deben realizar todo el tiempo de estudio.
- Se deben efectuar las mediciones simultáneamente.

El cumplimiento de los puntos anteriores, conlleva por lo general, costos muy elevados por la necesidad de equipo de medición y tiempo requerido en la recolección de la información.

Por esta razón, se recurre a una metodología que utiliza modelos estadísticos que permiten evaluar las pérdidas en la demanda máxima (o para diferentes condiciones de operación del sistema) y mediante la utilización de una serie de factores, se estima el valor de las pérdidas de energía durante el período de estudio. Dentro de este grupo, se pueden citar los dos modelos siguientes:

- **Utilizando el factor de pérdidas:** las pérdidas de energía se estiman a partir del valor de pérdidas de potencia que se presentan en el momento de la demanda máxima, así:

$$L = F_L \times P_L^P \times T \quad (3.12)$$

Donde:

F_L : Factor de pérdidas del sistema

P_L^P : Pérdidas de potencia que se presentan en la condición de demanda máxima (vatios)

T : Intervalo de tiempo considerado

- **Efectuando estudios de flujos de carga:** en diferentes condiciones de carga del sistema (máxima, niveles intermedios en los cuales se varíen los niveles de generación o intercambio), se pueden realizar estudios de flujo de carga para encontrar el valor de las pérdidas de potencia.

Con los datos de pérdidas de potencia obtenidos, se trata de encontrar o ajustar una función que relacione las pérdidas del sistema con la demanda total; se obtiene un modelo que puede ser, por ejemplo, de la forma:

$$P_L = C_1 + C_2 P_D + C_3 P_D^2 \quad (3.13)$$

Donde:

P_D : Demanda total del sistema

C_1, C_2, C_3 : Coeficientes hallados mediante el uso de un modelo estadístico

Las pérdidas en vacío de los transformadores y las debidas al efecto corona se pueden determinar en forma separada, y considerarlo independientemente.

De acuerdo con la metodología anterior, los pasos necesarios para estimar las pérdidas de energía son:

a. Para una serie de condiciones de demanda, se deben evaluar las pérdidas de potencia mediante el uso de flujos de carga.

b. Utilizando análisis estadísticos, hay que correlacionar los datos obtenidos al utilizar el modelo de factor de pérdidas para obtener una ecuación, cuya forma puede ser, a manera de ejemplo:

$$P_L = C_1 + C_2 P_D + C_3 P_D^2 \quad (3.13)$$

c. Hay que evaluar las pérdidas de potencia en vacío del sistema P^V .

d. Se deben calcular las pérdidas para cada intervalo de tiempo (por ejemplo cada hora):

$$P_{LK} = C_1 + C_2 P_{DK} + C_3 P_{DK}^2 + P_K^V \quad (3.14)$$

e. Evaluar las pérdidas de energía mediante:

$$L = \sum_{K=1}^N P_{LK} \Delta T_K \quad (3.15)$$

Donde:

T_K : Intervalo (K) de evaluación (h)

N: Número de intervalos en los se ha dividido el periodo de estudio

El proceso de evaluación de las pérdidas de energía que se efectúa en el inciso (e), se puede agilizar utilizando la curva de duración de carga. Cada porcentaje de carga se utiliza para calcular las pérdidas promedio y luego este valor de pérdidas se multiplica por el intervalo de tiempo que dura el porcentaje de carga respectivamente.

3.3.3. Información requerida para la estimación de pérdidas

En todo estudio de pérdidas, es aconsejable iniciar el análisis con un conocimiento adecuado del sistema que se va a estudiar. La información necesaria está relacionada con:

a. Características técnicas:

- Diagrama unifilar
- Longitud de conductores
- Tipo de conductores
- Características eléctricas de los conductores
- Configuración geométrica de las estructuras
- Fases por circuito
- Ruta de los circuitos
- Ubicación de generadores
- Características eléctricas de los transformadores
- Ubicación de otros equipos (condensadores por ejemplo)

b. Información de la carga:

- Factor de carga
- Demanda horaria de plantas de generación, subestaciones de distribución y alimentadores primarios, transformadores de distribución, etc., según el alcance del estudio
- Factor de potencia
- Ventas de energía de acuerdo con el tipo de usuario
- Usuarios asociados a cada transformador de distribución

3.4. Métodos de estimación

3.4.1. Subsistema de transmisión

Las pérdidas técnicas en los subsistemas de transmisión, corresponden a pérdidas dependientes de la demanda (efecto *Joule*) y pérdidas independientes de la demanda (vacío y efecto corona).

- **Pérdidas en carga:** para estimar este tipo de pérdidas, se utiliza alguna de las opciones siguientes:

a. En caso de disponer de suficientes aparatos de medida, se pueden estimar las pérdidas utilizando un programa de estimación de estado, el cual proporciona los datos de pérdidas de potencia. Conocidos estos valores, las pérdidas de energía se calculan mediante la ecuación, así:

$$L = \sum_{K=1}^N P_{LK} \Delta T_K \cdot \quad (3.15)$$

b. Mediante la utilización de modelos estadísticos, se debe encontrar una función que correlacione las pérdidas con la generación, importaciones y exportaciones de potencia y energía del sistema, como se mencionó en el numeral 3.3.2.

- **Pérdidas por efecto corona:** para este cálculo, se deben considerar separadamente las condiciones de buen tiempo (verano) mal tiempo (invierno). Para estimar el valor de las pérdidas por efecto corona; se puede utilizar el modelo de *Petterson*⁺⁺, desarrollado para condiciones de buen tiempo, el cual se basa en la siguiente ecuación:

$$P_L^{bt} = \frac{20.96 \times 10^{-6} f V^2 \phi_C}{\log^2 2 \frac{D}{d}} \quad (3.16)$$

Donde:

P_L^{bt} : Pérdidas por efecto corona (KW/Km) por fase para condiciones de buen tiempo

f: Frecuencia (Hz)

V: Tensión línea – tierra (KV)

D: Distancia media geométrica entre conductores (cm.)

d: Diámetro del conductor (cm.)

ϕ_C : Factor de pérdidas por efecto corona

⁺⁺ El modelo de *Petterson* en base a mediciones y datos previamente conocidos como la constante de *Peek*, llegó a determinar una fórmula para calcular las pérdidas de potencia debidas al efecto corona para condiciones de buen tiempo en líneas de transmisión.

El factor de pérdidas por efecto corona depende de la relación entre la tensión de fase y la tensión crítica de ruptura, así:

$$\phi_c = \exp(K1) \quad (3.17)$$

$$K1 = \exp(0.2354 + 1.0443 V/V_0) \quad (3.18)$$

Donde:

K1: Exponente de pérdidas

V_0 : Tensión crítica de ruptura (KV)

La tensión crítica de ruptura para una línea, se puede determinar así:

$$V_0 = 21.1m\delta\beta r_e \ln \frac{D}{r_e} \quad (3.19)$$

Donde:

m: Coeficiente de rugosidad

- 1 conductores lisos
- 0.93 a 0.98 hilos rugosos/oxidados
- 0.83 a 0.87 conductores trenzados

β : Constante de Peek

$$\beta = \frac{(1 + 0.301)}{(\delta \times r_e)^2} \quad (3.20)$$

δ : Densidad relativa del aire

r_e : Radio del conductor o radio equivalente para conductores en haz (cm)

D: Distancia media geométrica entre conductores (cm)

Las pérdidas por efecto corona en condiciones de mal tiempo, son función de la tensión crítica de ruptura y el estado de la superficie del conductor, y se calculan mediante:

$$P_L^{mt} = KF_C \quad (3.21)$$

Donde:

K : Constante

F_C : Factor de corrección de pérdidas por corona para condiciones de mal tiempo (KW)

Las pérdidas de potencia, por efecto corona en una línea, se evalúan utilizando la siguiente relación:

$$P_L^{ec} = 87.6(P_{bt}P_L^{bt} + P^{mt}p_L^{mt})L \quad (3.22)$$

Donde:

P^{bt} : Porcentaje de buen tiempo en un año

p^{mt} : Porcentaje de mal tiempo en un año

L : Longitud del conductor (km)

3.4.2. Subsistema de distribución

La estimación de pérdidas de potencia y de energía, se realiza utilizando la metodología mencionada en los numerales 3.3.1 y 3.3.2. Además, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para los subsistemas de distribución, las pérdidas se pueden evaluar a partir del valor de pérdidas en la demanda máxima del factor de pérdidas del sistema, así:

$$L = F_L P_L^p T \quad (3.23)$$

El cálculo del factor de pérdidas, depende de cada sistema en particular. En primera aproximación, su valor se puede estimar a partir del factor de carga. Se puede demostrar que el factor de pérdidas está acotado por los siguientes valores:

$$F_C^2 < F_L < F_C \quad (3.24)$$

Una relación empírica entre el factor de pérdidas y el factor de carga (desarrollada por *Bultery Woodrow*) es:

$$F_L = X \times F_C + (1 - X) \times F_C^2 \quad (3.25)$$

Donde la variable $X < 1$ y depende de las características de cada sistema.

- Por lo general, la potencia que suministra la subestación y el valor de su tensión se conocen, pero a medida que los puntos considerados se alejan de ella el valor de la tensión disminuye.

Esto se debe a las caídas de tensión que ocurren en los elementos (alimentadores, transformadores) por efecto de la corriente.

Para calcular la corriente en cada punto de carga, se necesita el valor de tensión, (el cual no se conoce).

$$S = P + jQ = VI^* \quad (3.26)$$

Donde:

- S: Potencia aparente (VA)
- P: Potencia activa (W)
- Q: Potencia reactiva (VAR)
- V: Tensión (V)
- I: Corriente (A)

De aquí que la determinación de las corrientes y tensiones sea un proceso iterativo, en el cual se estiman ciertos valores de tensión y de acuerdo con los resultados obtenidos, se corrigen para obtener un mejor valor estimativo de ellos hasta cuando se considere que son lo bastante cercanos a la solución; es decir, que es necesario utilizar un flujo de carga.

Una vez se encuentren los valores de tensión (magnitud y ángulo) en todos los puntos del sistema, se pueden estimar las pérdidas de potencia, como se mencionó en el numeral 3.3.1.

Para realizar el estudio de pérdidas en los subsistemas de distribución, se consideran tres niveles así:

- a. Pérdidas en los circuitos primarios
- b. Pérdidas en los transformadores de distribución
- c. Pérdidas en los circuitos secundarios

La metodología que se presenta para evaluar las pérdidas en cada caso, requiere de la estimación previa de la demanda.

• **Estimación de la demanda:** en caso de no disponer de la información necesaria de demanda, se puede utilizar una serie de medidas que se efectúan en los diferentes puntos del sistema y datos comúnmente conocidos, como son:

- Energía consumida
- Capacidad nominal instalada
- Corrientes máximas
- Clase de usuario

Y mediante un estudio estadístico, se pueden obtener modelos que correlacionen la potencia demandada en los diferentes puntos del sistema con estos factores.

$$P_{Di}^{\max} = f(E_i, C_i^n, I_i^{\max}, U_i) \quad (3.27)$$

Donde:

P_{Di}^{\max} : Potencia demandada máxima en el punto i (W)

E_i : Energía consumida en el punto i durante cierto intervalo de tiempo (Wh)

C_i^n : Capacidad nominal de los elementos instalados en el punto i (VA)

I_i^{\max} : Corriente máxima en el punto i (A)

U_i : Clase de usuarios en el punto i

Algunas funciones utilizadas para la estimación de la demanda son:

- a. Utilizando la energía facturada (E_i).

$$P_{Di}^{\max} = A + BE_i + CE_i^2 \quad (3.28)$$

Donde:

A,B,C: Constantes que dependen del número y clase de usuarios

- b. Para cada clase de usuario, hay que encontrar la relación entre la energía facturada y la demanda máxima.

$$P_{Di}^{\max} = KE_i \quad (3.29)$$

Donde:

K : Constante de proporcionalidad que depende de la clase de usuario.

- c. De acuerdo con la cantidad de usuarios asociados al transformador y mediante la utilización del factor de coincidencia, se calcula la demanda máxima así:

$$P_{Di}^{\max} = F_{CO} \sum_{j=1}^n P_{Dj}^{\max} \quad (3.30)$$

Donde:

F_{CO} : Factor de coincidencia para el grupo de usuarios que alimenta el transformador.

P_{Dj}^{\max} : Demanda máxima estimada por usuario j .

d. En función de la energía consumida por los usuarios, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$P_{Di}^{\max} = AB \quad (3.31)$$

$$A = f(N_U) \quad (3.32)$$

$$B = f(E_a, N_U) \quad (3.33)$$

Donde:

N_U : Número de usuarios

E_a : Consumo acumulado de energía (KWh) promedio en el mes para el grupo de usuarios

- **Estimación de pérdidas en los circuitos primarios:** en esta metodología, se considera que se conoce el valor de demanda máxima de la subestación o por alimentador, lo cual es factible.

Debido a que las demandas máximas en los diferentes puntos del sistema (alimentadores, transformadores, etc.) no se presentan simultáneamente, entonces su suma más el valor de las pérdidas no será igual a la potencia máxima que suministra la subestación, por lo anterior, debe tenerse cuidado de trabajar con valores de demanda puntuales (alimentadores, transformadores, etc.), a la hora de demanda máxima de la subestación.

Los siguientes pasos muestran cómo se pueden estimar las pérdidas:

a. Realizar un levantamiento de información sobre el sistema que se va a estudiar. La información mínima requerida es la siguiente:

- Información sobre las líneas (resistencia, reactancia, condición)
- Fases del sistema
- Transformadores (pérdidas en el hierro, resistencia, reactancia, capacidad)
- Condensadores (pérdidas, capacidad, etc.)

b. Obtener las demandas activas y reactivas (Kw., Kva.) para cada alimentador en la subestación, en el instante de demanda máxima.

c. Efectuar un flujo de carga, para encontrar las tensiones y pérdidas del sistema.

e. Calcular el valor de pérdidas de energía que está dado por:

$$L = F_L P_L^p T \quad (3.23)$$

• **Pérdidas en los transformadores.** para la estimación de estas pérdidas, se puede utilizar la energía facturada a cada consumidor, de la siguiente forma:

a. Cada usuario se asocia al transformador que le suministra el servicio.

b. La energía total, suministrada por cada transformador durante un período de tiempo, se obtiene a partir del consumo de los usuarios.

c. La demanda del transformador se calcula de acuerdo con la energía consumida, el número de usuarios, por medio de una fórmula desarrollada por medios estadísticos.

$$P_{Di}^{\max} = f(E_i, N_U^i, U_i) \quad (3.27)$$

d. Conocido el valor de la demanda máxima y el valor de las pérdidas del cobre a potencia nominal se tiene:

$$P_L^{\max} = P_L^n \times \left(\frac{S_D^{\max}}{S_D^n} \right) \quad (3.34)$$

Donde:

P_L^{\max} : Pérdidas del transformador (W) en la demanda máxima S_D^{\max} (KVA)

P_L^n : Pérdidas del transformador (W) en la demanda nominal S_D^n (KVA)

e. Cálculo de pérdidas de energía de acuerdo con factor de pérdidas del transformador.

$$L = F_L P_L^{\max} T + P^V T \quad (3.35)$$

Donde:

P^V : Pérdidas en vacío del transformador (W)

T: Intervalo de tiempo de estudio considerado (h)

- **Pérdidas en los circuitos secundarios:** la metodología es similar a la mencionada para el cálculo de las pérdidas en los subsistemas primarios, con el agregado de utilizar la energía consumida en los diferentes puntos, para hallar la demanda máxima en ellos; la metodología es la siguiente:

a. Obtener un diagrama unifilar del circuito secundario, el cuál incluya los parámetros eléctricos (líneas, fases, etc.).

b. Obtener la demanda máxima del transformador de distribución (W, VAR).

c. Estimar la demanda máxima de cada punto del circuito secundario asociado al transformador, de acuerdo con la relación:

$$P_{Di}^{\max} = f(E_i, U_i, N_U, C_i) \quad (3.36)$$

Donde:

P_{Di}^{\max} : Demanda máxima del punto i

E_i : Energía facturada (Wh) en el punto i en un intervalo de tiempo

U_i : Clase de usuario

N_U : Número de usuarios

C_i : Capacidad instalada (VA)

d. Calcular las tensiones de los diferentes puntos y las pérdidas del circuito mediante un flujo de carga ó técnicas matemáticas como:

Sistema monofásico dos hilos

$$P_L = 2 \left(\frac{RP^2}{V^2 \cos^2 f} \right) \quad (3.37)$$

Donde:

R : Resistencia de los conductores (Ω)

P : Potencia de la carga (W)

V : Tensión en el extremo de la carga (V)

$\cos f$: Factor de potencia de la carga

Sistema monofásico tres hilos

$$P_L = \frac{1}{2} \left(\frac{RP^2}{V^2 \cos^2 f} \right) \quad (3.38)$$

Sistema trifásico cuatro hilos

$$P_L = \frac{1}{3} \left(\frac{RP^2}{V^2 \cos^2 f} \right) \quad (3.39)$$

e. Calcular las pérdidas de energía mediante

$$L = F_L P_L^{\max} T \quad (3.40)$$

3.5. Balance de energía

Tiene el propósito de consignar los datos más importantes de la operación del sistema durante el período de tiempo considerado.

El balance debe cumplir con dos condiciones básicas: exactitud y detalle. La exactitud de un balance de energía está determinada por la precisión derivada de los contadores utilizados en las diferentes mediciones. El detalle del balance se refiere a que éste debe contener suficiente información para responder a las necesidades de cada sistema. Por esa razón y en virtud de la gran diferencia entre sistemas, los balances de energía pueden variar en el grado de detalle que cada subsistema requiera.

3.5.1. Balances globales y pos subsistema

Teniendo en cuenta que se considera una frontera cerrada alrededor del sistema eléctrico si se toman en cuenta todos los puntos de transacción de energía, se debe cumplir la ecuación siguiente:

$$G_{ns} + I_{ns} - V_s = P_s \quad (3.41)$$

Donde:

G_{ns} : Generación neta del sistema

I_{ns} : Intercambio neto del sistema

V_s : Ventas del sistema

P_s : Pérdidas del sistema

De esta ecuación, se deduce que los errores que afectan cada uno de los términos del lado izquierdo afectan las pérdidas del sistema, o sea que cualquier error en la contabilización de la generación, los intercambios o las ventas de energía afectarán el valor de las pérdidas de energía.

El balance global, permite determinar la totalidad de las pérdidas pero sin identificar ni su localización geográfica ni el reparto de las mismas en los diferentes componentes del sistema eléctrico.

Los balances por subsistema se hacen con el propósito de obtener información más detallada de pérdidas, el cuál se compone de un subsistema eléctrico completamente identificado en cuanto a sus fronteras con otros sistemas y cuenta con mediciones de energía en todas las fronteras.

La división de un sistema eléctrico en subsistemas se diferencian por los niveles de tensión generalmente encontrados, los cuales son: transmisión, subtransmisión y distribución.

Los componentes del balance por subsistema. Son los mismos que los identificados para el balance global:

- Generación
- Intercambios
- Ventas

La generación que se inyecta a cada subsistema debe ser identificada y se debe calcular para cada planta su generación neta, igual a la generación bruta menos el consumo propio.

Los intercambios netos de entrada a cada subsistema se contabilizan como la diferencia entre compras y ventas para cada sitio de intercambio. Se deben identificar los siguientes intercambios:

- Intercambios del subsistema con otras empresas
- Intercambios entre subsistemas integrantes del mismo sistema eléctrico

Las ventas del subsistema se dividen en los siguientes grupos:

- Ventas del subsistema a diferentes usuarios
- Consumo propio en el subsistema

El balance de energía por subsistema a partir de los datos anteriores puede plantearse con la siguiente ecuación general:

$$G_{nsb} + I_{ne} + I_{nsb} + V_{sb} = P_{sb} \quad (3.42)$$

Donde:

G_{nsb} : Generación neta del subsistema

I_{ne} : Intercambio neto con otras empresas

I_{nsb} : Intercambio neto con otros subsistemas

V_{sb} : Ventas del subsistema

P_{sb} : Pérdidas por subsistema

4. DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MUNICIPAL DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

4.1. Topología de la red

Constituye la posición real y la forma general en que están dispuestos los componentes que integran el sistema de distribución de energía eléctrica.

Figura 13. Parte del Sistema de Distribución Sampedrano



Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

4.1.1. Tipos de estructuras utilizadas para soporte de líneas aéreas del sistema

4.1.1.1. Apoyos de las líneas aéreas

Están constituidos, por el poste y los elementos que soportan los conductores. Los postes utilizados son de madera y de concreto, los cuales cumplen las condiciones debidas de seguridad. En lo que a soportes se refiere, cuando son pocos los aisladores montados en el poste, se sujetan a él directamente, por medio de elementos adecuados. Sí el número de aisladores es grande, se montan en un elemento especial, generalmente, en forma de brazo horizontal y que se denomina crucero; los cruceros, pueden ser de madera ó de hierro laminado.

El tipo de crucero varía de longitud dependiendo del tramo máximo entre estructuras, y del calibre y tipo de conductor como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VII. Aplicación de cruceros de 1.68 m, 1.83 m y 2.44 m, según la longitud del tramo, calibre y tipo de conductor.

| Clave | Tipo | Calibre AWG | Tramo máximo (m) Construcción normal | | | Tramo máximo (m) Construcción punta de poste | | |
|----------------|------|-------------|---|--------|--------|---|--------|--------|
| | | | Cruceros | | | Cruceros | | |
| | | | 1.68 m | 1.83 m | 2.44 m | 1.68 m | 1.83 m | 2.44 m |
| <i>Sparrow</i> | ACSR | 2 | 38.41 | 45.37 | 87.11 | 90.59 | 104.51 | 139.30 |
| <i>Raven</i> | ACSR | 1/0 | 42.47 | 50.16 | 93.33 | 100.17 | 115.56 | 154.03 |

Fuente: Byron Azurdia. **Optimización técnica del diseño de líneas de distribución.** p.43.

El 30% de los postes utilizados en toda la red de distribución Sampedrana son de madera; económicos en su fabricación y montaje, no tienen problemas de corrosión pero presentan problemas de podredura, ataque de insectos, pájaros, etc. Se dificulta el montaje de herrajes y accesorios, debido a la variación de los diámetros de los postes.

Los postes de concreto utilizados son contruidos con núcleos huecos para reducir su peso y para ahorrar material. Además de ser más resistentes y rígidos que la madera, son esencialmente libres de mantenimiento, humedad de la tierra y el clima, lo que tiene una influencia positiva a su favor, endureciéndolos y protegiendo su integridad. Considerando su potencial de vida, los postes de concreto alcanzan los costos más bajos por año. Son pesados y delicados para su manejo; y constituyen el 70%, del total de postes en disposición como apoyo de las líneas de mediana tensión y baja tensión.

Los postes de concreto instalados son de 10.67 m. de longitud, clase 341 (750 lb. de resistencia), o de madera clase 5, para mediana tensión. Las líneas de baja tensión y alumbrado público son apoyadas normalmente por postes de 9.14 m. de longitud.

Los postes están enterrados a una distancia de 1.52 m. para postes de 9.14 m. de longitud para usos de alumbrado 220/440 V con una resistencia en libras de 500 y 1.68 m. para postes de 10.67 m. de longitud para usos de alumbrado y subtransmisión en 13.8 KV con resistencia de 500 lb.; enterrando 1.83 m. el poste de concreto de 10.67 m. de longitud, son para servicio de transformadores de 13.2/7.6 KV con un resistencia de 750 lb., todos acera dentro del bordillo, a las profundidades indicadas anteriormente.

La unión de los conductores a los aisladores y de los aisladores a los apoyos, se efectúan por medio de piezas metálicas denominadas, en general, herrajes y que, naturalmente, están aislados entre sí por medio del material que constituye el aislador. Se utilizan para las siguientes necesidades:

- Para fijación de los aisladores a los apoyos
- Para fijación de los conductores a los aisladores
- Para fijación de cables de tierra a los apoyos
- Para complementar o adaptar los anteriores

Los apoyos o fijadores utilizados en las líneas aéreas son: Apoyos de alineación, apoyos de ángulo, apoyos de anclaje y apoyos de fin de línea. Los primeros son para soportar los conductores y cables de tierra y son empleados en alineaciones rectas. Los segundos para soportar conductores y cables de tierra en los verticales de los ángulos que forma dos alineaciones distintas. Los apoyos de anclaje proporcionan puntos firmes en la línea que limitan la propagación en la misma de esfuerzos como de rotura del conductor y los apoyos de fin de línea son los que resisten todos los esfuerzos de los conductores y cables de tierra, los cuales se montan al principio o al final de la línea aérea.

Aisladores para líneas aéreas del sistema de distribución. En las líneas eléctricas aéreas, los conductores están aislados de los apoyos correspondientes. Los conductores se emplean casi siempre sin aislamiento propio, es decir, desnudos. Por lo tanto, se necesita un elemento intermedio, denominado aislador, de buenas propiedades dieléctricas, que aíslen totalmente los conductores bajo tensión eléctrica de los apoyos que soportan la línea.

Los aisladores tipo alfiler (pin) o espiga fabricados de porcelana toman parte de la red, y son construidos en una pieza, para voltajes menores a 34.5 KV, están formados con una ranura en la punta en donde el conductor se apoya y amarra; este tipo de aislador puede estar formado también con ranura alrededor donde se puede apoyar al conductor. Los contornos alrededor del aislador son generalmente usados para sujetar la línea cuando cambia de ángulo y el conductor impone esfuerzos hacia alguno de los lados. Para esto se debe ubicar al aislador en la posición correcta, de otra forma el esfuerzo puede hacer que se quiebre el aislador u otra parte de la estructura.

Los aisladores tipo carrete son usados en las perchas (*racks*) o cremalleras para soporte de líneas secundarias, siendo de menor tamaño que los anteriores.

Aisladores polímeros tienen mucha aplicación en las líneas de media tensión debido a sus dimensiones reducidas y menor peso en comparación con los aisladores de vidrio y porcelana. Su composición es de material plástico convertido en otro de la misma composición pero de un peso molecular doble, triple, etc. consiguiendo así una disminución de la resistencia a la manipulación y un nivel de aislamiento necesario.

4.1.1.2. Distancias de seguridad

Las separaciones mínimas entre los conductores y entre éstos y el apoyo, que se prescriben en las normas actualmente vigentes, garantizan la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio.

Distancias de seguridad mínima se refieren a:

- Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.
- Distancia de seguridad entre conductores y cables soportados en la misma estructura.
- Distancia de separación mínima en cualquier dirección de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados y retenidas sujetos a la misma estructura.

Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores aéreos respecto al suelo, agua y parte superior de rieles de vías férreas¹³.

¹³ " Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua ", **Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución NTDOID**. p.9.

La distancia entre conductores sometidos a tensión mecánica entre sí, es tal que no hay riesgo alguno de corto circuito entre fases ni a tierra, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento. Entonces la distancia horizontal entre conductores en soportes fijos del mismo o de diferente circuito es de 51 cm. para una tensión nominal de 13.8 KV entre fases como lo determina el Artículo 18.5, Literal B, Inciso 1.2 de las NTDOID. Y la separación vertical entre los conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura debe ser cuando menos de 41 cm. para conductores de suministro abiertos hasta 750 Voltios según Artículo 18.5 Literal C, Inciso 1 de las NTDOID.

La distancia de separación mínima de conductores de línea aérea a las superficies de estructuras o apoyos es de 2.5 cm. para líneas abiertas de 750 Voltios ó menos y cables eléctricos de cualquier tensión, Artículo 18.5, Literal E, Inciso 1 de las NTDOID.

4.1.2. Los conductores utilizados para las líneas aéreas

Las líneas aéreas en mediana tensión correspondiente a los tramos de los alimentadores principales, subalimentadores y alimentadores laterales, están constituidos la mayoría por hilos trenzados helicoidalmente alrededor de un grupo de varios hilos de acero llamados técnicamente cables de aluminio reforzados con acero, además, se encuentran tramos, instalados con conductores de cobre en temple duro. Las líneas aéreas instaladas en mediana tensión están formadas por un conductor por fase, dentro de las fases estas están identificadas con nomenclatura R, S y T.

La red secundaria, está diseñada con cables de aluminio reforzados con acero.

4.1.3. Inventario técnico de la topología del sistema de distribución de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

En este apartado se describe detalladamente la cantidad de postes de madera y/o concreto ocupados para el tendido de los conductores de cada tramo; así también la longitud en kilómetros de los vanos que conforman la extensión lineal de los alimentadores principales, subalimentadores y alimentadores laterales.

El inventario presentado en esta oportunidad nombra la cantidad de cortacircuitos que se usan por cada trayectoria de la línea aérea en media tensión. A través de la dirección domiciliar, nombres de cantones, puntos cardinales, nombres de las aldeas ó de los caseríos, etc., se ubica, el comienzo y final de los tramos que conforman el sistema en estudio, identificando a su vez, las fases en función de cada alimentador, como la descripción del tipo de conductor utilizado para el mismo. Considerando que estos componentes, anotados en el inventario técnico, citado en el apéndice, son los encontrados en el momento de realizar la supervisión de campo y el conteo respectivo; con la salvedad que en el transcurso del tiempo el sistema va modificándose en relación a las necesidades de expansión, mejoras para reducción de pérdidas técnicas y mantenimiento de la red.

4.2. Diagrama unifilar del sistema

El sistema de distribución del casco urbano del municipio de San Pedro Sacatepéquez está mostrado en el apéndice; indica con una sola línea, cómo es la configuración de la red, indicando con la nomenclatura escrita en el plano, que una sola línea representa físicamente tres fases, cuando el alimentador es un troncal.

En el área rural la distribución del flujo de energía es completamente radial, con la particularidad que parten de alimentadores ubicados en el casco urbano, produciendo sistemas rurales de una a dos fases por subalimentador.

Dentro de los planteamientos ya formulados, hace falta exponer los transformadores de distribución, los cuales están identificados con nomenclatura y numeración para ubicarlos según su área de trabajo.

4.3. Características físicas de los conductores utilizados para alimentadores principales, subalimentadores y alimentadores laterales

Son materiales metálicos con una pequeña resistencia eléctrica para que las pérdidas por calentamiento se reduzcan en todo lo posible ya que, como sabemos, estas pérdidas son proporcionales a la resistencia eléctrica. Pero, por otro lado, estos conductores tienen una elevada resistencia mecánica, ya que los esfuerzos que deben soportar las líneas aéreas, debido al viento y montaje, son siempre considerables.

Los conductores usados en la red son:

- Cables tipo ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) formados por alambres de aluminio puro, temple duro, cableados sobre un núcleo formado por alambre o cable de acero galvanizado. Para incrementar estos su dureza, son sometidos a un proceso de aleación, con el acero en el centro del conductor para incrementar su dureza ya que desde el punto de vista de su resistencia mecánica, a los conductores de aluminio no se les puede aumentar su dureza, por lo que, hay diferencia con el cobre de alta e intermedia dureza. La resistencia mecánica del aluminio con alma de acero, es de dos o más veces que la del aluminio corriente, lo que es considerablemente alto aún para el cobre de alta dureza de la misma conductividad.

Los calibres utilizados son: Swan AWG número 4, Sparrow AWG número 2, Raven AWG número 1/0 y Quail AWG número 2/0 todos ACSR, utilizados en líneas de mediana tensión 13,800 voltios.

Tabla VIII. Características de conductores de aluminio con alma de acero ACSR.

| Calibre AWG | Clave | Tensión de ruptura (Kg) | Resistencia (Ω /Km) 75° C | Peso (Kg/Km) | Ampacidad * (A) | Reactancia inductiva (Xa) a 30.48 cm de espaciamiento (Ω /Km) |
|-------------|---------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------|---|
| 4 | Swan | 844 | 1.717 | 85.4 | 140 | 0.410 |
| 2 | Sparrow | 1293 | 1.108 | 135.9 | 184 | 0.413 |
| 1/0 | Raven | 1987 | 0.717 | 216.2 | 242 | 0.408 |
| 2/0 | Quail | 2404 | 0.580 | 272.3 | 276 | 0.398 |

*Aire a 25° C, conductor a 75° C.

Fuente: Catálogo de Latincasa. www.conductoreslanticasa.com.

- Alambre conductor unifilar de cobre, calibre AWG número 8, la rigidez y dureza es de grado alto. Como su nombre lo indica, la dificultad en la manipulación del cobre depende de su grado de dureza, así como su rigidez. Tiene como característica una alta resistencia a la corrosión en zonas con humos y vapores corrosivos.

Tabla IX. Características del alambre de cobre temple duro

| Calibre AWG | Diámetro conductor mm | Tensión de ruptura (Kg) | Resistencia (Ω /Km) 75° C | Peso (Kg/Km) | Reactancia inductiva (Xa) a 30.48 cm de espaciamiento (Ω /Km) |
|-------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|---|
| 8 | 3.3 | 372.8 | 2.557 | 74.4 | 0.413 |

Fuente: Catálogo de Indeco. www.indeco.com.

4.4. Parámetros de las líneas utilizadas

Los voltajes de operación son: 13.8 KV en líneas aéreas trifásica, que conforman los alimentadores primarios; los alimentadores primarios monofásicos de una fase que se derivan de sistemas trifásicos operan con 7.62 KV.

En la línea de media tensión se consideran solo dos parámetros. La resistencia en serie R y la inductancia en serie L, excluyendo la capacitancia de derivación C y la conductancia de derivación G, por el hecho que la línea tiene una longitud menor de 80 Km., considerándose dentro de la clasificación de línea corta.

En este caso la línea a la hora de transmitir puede verse como una red de cuatro terminales (dos puertos) con voltajes y corrientes del extremo emisor por fase V_S e I_S , y voltajes y corrientes del extremo receptor por fase V_R e I_R :

$$V_S = AV_R + BI_R \quad (4.1)$$

$$I_S = CV_R + DI_R \quad (4.2)$$

El circuito equivalente por fases de la línea de media tensión se representa como una línea corta véase figura 3.1. De las leyes de Kirchhoff, se observa que:

$$V_S = V_R + ZI_R \quad (4.3)$$

$$I_S = I_R \quad (4.4)$$

La comparación de estas ecuaciones con las anteriores, muestra que:

$A = 1 \angle 0^\circ$, $B = Z$, $C = 0$, $D = 1 \angle 0^\circ$ para la línea corta de transmisión.

4.5. Cuantificación de potencia suministrada

De la compra de energía y potencia en bloque, se seleccionó el período de febrero del 2003 a enero del 2004; con este intervalo de tiempo se monitorea el comportamiento de la demanda. Véase tabla X.

Al haber hecho un reconocimiento de las demandas correspondientes al período antes dicho, se observa que la demanda máxima es 4.13114 MW mes de Diciembre del 2003, de acuerdo a las facturas emitidas por el INDE.

Tabla X. Historia de la demanda máxima periodo 02/2003 – 01/2004

| Demanda KW | Mes |
|-------------------|-----------------|
| 3,270.75 | Febrero 2003 |
| 3,277.99 | Marzo 2003 |
| 3,219.64 | Abril 2003 |
| 3,196.00 | Mayo 2003 |
| 3,105.98 | Junio 2003 |
| 3,284.24 | Julio 2003 |
| 3,154.33 | Agosto 2003 |
| 3,386.08 | Septiembre 2003 |
| 3,190.49 | Octubre 2003 |
| 3,712.98 | Noviembre 2003 |
| 4,131.14 | Diciembre 2003 |
| 3,782.46 | Enero 2004 |

Fuente: Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

4.6. Análisis de flujo de carga para el sistema de media tensión

Se distinguió y separó el sistema para llegar a conocer el comportamiento de las pérdidas técnicas, usando para la red en media tensión el programa de cómputo para flujos de potencia PSAT (*Power System Analysis Toolbox*) versión 1.3.2; que a su vez hace correr la base de datos en PF (*Power Flow*), el cuál se encuentra basado en el método de *Newton-Raphson*.

El método de *Newton–Raphson* depende de la expansión en series de *Taylor* para las variables de estado, las resuelve matemáticamente con el software llamado MATLAB (El lenguaje matemático técnico para computadoras) versión 6.5 que permite realizar las técnicas iterativas. Este método resuelve la forma polar de las ecuaciones de flujos de potencia hasta que los errores de la potencia activa y potencia reactiva en todas las barras caen dentro de los límites especificados en el programa.

Después de orientar el procedimiento del programa utilizado para correr el flujo de carga del sistema de distribución sampedrano, se presenta el siguiente reporte de pérdidas de potencia en condiciones de demanda máxima que corresponde al mes de diciembre del 2003, con factor de potencia 0.85 y un factor de utilización de 0.4860.

Informe flujo de potencia

P S A T 1.3.2

Estadísticas de la red

| | |
|------------------|-----|
| Autobús: | 404 |
| Líneas: | 212 |
| Transformadores: | 191 |
| Generadores: | 2 |
| Cargas: | 191 |

Estadísticas de la solución

| | |
|----------------------------|---|
| Número de Iteraciones: | 6 |
| Máximo P desigualan [MW] | 0 |
| Máximo Q desigualan [MVar] | 0 |

Informe sumario global

Generación total

| | |
|--------------------------|---------|
| Potencia real [MW] | 4.13114 |
| Potencia reactiva [MVar] | 2.57826 |

Carga total

| | |
|--------------------------|---------|
| Potencia real [MW] | 3.88766 |
| Potencia reactiva [MVar] | 2.41569 |

Derivación total

| | |
|--------------------------------|---|
| Potencia real [MW] | 0 |
| Potencia reactiva (IND) [MVar] | 0 |
| Potencia reactiva (CAP) [MVar] | 0 |

Pérdidas totales

| | |
|--------------------------|---------|
| Potencia real [MW] | 0.24348 |
| Potencia reactiva [MVar] | 0.16257 |

Limite estadísticas de la violación

Todos los voltajes dentro de los límites

Todo la potencia reactiva dentro de los límites

Todos los flujos actuales dentro de los límites

Todos los flujos de potencia real dentro de los límites

Todos los flujos de poder aparente dentro de los límites

4.7. Cuantificación de pérdidas técnicas en el sistema de media tensión (alimentadores primarios)

Se efectúa el diagnóstico del índice de pérdidas de potencia; en base al resultado obtenido del flujo de carga de la red en media tensión, de la manera siguiente:

$$\%P_s = \frac{P_s}{D_{ms}} \times 100 \quad (4.5)$$

Donde:

$\%P_s$ = Porcentaje de pérdidas del sistema en media tensión

P_s = Pérdidas del sistema en media tensión [MW]

D_{ms} = Demanda máxima del sistema de distribución [MW]

$$\%P_s = \frac{0.24348}{4.13114} \times 100$$

$$\%P_s = 5.89$$

El resultado de pérdidas de potencia en el sistema de media tensión es de 5.89% equivalente a 243.480 KW.

4.8. Transformadores de distribución

En el siguiente apartado se realiza un recuento de pérdidas en los transformadores monofásicos a partir del concepto de curvas de carga.

Los valores se obtienen de las curvas de carga proporcionadas por los fabricantes; de igual manera la situación real de la red, fija la utilización de los siguientes transformadores, en su potencia nominal de 10 KVA, 15 KVA, 25 KVA, 37.5 KVA y 50 KVA, considerando las pérdidas de potencia constantes en base de las condiciones de operación según su capacidad, y la única variable sería la cantidad de transformadores activos. La siguiente tabla proporciona las pérdidas de potencia en porcentaje según la capacidad en KVA de los transformadores de distribución.

Tabla XI. Pérdidas en porcentaje de cada transformador de distribución

| Capacidad KVA | Pérdidas sin carga % | Pérdidas con carga % | Pérdidas totales % |
|---------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 10 | 0.67 | 1.83 | 2.5 |
| 15 | 0.60 | 1.70 | 2.30 |
| 25 | 0.52 | 1.50 | 2.02 |
| 37.5 | 0.48 | 1.37 | 1.85 |
| 50 | 0.45 | 1.32 | 1.77 |

Fuente: Hansel Adelmo Ortiz Alvarado. **Análisis de pérdidas y calidad de servicio en el sistema de distribución de potencia eléctrica de la cabecera departamental de Jutiapa.** p. 95.

Para hallar los valores de las pérdidas de potencia se realiza el siguiente procedimiento:

$$Pa = S \times \cos \phi \text{ [KW]} \quad (4.6)$$

Donde:

Pa = Potencia instalada [KW]

S = Capacidad instalada [KVA]

$\cos \phi$ = Factor de potencia

$$P_t = \frac{P_a \times \%P_{totales}}{100\%} \quad (4.7)$$

Donde:

p_t = Pérdidas en los transformadores en [KW]

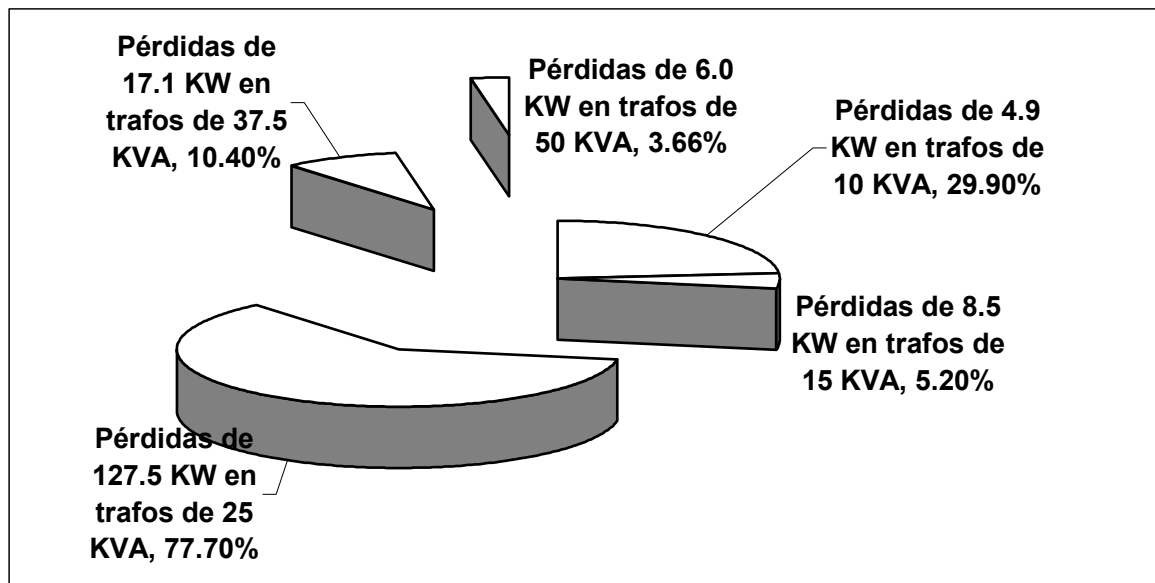
$\%P_{totales}$ = Pérdidas totales

Tabla XII. Valor de pérdidas en los transformadores

| Capacidad KVA | Cantidad de transformadores | Capacidad instalada KVA | Factor de potencia | Pérdidas totales % | Pérdidas en (KW) |
|----------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 10 | 23 | 230 | 0.85 | 2.5 | 4.9 |
| 15 | 29 | 435 | 0.85 | 2.30 | 8.5 |
| 25 | 297 | 7425 | 0.85 | 2.02 | 127.5 |
| 37.5 | 29 | 1087.5 | 0.85 | 1.85 | 17.1 |
| 50 | 8 | 400 | 0.85 | 1.77 | 6.0 |
| Totales | 386 | 9577.5 | | | 164.0 |

Los resultados se formulan en la tabla XII; además se hace una sumatoria general, obteniendo pérdidas de potencia en los transformadores de distribución de 164 KW, equivalente al 3.97 en porcentaje, tomando en cuenta que la demanda máxima mensual registrada en el año estudiado es de 4,131.4 KW.

Figura 14. Representación de las pérdidas de potencia en los transformadores de distribución



4.9. Conductores utilizados para distribución en baja tensión y acometidas

Cables tipo ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) calibre AWG 2 y calibre AWG 4, son los utilizados para los alimentadores secundarios, distribuyendo la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas a los usuarios. Estos forman circuitos radiales en forma de sistemas monofásicos de tres hilos. Este sistema se alimenta de un transformador monofásico con un devanado secundario del que salen tres hilos, con el hilo neutro derivándose del centro del devanado. En este caso la potencia de la carga se equilibra entre los dos hilos de fase y el neutro.

Para las acometidas, que son las que ligan al sistema de distribución de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos con las instalaciones de los usuarios. Estas son alimentadas a la tensión secundaria (baja tensión) usando cables tipo duplex y triplex.

- Cable tipo duplex de aluminio trenzado aislado con Polietileno. Constituido por un cable de la fase (aislado) y un cable del conductor neutro (desnudo) juntos; el cable doble es principalmente usado para la distribución secundaria y en conductos. El cable esta diseñado para un voltaje máximo de 600 voltios.
- Cable tipo triplex con aislamiento de polietileno, dos cables de la fase (aislados) y un cable con neutral (desnudo) juntos, construido con aluminio trenzado. La aplicación del cable triplex es para distribución secundaria y en conductos, diseñado para un voltaje máximo de 600 voltios.

Los cables tipo duplex y triplex son aislados con una cubierta de polietileno, ofreciendo más confianza a la hora de operar, debido al aumento de usuarios, multiplicación de líneas telefónicas, cables con señal para televisión y de alumbrado, ya que estos provocan una congestión de líneas aéreas en las vías urbanas y hacen cada vez más difícil conservar las redes áreas de distribución en baja tensión. A continuación se describe en las tablas XIII y XIV las especificaciones correspondientes a los cables para acometidas.

Tabla XIII. Características del cable duplex con cubierta de polietileno, una fase con neutral. Para voltajes menores o iguales a 600V

| Código | Conductor de la fase | | | | Neutral | | | | Diámetro | | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ampacidad aceptable* (A) |
|---------|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| | Tamaño (AWG) | Número de alambres | Grosor del aislamiento (mm) | Resistencia c.a. a 90°C (ohm/Km) | Tamaño (AWG) | Número de alambres | Grosor del aislamiento (mm) | Resistencia c.a. a 90°C (ohm/Km) | Solo conductor de la fase (mm) | Cable completo (mm) | | |
| Clafin | 6 | 7 | 1.52 | 2.7 | 6 | 7 | 1.52 | 2.78 | 7.7 | 15.4 | 130 | 62 |
| Delgado | 4 | 7 | 1.52 | 1.7 | 4 | 7 | 1.52 | 1.74 | 8.9 | 17.8 | 186 | 78 |

*90°C temperatura del conductor, 20°C ambiente, 100% factor de carga. Los datos anteriores son aproximados y sujeto a normas de tolerancia industriales.

Fuente: *Aluminium – secondary UD cable*. www.pdic.com

Tabla XIV. Características del cable triplex con cubierta de polietileno, dos fases con neutral. Para voltajes menores o iguales a 600V.

| Código | Conductor de la fase | | | | Neutral | | | | Diámetro | | Peso Aprox. | Ampacidad aceptable* |
|---------|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------|----------------------|
| | Tamaño (AWG o Kcmil) | Número de alambres | Grosor del aislamiento (mm) | Resistencia c.a. a 90°C (ohm/Km) | Tamaño (AWG o Kcmil) | Número de alambres | Grosor del aislamiento (mm) | Resistencia c.a. a 90°C (ohm/Km) | Solo conductor de la fase (mm) | Cable completo (mm) | (Kg/Km) | (A) |
| Erskine | 6 | 7 | 1.52 | 2.7 | 6 | 7 | 1.5 | 2.78 | 7.7 | 16.6 | 198 | 62 |
| Vassar | 4 | 7 | 1.52 | 1.7 | 4 | 7 | 1.5 | 1.749 | 8.9 | 19.2 | 281 | 78 |
| Stephen | 2 | 7 | 1.52 | 1.0 | 4 | 7 | 1.5 | 1.74 | 10.4 | 21.4 | 366 | 104 |
| Ramapo | 2 | 7 | 1.52 | 1.0 | 2 | 7 | 1.5 | 1.09 | 10.4 | 22.4 | 408 | 104 |

*90°C temperatura del conductor, 20°C ambiente, 100% factor de carga para los tres conductores del triplex, con el neutral que lleva carga sólo desequilibrada. Los datos anteriores son aproximados y sujeto a normas de tolerancia industriales.

Fuente: *Aluminium – secondary UD cable*. www.pdic.com

4.10. Análisis de estimación de estado para el sistema de baja tensión

Se distinguió y separó en forma aleatoria el sistema de baja tensión para llegar a conocer el comportamiento de las pérdidas técnicas. La designación fue fortuita, con cuatro circuitos independientes haciendo una cobertura de tres sistemas monofásicos de 25 KVA cada uno y un sistema bifásico de 50KVA.

Los alimentadores secundarios y las acometidas de los sistemas designados, fueron objeto de modelos estadísticos para sistemas eléctricos de distribución como lo indica el numeral 3.4.2.

Después de elaborar un inventario de: Tipo de servicio de cada usuario, número de cada contador por usuario, calibre y tipo de conductor de acometidas y alimentadores secundarios, cantidad de postes, número de luminarias y estado físico de la red de distribución de baja tensión de cada sistema. Se determinó la energía consumida en los diferentes puntos, la cuál permitió conocer la demanda máxima en ellos, ya que cada usuario tiene un historial de consumo, datos adquiridos de la base de datos en "*Data Ease for Windows*" de la Empresa Eléctrica Municipal, escogiendo el mes de diciembre del 2,003 para dicho trabajo; recordando que este es el mes que obtiene la demanda máxima anual del ciclo en estudio.

Del análisis de la red secundaria de una muestra de cuatro sistemas aleatorios llamados Cantón Tonalá secuencia 2 y secuencia 5, Cantón la Parroquia secuencia 41 y Cantón San Juan de Dios secuencia 68 (véase apéndice en tabla XVI transformadores casco urbano), por su comportamiento de carga y ubicación dentro del sistema sampedrano, resulta que las pérdidas técnicas son:

Reporte para red secundaria

Metodología estimación de estado (véase numeral 3.4.2)

Total de pérdidas

Potencia activa [%] 4.83

El valor de pérdida técnica en toda la red de baja tensión equivalente al 4.83% es de 199.534 KW.

Las pérdida de potencia en los circuitos secundarios (red de baja tensión) es 1.06% (43.79 KW) menos que la hallada en los alimentadores primarios.

4.11. Cuantificación de pérdidas técnicas

El Sistema de la Empresa Eléctrica Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos reporta de acuerdo al estudio, los siguientes valores de pérdidas técnicas:

Tabla XV. Resultados de la estimación de pérdidas técnicas en el sistema de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| | |
|---|--------------|
| Pérdidas técnicas en los alimentadores secundarios o de baja tensión y acometidas [%] | 4.83 |
| Pérdidas técnicas en los transformadores de distribución [%] | 3.97 |
| Pérdidas técnicas en los alimentadores primarios o de media tensión [%] | 5.89 |
| Pérdidas técnicas en el sistema de distribución [%] | 14.69 |

Del rango de consumos analizado a partir de febrero del 2003 a enero del 2004 se infiere que diciembre del año 2003 equivale al de la demanda máxima anual; indicando según el balance de energía realizado (véase numeral 2.4) que el nivel de pérdidas de energía es igual al 20.66% del consumo total; además el resultado de las pérdidas técnicas son del 14.69% correspondientes a 606.864 KW. Por lo que se concluye que el total de las pérdidas no técnicas ascienden a un 5.97%.

Las pérdidas calculadas son elevadas debido principalmente a ciertas deficiencias técnicas y administrativas. La regulación del sector eléctrico impone pérdidas técnicas de distribución de un máximo del 12% y contempla reducirlas al 9% como regla general.

5. PROPUESTA DE SOLUCIONES PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS TÉCNICAS

5.1. Pérdidas en la red de distribución primaria

- **Antecedentes:** desbalance en las fases, véase el siguiente reporte de flujo de carga por fase.

Fase R

Informe flujo de potencia

P S A T 1.3.2

Estadísticas de la red

| | |
|------------------|-----|
| Autobús: | 140 |
| Lineas: | 73 |
| Transformadores: | 66 |
| Generadores: | 2 |
| Cargas: | 66 |

Informe sumario global

Carga total

Potencia real [MW] 1.4246

Potencia reactiva [MVar] 0.8829

Fase S

Informe flujo de potencia

P S A T 1.3.2

Estadísticas de la red

| | |
|------------------|-----|
| Autobús: | 165 |
| Líneas: | 86 |
| Transformadores: | 78 |
| Generadores: | 2 |
| Carga: | 78 |

Informe sumario global

| | |
|--------------------------|--------|
| Carga total | |
| Potencia real [MW] | 1.3942 |
| Potencia reactiva [MVar] | 0.8641 |

Fase T

Informe flujo de potencia

P S A T 1.3.2

Estadísticas de la red

| | |
|------------------|-----|
| Autobús: | 105 |
| Líneas: | 57 |
| Transformadores: | 47 |
| Generadores: | 2 |
| Carga: | 47 |

Informe sumario global

Carga total

Potencia real [MW] 1.0689

Potencia reactiva [MVar] 0.6624

- **Debilidades:**

a) Distribución no uniforme de la carga.

b) Fase R tiene una carga de 1.424 MW equivalente al 36.63%, la fase T de 1.0689 MW que corresponde al 27.49% y la fase S proporciona el 35.88% igual a 1.3942 MW del total de carga utilizada.

- **El por qué de las debilidades:**

a) Falta de procedimientos técnicos para el control de carga instalada en cada una de las fases.

b) Falta de una planeación para alimentar nuevas derivaciones y extensiones de líneas.

c) Dos ramales unidos entre sí por medio de un troncal general de alimentación primaria que parte de la Subestación Champollap.

d) Los dos ramales están en función de la misma demanda del sistema de distribución.

e) Cada ramal es un circuito que se comporta de manera diferente.

f) Falta de técnicas para la localización del desbalance.

- **Medidas a tomar:**

a) Reingeniería en el troncal de mediana tensión (MT) sistema de 13.8 KV, independizándolo con la formación de uno nuevo, para así tener dos alimentadores principales partiendo de la Subestación Champollap.

b) Hacer estudios trifásicos y monofásicos periódicos de carga instalada en cada fase (con el uso de registradores de carga).

c) Implementar inspecciones periódicas para determinar la condición de la red de distribución.

- **Justificación de las medidas propuestas:**

a) Al tener dos troncales en el sistema de la empresa eléctrica municipal sampedrana se tendría un control óptimo del desbalance.

b) Con estudios de carga instalada por fase se podrá ajustar las cargas de una forma eficiente y se tendrá un conocimiento de la localización del desbalance.

c) Se tendrá una mejor regulación del nivel de voltaje y por ende reducción en las pérdidas técnicas.

d) Con trabajos de inspección de la red y control del desbalance de carga en todo el sistema reduce las pérdidas técnicas.

5.1.1. Reducción de pérdidas en conductores

- **Antecedentes:** líneas aéreas de mediana tensión (MT) particularmente los ramales energizados por el troncal general constituidos con empalmes entre vanos y estructurados con conductores de cobre calibre AWG 8.

- **Debilidades:**

- a) Conductores sobrecargados.

- b) Pérdidas por efecto Joule.

- c) Mal diseño de los vanos de las líneas aéreas en mediana tensión (MT) sistemas 13.8 KV y 7.62 KV.

- **El por qué de las debilidades:**

- a) La falta de planeación para satisfacer la demanda en función de la capacidad de los conductores.

- b) Falta de procedimientos técnicos para el control y comportamiento de la potencia real consumida en el sistema de media tensión.

- c) El descuido y falta de técnicas adecuadas para el mantenimiento correctivo de la red de distribución.

- d) El tamaño y el tipo de conductor, son las principales causas de las pérdidas técnicas en el sistema de distribución primaria.

- **Medidas a tomar:**

a) Reconversión de ramales monofásicos y trifásicos con conductores de mayor capacidad al transporte de flujo de energía eléctrica, por medio de conductores ACSR 1/0 desnudos.

b) En el diseño de las nuevas líneas aéreas no permitir empalmes entre los vanos. Solamente será permisible en los puntos de soporte por medio de accesorios adecuados que permitan poca oposición al paso del fluido eléctrico.

- **Justificación de las medidas propuestas:**

a) La reconversión del sistema es un procedimiento costoso pero necesario si se quiere reducir las pérdidas técnicas asociadas.

b) Es el momento oportuno para la reconversión de las líneas aéreas ya que la mayoría de los activos están depreciados por completo, es decir que ya finalizaron su vida útil, dado que estas serán reemplazadas en cualquier caso.

c) Reducción de pérdidas técnicas variables.

5.1.2. Reducción de pérdidas en transformadores

- **Antecedentes:** los transformadores presentan pérdidas eléctricas fijas que se incrementan cuando éstos se encuentran muy cerca de su capacidad a plena carga o cuando están siendo utilizados muy debajo de su capacidad.

- **Debilidades:**

- a) Transformadores con funcionamiento extralimitado en sus valores nominales de fabricación.

- b) Transformadores con carga servida mucho menor que la capacidad nominal.

- **El por qué de las debilidades:**

- a) La no planeación de la carga utilizada por cada transformador.

- b) Falta de procedimientos técnicos para el control de usuarios y de consumo por transformador.

- c) La no implementación de manteniendo predelectivo, preventivo y correctivo para los transformadores de distribución.

- **Medidas a tomar:**

- a) Hacer un control de usuarios por transformador, clases de servicios y evaluación mensual del consumo por transformador.

- b) Hacer un cambio en la capacidad nominal instalada manteniendo siempre el equilibrio en donde la carga se mantenga entre el 50 y el 70% de la capacidad nominal de cada transformador.

- c) Sectorizar la carga.

d) Para la sustitución de capacidades ociosas en los transformadores de distribución se proponen hacer estudios sobre el concepto de coeficiente de carga límite*. Este consiste, a modo de ejemplo; a través de las curvas de carga para un transformador de 25 KVA de potencia nominal, trabajando con un coeficiente de carga igual a 0.2, puede ser sustituido, con el objetivo de disminuir las pérdidas y eliminar la capacidad ociosa, por uno de 15 KVA siempre y cuando el nuevo coeficiente de carga sea menor de 0.52, siendo este último el coeficiente de carga límite¹³.

e) Utilizar transformadores con núcleos de menores pérdidas (materiales amorfos) para nuevas extensiones en líneas aéreas de distribución siempre y cuando el costo/beneficio de esta nueva tecnología se justifique.

- **Justificación de las medidas propuestas:**

a) Conocer la carga instalada y la eficiencia de cada transformador.

b) Poder incrementar la capacidad en donde sea necesario y también sustituir la potencia ociosa en donde se requiera.

c) Buscar la reducción de pérdidas técnicas fijas y variables.

* Coeficiente de carga límite es el valor que determina sustituir un transformador de mayor capacidad por uno de menor potencia nominal.

¹³ Santiago Lajes, Davel Borges, Carlos Hernández, "Pérdidas por las líneas en las conexiones de transformadores y bancos de distribución", **Revista Ingenierías**, 4 (12); 37-38. 2,001

d) Se estima que un 55% de las pérdidas en los sistemas de distribución son debidas a las pérdidas en el hierro de los transformadores, es decir aquellas que están presentes 24 horas al día, 365 días al año.

5.2. Pérdidas en la red de distribución secundaria

Esto se enfoca en los alimentadores secundarios y las acometidas.

5.2.1. Reducción de pérdidas en conductores

- **Antecedentes:** en baja tensión las acometidas son las que enlazan al sistema de distribución con las instalaciones del usuario pero siguiendo trazados cortos, realizados por conexiones mediante dispositivos apropiados. En la actualidad, la mayoría de los cables utilizados para las acometidas están formados con empalmes (dos o más) entre los vanos, los cuales unen los alimentadores secundarios con los inmuebles; además el aislamiento de polietileno se encuentra en malas condiciones.

- **Debilidades:**

- a) Conductores de las acometidas extralimitados en cuanto a su capacidad de conducción.

- b) Falta de control en las normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución.

- c) La Empresa Eléctrica Municipal no posee sus propias normas de servicio de distribución.

d) Acometidas en mal estado físico y eléctrico.

- **El por qué de las debilidades:**

a) El tamaño y el tipo de conductor, en algunas acometidas es insuficiente para poder conducir la ampacidad máxima que se demanda por la carga instalada. Esto quiere decir que el diseño de las acometidas muchas veces no están acorde a la demanda de los usuarios.

b) El aislamiento de polietileno se encuentra derretido y pegado a los conductores de aluminio ACC, debido a:

- Radiación solar, la cuál provoca un calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, haciendo que el polietileno se suavice y se solidifique al enfriarse, la repetición de este procedimiento durante un determinado intervalo de tiempo provoca que la cubierta del cable tenga un proceso irreversible de cambio en sus propiedades a pesar que el polietileno tiene bajas pérdidas dieléctricas, es rígido y resistente a la tracción y al cambio de temperatura; y de color negro que lo hace resistente a la luz solar.

- La capacidad de los cables es extralimitada y produce una temperatura máxima de sobrecarga en las acometidas.

- **Medidas a tomar:**

a) Para las acometidas se propone un cambio total del conductor en todos aquellos vanos que estén formados por empalmes.

b) Incrementar el calibre de las acometidas previo a estudio de la demanda de cada uno de los usuarios.

c) Hacer un mantenimiento correctivo a todas y cada una de las acometidas que se encuentren en mal estado.

d) Usar cables tipo duplex y triplex con cubierta de policloruro de vinilo (PVC), polietileno termoplástico (PE) y el polietileno reticulado (XLPE).

- **Justificación de las medidas propuestas:**

a) Muchos cables de las acometidas ya culminaron su ciclo de vida. Es el momento oportuno para la sustitución de estos.

b) La reconversión de las acometidas reduce las pérdidas técnicas en la red.

c) La Empresa Eléctrica Municipal es responsable en mejorar sus instalaciones eléctricas, las cuales tienen alcance hasta las acometidas y todos los equipos de medición.

d) Los empalmes y conexiones de conductores aislados partiendo de los alimentadores en baja tensión hacia los inmuebles deben usar accesorios normados, resistentes a la acción de la intemperie de tal forma que eviten la penetración de la humedad.

e) Los materiales para aislamiento más utilizados son el policloruro de vinilo (PVC), el polietileno termoplástico (PE) y el polietileno reticulado (XEPE). Dentro de estos tipos, se encuentran compuestos con características especiales como retardancia a la llama, compuestos no halogenados[†], baja emisión de humos, resistencia a los rayos solares, entre otros.

[†] Los halógenos son una serie de elementos de la tabla periódica de la columna 7A, elementos utilizados en la fabricación de materiales no flamables pero que al quemarse producen gases corrosivos y tóxicos, estos elementos son Fluor, Bromo, Iodo y Cloro.

CONCLUSIONES

1. Los registros obtenidos de demanda máxima mensual en KW y la energía utilizada por mes en KWh del sistema han permitido clasificar a diciembre del 2,003 como el mes con demanda máxima de potencia. Es importante aclarar que los registros obtenidos tan solo corresponden a las mediciones hechas por los personeros del INDE y que se reflejan en las facturas por compra de energía en bloque.
2. Se pudo establecer las pérdidas mensuales durante el periodo en estudio, a través del balance de energía cuyos resultados se ven en la tabla VI y reflejan un 23.05% de pérdidas promedio, considerado como excesivo para redes de distribución de energía eléctrica.
3. El método de estimación de pérdidas técnicas, está respaldado por el programa de cómputo para flujos de potencia PSAT -*Power System Analysis Toolbox*- versión 1.3.2; que a su vez hace correr la base de datos en un software llamado MATLAB -El lenguaje matemático técnico para computadoras- versión 6.5. De igual manera, por el concepto de curvas de carga y de modelos estadísticos para sistemas eléctricos de distribución.
4. De las técnicas empleadas, se han podido cuantificar las pérdidas técnicas en los subsistemas de distribución. Determinando que el total de pérdidas técnicas en el sistema de distribución es de 14.69% y que el total de las pérdidas no técnicas es de 5.97%.

5. Como consecuencia adicional de este trabajo de graduación se puede mencionar que se propone reducir las pérdidas técnicas a corto plazo utilizando medidas regulatorias que incentiven y promulguen estudios, planeaciones y diseños adecuados, tanto para las líneas aéreas -media tensión, baja tensión, acometidas- y sus desbalances de carga en los transformadores de distribución.

RECOMENDACIONES

1. Invertir en la reducción de pérdidas técnicas de distribución, en un intervalo del 12% como valor máximo admisible y del 9% como un valor eficiente, a través de un programa de disminución de pérdidas técnicas a largo plazo.
2. Es conveniente un programa de control de pérdidas que enfoque aspectos relativos a pérdidas de energía, errores de medición y sus usos clandestinos y así mismo debe investigar y minimizar las causas de ocurrencia de las mismas. Es imprescindible que en un programa de control de pérdidas se enfoquen aspectos de planeamiento, diseño, adquisición de materiales y equipos, operación, mantenimiento, organización y administración.
3. Para la ampliación de las redes de electricidad y los cambios en las líneas de tensión debe hacerse una reconfiguración o reconexión permanente de todos los elementos que forman parte del sistema de distribución de energía, de tal manera que se garantice un buen servicio a los usuarios.
4. Habrá que completar el análisis de los valores de coeficiente de carga límite en función de carga del transformador ocioso con una valoración económica, la que probará la racionalidad o no de la sustitución del transformador.

5. No asociar las tarifas que pagan los usuarios con las pérdidas técnicas y no técnicas actuales.
6. Se debe implementar un proyecto de calidad de materiales y equipos.
7. Formulación de técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución orientada por medio de instrumentos específicos denominados “normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución” destinados a hacer que, por lo menos, algunos requisitos mínimos sean contemplados en tales proyectos -determinar la carga actual y estimar la carga que en un futuro se requerirá alimentar, longitud posible de la línea, etc.-.
8. Deberá existir una norma técnica de diseño y operación de las instalaciones de distribución para cada tipo de proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Palma, Edgar Noel. Metodología para la estimación y control de pérdidas eléctricas y su aplicación en el sistema eléctrico de Guatemala. Tesis Ing. Electricista. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990.
2. Azurdia Martínez, Byron Ibán. Optimización Técnica del Diseño de Líneas de Distribución. Tesis Ing. Electricista. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 97pp
3. Cainzos Rodríguez, María Paz. **Resultados primer diagnostico participativo corporación municipal 1996 – 2000**. San Pedro Sacatepéquez, San Marcos: Impresos Artes y Sistemas, 1997. 90pp.
4. Comisión de Tarifas Eléctricas. "Evolución del Mercado Eléctrico (Periodo 1993-1995)" **El Informativo**. (Perú)(1):6.1996.
5. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. **Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución**. Guatemala: s.e. 2000. 25pp.
6. Godínez Fuentes, Rubén. "Cronicon de la población de San Pedro Sacatepéquez" **Identidad Shecana Revista de Antología Cultural**. (San Pedro Sac. S.M.)(9):7.2003.
6. H.F.G. Gwyther. **Potencia eléctrica y electrónica de potencia, Problemas resueltos**.(México, ediciones Alfaomega, 1993) 248pp
7. Indeco. **Catálogo**. www.indeco.com. 8 de julio de 2005

8. Instituto Nacional de Electrificación. **El sector eléctrico de Guatemala.** Gerencia de planificación. Guatemala, 1,998. 59pp.
9. Lajes Choy, Santiago, Borges V., Davel., Hernández R., Carlos, “Pérdidas por las líneas en las conexiones de transformadores y bancos de distribución” **Ingenierías** (Camaguey, Cuba)(IV): 37.2001.
10. Latincasa. **Catálogo.** www.conductoreslaticasa.com. 8 de julio de 2005.
11. **Libro de sesiones ordinarias y extraordinarias de la corporación municipal.** (Acta número 32). San Pedro Sacatepéquez, San Marcos: s.e. 1970.
12. **Libro número treinta y dos (32) de sesiones ordinarias y extraordinarias de la corporación municipal.** Folios del 29 al 47. (Acta número 116-94). San Pedro Sacatepéquez, San Marcos: s.e. 1994.
13. Ministerio de Energía y Minas. **Reglamento de la Ley General De Electricidad República de Guatemala.** Guatemala: s.e. 1996. 40 pp.
14. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. “Publicaciones varias” **Diario de Centro América.** (Guatemala) (83):4.2004.
15. *Phelps dodge internacional Corp.* **Aluminium – secondary UD cable.** www.pdic.com. 27 de agosto de 2005.
16. *Product catalog.* **Triplex service drop.** www.sural.com. 27 de agosto de 2005

17. OLADE y consorcio consultor SODETEG-COWI-NORCONSULT financiado por la Comisión Europea. **Manejo de la demanda y uso eficiente de la energía eléctrica en el istmo centroamericano.** (PIER Fase III; Guatemala, Honduras y Panamá: 1997-2000) p. 22.
18. Organización Latinoamericana de Energía. “Control de Pérdidas Eléctricas” **El NoticIEEEro.** (Panamá) 29(2):3.2001.
19. Ortiz Alvarado, Hansel Adelmo. Análisis de pérdidas y calidad de servicio en el sistema de distribución de potencia eléctrica de la cabecera departamental de Jutiapa. Tesis Ing. Electricista, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 158pp.
20. Vaides Guillermo, Jorge Wilfredo. Diseño y Construcción de Líneas de Distribución. Tesis Ing. Electricista. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 165pp.

APÉNDICE

Tabla XVI. Conductores eléctricos tramos ciudad de San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = S/E Champollap -1ª Ave D zona 4, Cantón Tonalá | 0.400 | Troncal Nuevo | R S T | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1 | 0 | 7 | 0 | 3 |
| B = 1ª Ave D zona 4 Cantón Tonalá – 7ª calle, 3ª Ave zona 1, Cantón San Juan del Pozo | 0.600 | Troncal Nuevo | R S T | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 0 | 0 | 13 | 3 | 0 |
| C = 9ª calle, 1ª Ave zona 1 – Entre 9ª calle A y 9ª calle, 1ª Ave A zona 1, Cantón Tonalá | 0.200 | Ramal Nuevo | R S | No. 4 AWG ACSR | No. 4 AWG ACSR | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| D = 8ª calle A, 1ª Ave zona 1 – 9ª calle, 5ª Ave zona 1, Sector las Rosas | 0.500 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| E = 7ª calle, 1ª Ave zona 1 – 7ª calle, 1ª Ave D zona 4, Cantón Tonalá | 0.250 | Troncal Nuevo | R S T | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 |
| F = 7ª calle, zona 4 – 6ª calle A, zona 4, Cantón Tonalá | 0.050 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| G = 7ª calle, 1ª Ave D zona 4 – 9ª calle A, 1ª Ave D zona 4, Cantón Tonalá | 0.200 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| H = 7ª calle, 1ª Ave D zona 4 – Vía 4 2ª Ave zona 4, Cantón Tonalá | 0.050 | Ramal Nuevo | R S | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| I = Vía 4, 2ª Ave zona 4 – sobre 2ª Ave Sur zona 4, Cantón Tonalá | 0.100 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| J = Vía 4, 2ª Ave zona 4 – Callejón 1, 2ª Ave Norte zona 4, Cantón Tonalá | 0.100 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| K = 7ª calle, 3ª Ave zona 1 San Juan del Pozo – 7ª calle, 10ª Ave zona 1, la Parroquia | 0.500 | Troncal Nuevo | RST | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 1 | 11 | 3 | 0 |
| L = 7ª calle, 4ª Ave zona 1 San Juan del Pozo – Entre 6ª y 5ª calle, 4ª Ave zona 1, Cantón San Miguel | 0.100 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 4 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| M = 7ª calle, 5ª Ave zona 1 San Juan del Pozo – 6ª calle, 6ª Ave zona 1, San Miguel | 0.160 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| N = 7ª calle, 6ª Ave zona 1 – 7ª calle B, 6ª Ave zona 1, San Juan Del Pozo | 0.090 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| Ñ = 7ª calle, 6ª Ave zona 1 – Entre 6ª y 5ª calle, 6ª Ave zona 1, San Miguel | 0.090 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| O = 7ª calle, 7ª Ave zona 1 – 6ª calle, 7ª Ave zona 1, la Parroquia | 0.08 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|--|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| P = 7ª calle, 3ª Ave zona 1, San Miguel – 1ª calle, 3ª Ave zona 2, San Juan de Dios | 0.350 | Troncal Nuevo | RST | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| Q = 4ª calle, 3ª Ave zona 1, San Miguel – 4ª calle, 10ª Ave zona 1, la Parroquia | 0.515 | Troncal Nuevo | RST | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 12 | 8 | 0 |
| R = 4ª calle, 4ª Ave zona 1 – Entre 4ª y 5ª calle, 4ª Ave zona 1, San Miguel | 0.05 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| S = 4ª calle, 5ª Ave zona 1 – 3ª calle, entre 5ª y 4ª Ave zona 1, Santa María | 0.100 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| T = 4ª calle, 6ª Ave zona 1 – 5ª calle, entre 5ª y 4ª Ave zona 1, San Miguel | 0.125 | Derivación Nuevo | R | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| U = 4ª calle, 7ª Ave zona 1 – 2ª calle, 7ª Ave zona 1, Santa María | 0.150 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 |
| V = 4ª calle, 7ª Ave zona 1 – Centro Comercial No.1 | 0.030 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| W = 4ª calle, 8ª Ave zona 1 – 5ª calle, 8ª Ave zona 1, La Parroquia | 0.080 | Ramal Nuevo | RS | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 |
| X = 5ª calle, 8ª Ave zona 1 – 5ª calle A, 8ª Ave zona 1, La Parroquia | 0.075 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| Y = 4ª calle, 3ª Ave zona 1, San Miguel – 5ª Calle "Calzada Valle de la Esmeralda", 2ª Ave zona 4 | 0.375 | Troncal Nuevo | RST | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 8 | 4 | 0 |
| Z = 4ª calle, 2ª Ave zona 1 – 5ª calle, entre 3ª y 2ª Ave zona 1, Cantón San Miguel | 0.080 | Derivación Nuevo | R | 0.06 Km. No. 2 AWG ACSR y 0.02 No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| a = 4ª calle, 1ª Ave zona 1 – entre 4ª y 3ª calle, 1ª Ave zona 1, Cantón San Miguel | 0.050 | Ramal Nuevo | R S | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| b = Entre 4ª y 3ª calle, 1ª Ave zona 1 – 3ª calle, 1ª Ave zona 1, Cantón San Miguel | 0.025 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| c = Unión 3ª, 4ª y 5ª calle, zona 4 – 5ª calle, entre 1ª Ave zona 1 y 2ª Ave zona 4 | 0.080 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| d = 5ª calle "calzada Valle de la Esmeralda", 2ª Ave zona 4 – Candelero de Oro | 0.03 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| e = 5ª calle "calzada Valle de la Esmeralda", 2ª Ave zona 4 – Frente a Hotel Maya, vía 4 sobre "calzada Valle de la Esmeralda", zona 4 | 0.350 | Ramal Nuevo | R T | No. 2 AWG ACSR | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 8 | 1 | 0 |
| f = "calzada Valle de la Esmeralda", zona 4 – Hotel Miralvalle, zona 4 | 0.050 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| g = 5ª calle "calzada Valle de la Esmeralda", 2ª Ave A zona 4 - Entre 5ª y 1ª calle, 2ª Ave A zona 4, Gallo Rojo, el Mosquito | 0.130 | Ramal Nuevo | R T | No. 2 AWG ACSR | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 |
| h = "calzada Valle de la Esmeralda", zona 4 – Hospital el Jardín, zona 4 | 0.050 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| i = "calzada Valle de la Esmeralda", 3ª Ave zona 4 – 6ª calle A, 3ª Ave zona 4, Cantón Tonalá | 0.250 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 |
| j = 6ª calle A, 3ª Ave A zona 4, Cantón tonala – 6ª calle A , Complejo Candelero de Oro zona 4 | 0.200 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|--|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| k = 6ª calle A, 3ª Ave A zona 4 – Tabernáculo Iglesia Miel, sobre la 3ª Ave A zona 4, Cantón Tonala | 0.100 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| l = "calzada Valle de la Esmeralda", zona 4 – Diagonal 2, 3ª Ave B zona 4, Cantón el Mosquito | 0.650 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 |
| m = Vía 3 A, 3ª Ave B zona 4 – Entre Diagonal 4 A y Vía 3 A sobre la 3ª Ave B zona 4, Cantón el Mosquito | 0.050 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| n = 1 calle, 3ª Ave zona 2 San Juan de Dios – 1ª calle, Calzada el Mosquito zona 3, Escuela Aparicio Mérida | 0.900 | Troncal Nuevo | R S T | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 8 | 14 | 10 | 0 |
| ñ = 1 calle, 1ª Ave zona 2 San Juan de Dios – 2ª calle A, 1ª Ave A zona 3, Cantón el Mosquito | 0.300 | Ramal Nuevo | R T | No. 8 AWG Cobre | 0 | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 6 | 8 | 0 |
| o = 2ª calle A, 1ª Ave A zona 3, el Mosquito – 3ª calle, Diagonal 1 zona 3 a un costado del cementerio, San Juan de Dios. | 0.600 | Derivación Nuevo | R | 0.05 Km. No. 8 AWG Cobre, 0.550 Km. No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 3 | 0 |
| p = 2ª calle, 1ª Ave A zona 3 – 2ª calle, 2ª Ave zona 2, San Juan de Dios | 0.100 | Ramal Nuevo | R T | No. 2 AWG ACSR | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| q = 2ª calle, 1ª Ave A zona 3 – 2ª calle, entre 1ª Ave C y 1ª Ave B zona 3, San Juan de Dios | 0.100 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| r = 2ª calle, 1ª Ave B zona 3 – Entre 1ª y 2ª calle, 1ª Ave B zona 3, el Mosquito | 0.050 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| s = Callejón No. 2, 1ª Ave A zona 3 – Callejón No. 2 entre 2ª Ave B y 1ª Ave A zona 3, el Moquito | 0.100 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| t = 2ª calle A, 1ª Ave A zona 3 – 2ª calle A, entre 2 Ave B y 1ª Ave A zona 3, el Mosquito | 0.200 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| u = 1ª calle, 1ª Ave C zona 3 – Entre 2ª y 3ª calle, 1ª Ave C zona 4, el Mosquito | 0.100 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| v = 1ª calle, 2ª Ave B zona 3 – Entre 1ª y 2ª calle A, 2ª Ave B zona 3, el Mosquito | 0.200 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 |
| w = Acceso 1, 2ª Ave B zona 3 – Acceso 1, 2ª Ave D zona 3, el Mosquito | 0.050 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| x = 1ª calle, Diagonal 2 zona 4 – 1ª calle "calzada Nueva Sacatepéquez", 5ª Ave zona 3, el Mosquito | 0.800 | Ramal Nuevo | S T | 0 | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 16 | 7 | 0 |
| y = 3ª calle, Vía 3 zona 4 – Diagonal 3, Vía 3 zona 4, el Mosquito | 0.100 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| z = 3ª calle, Entre Vía 3 y 3ª Ave C zona 4 – 3ª calle A, 3ª Ave D zona 4, el Mosquito | 0.100 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| AA = 1ª calle "calzada Nueva Sacatepéquez", 5ª Ave zona 3 Villa Lucita – 1ª calle, 14 Ave A zona 1 Aldea Piedra Grande | 0.650 | Ramal Nuevo | S T | 0 | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 10 | 6 | 0 |
| BB = 1ª calle, 14 Ave A zona 1 Aldea Piedra Grande – Reservas Militares, zona 3 San Marcos | 0.100 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| CC = 1ª calle, 3ª Ave A zona 3 – Entre 3ª y 2ª calle A, 3ª Ave A zona 3, el Mosquito | 0.350 | Derivación Nuevo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| DD = 1ª calle, Calzada el Mosquito zona 3, Escuela Aparicio Mérida – 3ª calle A, final calzada el Mosquito zona 3 | 0.500 | Derivación Nuevo | R | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 1 | 0 |
| EE = 2ª calle A, calza el Mosquito zona 3 – 2ª calle A, entre calzada el Mosquito y 3ª Ave A zona 3 | 0.050 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| FF = 3ª calle A, final calzada el Mosquito zona 3 – 3ª calle B, 3ª Ave B Ojo de Agua | 0.400 | Derivación Nuevo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 | 0 |
| GG = 1ª calle, Calzada el Mosquito zona 3, Escuela Aparicio Mérida – Inicio calzada Nueva Sacatepéquez zona 3 | 0.050 | Ramal Nuevo | T S | 0 | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| HH = Inicio calzada Nueva Sacatepéquez zona 3 – 1ª calle, 4ª Ave zona 3 | 0.250 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 |
| II = Inicio calzada Nueva Sacatepéquez zona 3 – 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 tienda el Águila | 0.550 | Ramal Nuevo | S T | 0 | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 11 | 6 | 0 |
| JJ = 1ª calle A, 4ª Ave zona 3 – Entre 1ª calle A y 3ª calle A, 4ª Ave zona 3, el Mosquito | 0.200 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| KK = 1ª calle A, 4ª Ave zona 3 – Entre 1ª calle A y 1ª calle zona 3, el Mosquito | 0.200 | Ramal Nuevo | S T | 0 | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUI-TOS | CUCHILLAS SEC-CIONA-DORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|------------------|---------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| LL = 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 tienda el Águila – Entre 1ª y 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 Aserradero Pantaleón | 0.250 | Ramal Nuevo | S T | 0 | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| MM = Entre 1ª y 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 Aserradero Pantaleón – 1ª calle A la Minchada, 6ª Ave zona 1 Piedra Grande | 0.075 | Derivación Nuevo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| NN = S/E Aldea Champollap – Campo Evelio, zona 1 Cantón San Agustín Tonalá | 0.525 | Troncal Antiguo | RST | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| NN = Campo Evelio, Cantón San Agustín Tonalá – 7ª calle, 10ª Ave zona 1 La Parroquia | 0.558 | Troncal Antiguo | RST | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 3 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| OO = 8ª calle, 10ª Ave zona 1 la Parroquia – Sobre la 13ª Ave, antes de la unión de 12 y 13ª Ave zona 1 las Hierba Buenas | 0.500 | Ramal Antiguo | R | No. 2 AWG ACSR | 0.200 Km. No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 10 | 2 | 0 |
| PP = 7ª calle, 10ª Ave zona 1 la Parroquia – 1ª calle, 10ª Ave zona 1 San Sebastián | 0.500 | Troncal Antiguo | R S T | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 0 | 0 | 15 | 1 | 0 |
| QQ = 5ª calle A, 10ª Ave zona 1 – 5ª calle A, 11 Ave zona 1, la Parroquia | 0.080 | Derivación Antiguo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| RR = 2ª calle inicio "calzada la Independencia", 10ª Ave zona 1, San Sebastián – 2ª calle final "calzada la Independencia e inicio los Jazmines | 1.000 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 8 AWG Cobre | 0 | 3 | 0 | 18 | 1 | 0 |
| SS = 2ª calle "calzada la Independencia" Enfrente Acceso B zona 2 – sobre el Acceso 2 zona 1 | .040 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

Continuación

Nota: con letras negras indica que está desconectado

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|---------------------------|----------|-------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| TT = 2ª calle "calzada la Independencia", 12 Ave zona 2 – sobre 2ª calle A, zona 2 | 0.350 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 |
| UU = 2ª calle, entre 12 Ave zona 2 y Acceso 9 zona 1- Hacia sector Hierba Buenas, zona 1 | 0.300 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| VV = 2ª calle "calzada la Independencia", Acceso 9 zona 1 – Sobre el Acceso 9, zona 1 | 0.080 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| WW = 1ª calle 10ª Ave zona 2 – 3ª calle, 10ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.200 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 |
| XX = 1ª calle, 10ª Ave zona 2 – 1ª calle, 6ª Ave zona 2, Cantón San Sebastián | 0.300 | Troncal Antiguo | R S T | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 |
| YY = 1ª calle, 8ª Ave zona 2 San Sebastián – 3ª calle, 8ª Ave zona 1 Santa María | 0.110 | Derivación Antiguo | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| ZZ = 1ª calle, 7ª Ave zona 2 – Entre 1ª y 1ª calle B, 7ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.050 | Ramal Antiguo | R S | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| aa = 1ª calle, 6ª Ave zona 2 San Sebastián – Entre 3ª y 2ª calle, 6ª Ave zona 1 Santa María | 0.100 | Derivación Antiguo | R | No. 4 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| bb = 1ª calle, 6ª Ave zona 2 San Sebastián – 1ª calle, 3ª Ave zona 2 San Juan de Dios | 0.200 | Troncal Antiguo | R S T | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 |
| cc = 1ª calle, 4ª Ave zona 2 Santa María – 1ª calle A, 4ª Ave zona 2 San Sebastián | 0.050 | Derivación Antiguo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| dd = 1ª calle 4ª Ave zona 2 – 2ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1, Santa María | 0.110 | Derivación Antiguo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 |

Nota: con letras negras indica que está desconectado

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORA |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|-----------------|---|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| ee = 1ª calle, 6ª Ave zona 2 – 2ª calle, 6ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.250 | Troncal Antigo | R T S | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 1/0 AWG ACSR | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 |
| ff = 1ª calle B, 6ª Ave zona 2 – Entre 1ª y 1ª calle B, 7ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.100 | Troncal Antigo | R T S | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| gg = Entre 1ª y 1ª calle B, 7ª Ave zona 2 – Comercial Kurios, 7ª Ave zona 2 | 0.030 | Derivación Antigo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| hh = 1ª calle C, 6ª Ave zona 2 – 1ª calle C, 5ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.050 | Derivación Antigo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ii = 2ª calle, 6ª Ave zona 2 – 2ª calle, 4ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.100 | Ramal Antigo | R S | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| ii = 2ª calle, 6ª Ave zona 2 – 2ª calle, 4ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.100 | Ramal Antigo | R S | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| jj = 2ª calle, 6ª Ave zona 2 – 1ª calle B, 7ª Ave zona 2 | 0.200 | Derivación Antigo | T | 0 | 0 | 0.150 Kms. No. 2 AWG ACSR, 0.050 Kms. No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 |
| kk = 2ª calle, entre 7ª y 6ª Ave zona 2 – Callejón No. 1, 7ª Ave zona 2, San Sebastián | 0.350 | Derivación Antigo | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 8 | 1 | 0 |
| ll = 2ª calle, 6ª Ave zona 2 San Sebastián – 4ª calle "29 de junio", entre 7ª y 6ª Ave A zona 2 | 0.550 | Troncal Antigo | R T S | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | No. 8 AWG Cobre | 0 | 0 | 13 | 11 | 0 |
| mm = 3ª calle B, 6ª Ave zona 2 – Unión 3ª calle B y 3ª calle C, entre 7ª y 6ª Ave A zona 2, San Sebastián | 0.200 | Derivación Antigo | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 4 | 0 |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| nn = 3ª calle C, 6ª Ave zona 2 – 3ª calle C, entre 6ª y 6ª Ave A zona 2, San Sebastián | 0.090 | Derivación Antigua | R | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| ññ = 4ª calle "29 de junio", 6ª Ave zona 2 – 4ª calle "29 de junio", final acceso 2A zona 2 | 0.350 | Derivación Antigua | T | 0 | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 |
| oo = 4ª calle "29 de junio", entre 7ª y 6ª Ave A zona 2 – 7ª calle, entre 7ª Ave y 2ª entrada camino a San José Caben zona 2 | 0.500 | Derivación Antigua | S | ----- | No. 2 AWG ACSR | ----- | ---- | ---- | 11 | 2 | ----- |
| pp = 5ª calle "La Reforma", 7ª Ave zona 2 – Sobre 5ª calle "La Reforma", San Sebastián | 0.200 | Derivación Antigua | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| qq = Entre 7ª y 6ª calle, 7ª Ave zona 2 – Interior Experimental San Pedro Sac. | 0.100 | Derivación Antigua | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| rr = 7ª calle entre 7ª Ave y 2ª entrada camino hacia San José Caben zona 2 – Sobre camino de asfalto hacia San Isidro Chamack | 0.150 | Derivación Antigua | S | 0 | No. 2 AWG ACSR | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |

Nota: con letras negras indica que está desconectado

Continuación

Tabla XVII. Transformadores de distribución casco urbano San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---------------------------------------|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Mueblerías Luky Cantón Tonalá | RS | 9ª calle A, 1ª Ave zona 1 | Bifásico | 1 | 2 X 50 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | R | 9ª calle, 1ª Ave A zona 1 | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Tenería San Juan Cantón Tonalá | RS | Entre 9ª calle A y 9ª calle, 9-41, 1ª Ave A zona 1. | Bifásico | 3 | 2 X 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Frente a la iglesia del Cantón Tonalá | RS | 8ª calle A, 1ª Ave zona 1 | Bifásico | 4 | 15 / 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | R | 8ª calle A, 3ª Ave zona 1 | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sector las Rosas Cantón Tonalá | R | 9ª calle, 5ª Ave zona 1 | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | R | Sobre la 6ª calle A zona 4 | Monofásico | 7 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | S | 8ª calle, 1ª Ave D zona 4 | Monofásico | 8 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | S | 9ª calle A, 1ª Ave D zona 4 | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | RS | Vía 4, 2ª Ave zona 4 | Bifásico | 10 | 37.5/15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | S | Sobre la 2ª Ave Sur zona 4 | Monofásico | 11 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | R | Callejón 1, 2ª Ave zona 4 | Monofásico | 12 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan del Pozo | R | 7ª calle, 2ª Ave zona 1 | Monofásico | 13 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan del Pozo | S | 7ª calle, 3ª Ave A zona 1 | Monofásico | 14 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular Cantón San Miguel | S | Entre 6ª y 5ª calle, 4ª Ave zona 1 | Monofásico | 15 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | S | 6ª calle, 5ª Ave zona 1 | Monofásico | 16 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Banco Industrial Cantón San Miguel | S | 6ª calle, 6ª Ave zona 1 | Monofásico | 17 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|-------------------------------------|------------------------|-----------|------------------|------------------|--------------------|
| Dispensa Familiar Cantón San Miguel | S | 6ª calle, 6ª Ave zona 1 | Monofásico | 18 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | RS | 7ª calle, 6ª Ave zona 1 | Bifásico | 19 | 50/15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | R | 8ª calle, 6ª Ave zona 1 | Monofásico | 20 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Municipalidad | R | Entre 6ª y 5ª calle, 6ª Ave zona 1 | Monofásico | 21 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | T | 7ª calle, 7ª Ave zona 1 | Monofásico | 22 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Iglesia | S | 6ª calle, 7ª Ave zona 1 | Monofásico | 23 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La parroquia | T | 7ª calle, 9ª Ave zona 1 | Monofásico | 24 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Banco de los Trabajadores, Cantón San Miguel | R | 4ª calle, 3ª Ave zona 1 | Monofásico, Monofásico | 25 | 50, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan de Dios | R | 1ª calle, 3ª Ave zona 1 | Monofásico | 26 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | R T | 4ª calle, 4ª Ave zona 1 | Bifásico | 27 | 25/37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | R | Entre 5ª y 4ª calle, 4ª Ave zona 1 | Monofásico | 28 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | R | 4ª calle, 5ª Ave zona 1 | Monofásico | 29 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | R | 3ª calle, 5ª Ave zona 1 | Monofásico | 30 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Foto Kodak Cantón Santa María | R | 3ª calle, entre 4ª y 5ª Ave zona 1 | Monofásico | 31 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | S T | 4ª calle, 6ª Ave zona 1 | Bifásico, Monofásico | 32 | 25/50, 10 Fase T | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | T | 5ª calle, entre 6ª y 5ª Ave, zona 1 | Monofásico | 33 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | T | 5ª calle, entre 5ª y 4ª Ave, zona 1 | Monofásico | 34 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|---|------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón Santa María | R S | 4ª calle, 7ª Ave zona 1 | Bifásico | 35 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro Comercial No. 1 | S | 4ª calle, 7ª Ave zona 1 | Monofásico | 36 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Almacén Especialidades Cantón Santa María | R | Entre 4ª y 3ª calle, 7ª Ave zona 1 | Monofásico | 37 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | R | 3ª calle, 7ª Ave zona 1 | Monofásico | 38 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | R | 2ª calle, 7ª Ave zona 1 | Monofásico | 39 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | R | 4ª calle, 7ª Ave A zona 1 | Monofásico | 40 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | R S | 5ª calle, 8ª Ave zona 1 | Bifásico | 41 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | R | 5ª calle A, 8ª Ave zona 1 | Monofásico | 42 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro Comercial No. 2 | R | 5ª calle, 8ª Ave zona 1 | Monofásico, Monofásico | 43 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | S T | 4ª calle, 2ª Ave zona 1 | Bifásico | 44 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | R | 5ª calle, 2ª Ave zona 1 | Monofásico | 45 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Bancafe Cantón San Miguel | R | 5ª calle, entre 3ª y 2ª Ave zona 1 | Monofásico | 46 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Tejidos Brendi Cantón San Miguel | R S | Entre 4ª y 3ª calle, 1ª Ave zona 1 | Bifásico | 47 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | S | 3ª calle, 1ª Ave zona 1 | Monofásico | 48 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Miguel | R S | Unión entre 5ª, 4ª y 3ª calle, zona 4 | Bifásico | 49 | 25/10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Iglesia de Dios, Cantón San Miguel | T | 5ª calle, entre 1ª Ave zona 1 y 2ª Ave zona 4 | Monofásico, Monofásico | 50 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Candelero de Oro, Cantón Tonalá | T | "calzada Valle de la Esmeralda" , 2ª Ave zona 4 | Monofásico | 51 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Hotel Miralvalle, Cantón Tonalá | T | "calzada Valle de la Esmeralda", 2ª Ave A zona 4 | Monofásico | 52 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Gallo Rojo, Cantón el Mosquito | R T | Entre 1ª y 5ª calle, 2ª Ave A zona 4 | Bifásico | 53 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | R | "calzada Valle de la Esmeralda", enfrente Hospital el Jardín zona 4 | Monofásico | 54 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Hospital el Jardín, Cantón Tonalá | T | "calzada Valle de la Esmeralda", Hospital el Jardín zona 4 | Monofásico | 55 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | T | Vía 4, 3ª Ave zona 4 | Monofásico | 56 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Catón Tonal | T | 6ª calle A, 3ª Ave A zona 4 | Monofásico | 57 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | T | 6ª calle A, 3ª Ave B, Complejo Candelero de Oro, zona 4 | Monofásico | 58 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Tonalá | T | Entre 7ª calle y 6ª calle A, 3ª Ave A zona 4 | Monofásico | 59 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Gallo Rojo, Catón el Mosquito | R | 5ª calle, Vía 3 A zona 4 | Monofásico | 60 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Gallo Rojo, Cantón el Mosquito | R | Diagonal 4 A, Vía 3 A zona 4 | Monofásico | 61 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | R | Diagonal 4 A, 3ª Ave B zona 4 | Monofásico | 62 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, Cantón el Mosquito | R | Entre Vía 3 A y 3ª calle, 3ª Ave B zona 4 | Monofásico | 63 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | R | 3ª calle, 3ª Ave B zona 4 | Monofásico | 64 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cable Visión Oro Rey, Cantón el Mosquito | R | Entre Diagonal 4 A y Vía 3 A, 3ª Ave B zona 4 | Monofásico | 65 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| ECOSEPROM y Cantón Tonalá | R T | Calzada Valle de la Esmeralda, Enfrente Hotel Maya zona 4 | Bifásico | 65 A | 25/15 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón San Juan de Dios | T | 2ª calle, 1ª Ave A zona 3 | Monofásico | 66 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | R T | 2ª calle A, 1ª Ave A zona 3 | Bifásico | 67 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan de Dios | R | En la unión de 1ª Ave A con 2ª Ave, zona 2 | Monofásico | 68 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan de Dios | R | 3ª calle, 1ª Ave A zona 3 | Monofásico | 69 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan de Dios | R | 3ª calle, Diagonal 1 zona 3 | Monofásico | 70 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan de Dios | R T | 2ª calle, 2ª Ave zona 2 | Bifásico | 71 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Telgua, Cantón el Mosquito | T | 2ª calle, entre 1ª Ave C y 1ª Ave B zona 3 | Monofásico | 72 | 50 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Iglesia Mormona, Cantón el Mosquito | T | Entre 1ª y 2ª calle, 1ª Ave B zona 3 | Monofásico | 73 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | R | Callejón No. 2, entre 1ª Ave A y 2ª Ave zona 3 | Monofásico | 74 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 2ª calle A, entre 1ª Ave A y 2ª Ave B zona 3 | Monofásico | 75 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 1ª calle, 1ª Ave B zona 3 | Monofásico | 76 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | Entre 2ª y 3ª calle, 1ª Ave C zona 4 | Monofásico | 77 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | S T | 1ª calle, Entre 2ª Ave A y 2ª Ave B zona 3 | Bifásico | 78 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | Entre 1ª y 2ª calle A, 2ª Ave B zona 3 | Monofásico | 79 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | Acceso 1, 2ª Ave D zona 3 | Monofásico | 80 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Aserradero la Amistad, Cantón el Mosquito | S T | Diagonal 2, Vía 1 A zona 4 | Bifásico | 81 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 3ª calle B, Diagonal 2 zona 4 | Monofásico | 82 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 3ª calle, Calzada Ciriaco Soto zona 4 | Monofásico | 83 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|---|---------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Salón Internacionales Conejos Cantón el Mosquito | T | 3ª calle, 3ª Ave C zona 4 | Monofásico | 84 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, Catón el Mosquito | T | 3ª calle A, 3ª Ave D zona 4 | Monofásico | 85 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | Diagonal 3, Vía 3 zona 4 | Monofásico | 86 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave D zona 4 | Monofásico | 87 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Hospital Saíl, Villa Lucita | T | 1ª calle, 5ª Ave zona 3 | Monofásico | 88 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular y para Villa Lucita | T | 1ª calle, entre 6ª y 5ª Ave zona 3 | Monofásico, Monofásico | 89 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Villa Lucita, el Mosquito | T | 1ª calle, 6ª Ave zona 3 | Monofásico | 90 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Auto Hotel el Retiro, Aldea Piedra Grande | T | 1ª calle, zona 1 aldea Piedra Grande | Monofásico | 91 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Aldea Piedra Grande | T | 1ª calle, Avenida 3 de junio zona 1 aldea Piedra Grande | Monofásico | 92 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Reservas Militares | S | Reservas Militares, zona 3 San Marcos | Monofásico | 93 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular y Cantón el Mosquito | T | 2ª calle A, 3ª Ave A zona 3 | Monofásico, Monofásico | 94 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | Entre 3ª y 2ª calle A, 3ª Ave A zona 3 | Monofásico | 95 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 1ª calle, entre Diagonal 1 y Diagonal 2 zona 4 | Monofásico | 96 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Productos Foremost, Cantón el Mosquito | S T | 1ª calle, entre Diagonal 1 y Diagonal 2 zona 4 | Bifásico | 97 | 10/25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | R | Diagonal 1, calzada el Mosquito zona 3 | Monofásico | 98 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | R | 3ª calle A, calza el mosquito zona 3 | Monofásico | 99 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, Cantón el Mosquito | R | 2ª calle A, entre calzada el Mosquito y 3ª Ave A zona 3 | Monofásico | 100 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|----------|---|-----------------------|------------|------------------|------------------|--------------------|
| Ojo de Agua | R | 3ª calle B, 3 Ave B Ojo de agua | Monofásico | 101 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | S | 1ª calle "calzada Nueva Sacatepéquez", Vía 2 zona 4 | Monofásico | 102 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | S | 1ª calle "calzada Nueva Sacatepéquez", entre 4ª Ave y Vía 3 zona 4 | Monofásico | 103 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | T | 1ª calle A, Entre la 4ª Ave e Inicio calzada Nueva Sacatepéquez, zona 3 | Monofásico | 104 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | S | Entre 1ª calle A y 3ª calle A, 4ª Ave zona 3 | Monofásico | 105 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito | S | Entre 1ª y 1ª calle A, 4ª Ave zona 3 | Monofásico | 106 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Aserradero NISSI, Cantón el Mosquito | S T | Calle 3, 4ª Ave zona 3 | Bifásico | 107 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Aserradero Pantaleón y Cantón el Mosquito | S T | Entre 1ª y 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 | Bifásico y Monofásico | 108 | 25/10, 25 Fase T | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Mosquito, Villa Lucita | S | 1ª calle A "La Minchada", 6ª Ave zona 1 Aldea Piedra Grande | Monofásico | 109 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, Cantón San Agustín Tonalá | R | Acceso lateral Campo de fut -ball Evelio, zona 1 | Monofásico | 110 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | S | 8ª calle, 10ª Ave zona 1 | Monofásico | 111 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Las Hierba Buenas | R | 8ª calle, Entre 12 y 13 Ave zona 1 | Monofásico | 112 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Las Hierba Buenas | R | 8ª calle, 13 Ave zona 1 | Monofásico | 113 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Las Hierba Buenas | R | Sobre la 13 Ave zona 1 | Monofásico | 114 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | R | Entre 5ª y 5ª calle A, 10ª Ave zona 1 | Monofásico | 115 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|---|------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| La Parroquia | S | 5ª calle, 10ª Ave zona 1 | Monofásico | 116 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | R | 2ª calle, 10ª Ave zona 1 | Monofásico | 117 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Parroquia | R | 5ª calle A, 11 Ave zona 1 | Monofásico | 118 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Calzada la Independencia | S | 2ª calle, entre 10ª y 12ª Ave zona 2 | Monofásico | 119 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Calzada La Independencia | S | 2ª calle, Acceso 8 zona 1 | Monofásico | 120 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Independencia | S | Sobre Acceso 2, zona 1 enfrente del Acceso B zona 2 | Monofásico | 121 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Independencia | S | Entre la 2ª y 2ª calle A, 12 Ave zona 2 | Monofásico | 122 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Independencia | S | Sobre la 2ª calle A, zona 2 | Monofásico | 123 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Independencia | S | Sobre Acceso 9, zona 1 | Monofásico | 124 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro de salud, Cantón San Sebastián | S | 1ª calle A, 10ª Ave zona 2 | Monofásico | 125 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Uno Particular y el otro p/cantón San Sebastián | S | 3ª calle, 10ª Ave zona 2 | Monofásico, Monofásico | 126 | 25, 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | R S | 1ª calle, 9ª Ave zona 2 | Bifásico | 127 | 10/25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | S T | 1ª calle, 7ª Ave zona 2 | Bifásico | 128 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | S | 3ª calle, 8ª Ave zona 2 | Monofásico | 129 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Panadería Shekapan, Cantón Santa María | R S | Sobre la 7ª Ave zona 2 | Bifásico | 130 | 2 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Comercial Kimberli y Edificio Genesis, Cantón Santa María | R | Entre 3ª y 2ª calle, 6ª Ave zona 1 | Monofásico, Monofásico | 131 | 10, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa María | R | 1ª calle, 5ª Ave zona 2 | Monofásico | 132 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|--|---------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón San Juan de Dios | R | 1ª calle A, 4ª Ave zona 2 | Monofásico | 133 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Pollo Dorado, Cantón Santa María | T | 2ª calle, entre 5ª y 4ª Ave zona 2 | Monofásico | 134 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Edificio Delco, cantón Santa María | T | 2ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 2 | Monofásico | 135 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Pollo del Campo. Cantón San Sebastián | R | 1ª calle A, 6ª Ave zona 2 | Monofásico | 136 | 50 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Electra, Cantón San Sebastián | R T S | Entre 1ª y 1ª calle B, 7ª Ave zona 2 | Trifásico | 137 | 3 X 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Comercial Kurios, Cantón San Sebastián | R | Entre 1ª y 1ª calle B, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 138 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | R | 1ª calle C, 5ª Ave zona 2 | Monofásico | 139 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | R S | 2ª calle, 4ª Ave zona 2 | Bifásico | 140 | 37.5/25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Plaza Aragón, p/ San Sebastián | T | Entre 2ª y 1ª calle B, 7ª Ave zona 2 | Monofásico, Monofásico | 141 | 10, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | T | 1ª calle B, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 142 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | T | 3ª calle, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 143 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | T | Sobre callejón No. 1, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 144 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Antena telefónica, San Sebastián | T | Final callejón No. 1, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 145 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | T | Entre 3ª calle B y 2ª calle, 6ª Ave zona 2 | Monofásico | 146 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | T | 3ª calle B, 6ª Ave zona 2 | Monofásico | 147 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cedimagen de Occidente, Cantón San Sebastián | R T S | Entre 3ª calle C y 3ª calle B, 6ª Ave zona 2 | Monofásico, monofásico | 148 | 3 X 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|--|------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Centro Médico Emanuel, Cantón San Sebastián | R | Entre 3ª calle C y 3ª calle B, 6ª Ave zona 2 | Trifásico | 149 | 37.5, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Sebastián | R T | Entre 4ª calle y Acceso 4, 6ª Ave zona 2 | Bifásico | 150 | 10/37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Calle 29 de junio, Cantón San Sebastián | R T | 4ª calle entrada Callejón 6ª Ave, Entre 7ª y 6ª ave A zona 2 | Bifásico | 151 | 10/25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Makro y el otro p/ Salón José Luís Juárez Romero, San Sebastián | R | 3ª calle C, entre 6ª y 6ª Ave A zona 2 | Monofásico, monofásico | 152 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Calle 29 de junio, San Juan de Dios | T | 4ª calle, entre acceso 4 y acceso 3 zona 2 | Monofásico | 153 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Calle 29 de junio, San Juan de Dios | T | 4ª calle, acceso 3 zona 2 | Monofásico | 154 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| San Juan Dios | T | 4ª calle, sobre el acceso 2A zona 2 | Monofásico | 155 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Spencer W. Kimball, San Juan de Dios | T | 4ª calle, sobre el acceso 2A zona 2 | Monofásico | 156 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Antena telefónica, San Juan de Dios | T | 4ª calle, final acceso 2A zona 2 | Monofásico | 157 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Final calle 29 de junio, San Sebastián | S | 4ª calle, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 158 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| San Sebastián | S | 7ª calle, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 159 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Gasolinera las Margaritas, San Sebastián | S | Sobre 7ª calle, 7ª Ave salida a Quetzaltenango zona 2 | Monofásico | 160 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Calle la Reforma, Cantón San Sebastián | S | Sobre 5ª calle, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 161 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Instituto Experimental, San Sebastián | S | Interior Instituto Experimental entre 7ª y 6ª calle, 7ª Ave zona 2 | Monofásico | 162 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sobre el asfalto hacia San Isidro Chamack | S | Ciento cincuenta metros de la Gasolinera las Margaritas hacia San Isidro Chamack | Monofásico | 163 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

Nota: Instituto Experimental de San Pedro Sac. Contiene 3 transformadores de 37.5 cada uno, funcionando solamente uno con fase s, actualmente no existen las otras dos fases dentro del banco trifásico.

Tabla XVIII. Conductores eléctricos tramos área rural norte, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----|---|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| Inicio Área Rural Norte = Diagonal 1, Calzada el mosquito zona 3, cantón el mosquito casco urbano - Cementerio general enfrente vivero forestal, 1ª Ave zona 2, cantón San Juan de Dios casco urbano | 0.340 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | 1 | 4 | 1 | ----- |
| Única Derivación en casco urbano = Cementerio general enfrente vivero forestal, 1ª Ave zona 2, cantón San Juan de Dios casco urbano – A un costado del Cementerio general, 3ª calle, 1ª Ave A zona 3, cantón San Juan de Dios | 0.150 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | ---- | 2 | 0 | ----- |
| A = Cementerio general enfrente vivero forestal, 1ª Ave zona 2 San Juan de Dios – Sector San Miguel, aldea San Andrés Chápil 2ª Ave zona 2 | 3.650 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | 1 | 57 | 9 | ----- |
| B = 3ª calle, 1ª Ave zona 2, primer poste, cantón oratorio, puente abajo del cementerio – Sobre la avenida zona 2 cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | 3.370 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | ---- | 47 | 7 | ----- |
| C = Después del final de la avenida empedrada Oratorio, con el asfalto, poste 24 cantón Esquipulas, San Andrés Chapil – Gasolinera Willys, caserío Ixcá la Grandeza | 0.095 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |
| D = Calle empedrada 8ª calle cantón Esquipulas, poste 31 – 6ª calle, zona 3 poste 7 cantón Ojo de Agua, San Andrés Chapil | 0.255 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | ---- | 7 | 1 | ----- |
| E = Calle empedrada 8ª calle, zona 3 cantón Esquipulas, poste 32 – Paso peatonal, poste 1 cantón Esquipulas, San Andrés Chapil | 0.050 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | -- | - | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|---|---|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| F = 8ª calle y unión de dos herraduras zona 3, cantón Ojo de Agua, poste 39 – Herradura 1, cantón Ojo de Agua, poste 2 San Andrés Chapil | 0.115 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 2 | 1 | ----- |
| G = 8ª calle y unión de dos herraduras zona 3, cantón Ojo de Agua, poste 39 – Herradura 2, cantón Ojo de Agua, poste 4 San Andrés Chapil | 0.200 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 4 | 2 | ----- |
| H = 8ª calle, sobre la avenida zona 2, poste 46 – 8ª calle, diagonal 1 zona 2, Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | 0.035 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |
| I = 3ª calle A, zona 2 empedrado cantón Ixcá, poste 14, derivación hacia sector San Miguel, San Andrés Chapil – Calle peatonal empedrada dirección hacia la escuela cantón Ixcá, poste 3 San Andrés Chapil | 0.200 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 1 | 0 | ----- |
| J = Entronque entre 3ª calle A y avenida empedrada hacia el centro la Grandeza, poste 29 derivación hacia sector San Miguel, San Andrés Chapil – Caserío La Laguna, San Andrés Chapil | 3.460 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 58 | 6 | ----- |
| K = De la avenida empedrada hacia el centro de la Grandeza, se desprende calle de tierra, en plena curva, poste 7 cantón Las Palmas, derivación hacia la Laguna – Sobre la calle de tierra, en dirección sur, cantón las Palmas | 0.200 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 4 | 0 | ----- |
| L = Entre la calle hacia el centro por la parte este y la avenida hacia el centro, cantón Las Palmas, se encuentra en subida la unión, poste 18 derivación hacia la Laguna – Entronque entre la calle que va por el este hacia el centro y calle en dirección Entre Ríos, La Gran. | 0.300 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 6 | 1 | ----- |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|---|---|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| M = Entre la calle empedrada que une parte del cantón las Palmas con Carolina y avenida hacia el centro de la Grandeza, poste 20 derivación hacia la Laguna – Sobre la calle empedrada, las Palmas, La Grandeza | 0.100 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |
| N = Centro de la Grandeza, a la par del salón comunal – Dirección norte, sobre el asfalto cantón el Centro, La Grandeza | 0.300 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 5 | 1 | ----- |
| Ñ = Centro de la Grandeza, a la par del salón comunal – Dirección este, recorre; parte de la calle empedrada que se une con el entronque a Entre Ríos, camino empedrado que pasa por Entre Ríos y termina sobre el callejón Entre Ríos dirección norte, La Grandeza | 0.825 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 13 | 3 | ----- |
| O = Calle empedrada hacia el norte, partiendo del centro de la Grandeza en dirección oeste, poste 36, derivación hacia la Laguna – Sobre diagonal hacia el asfalto dirección oeste, cantón el Centro la Grandeza | 0.100 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 1 | 0 | ----- |
| P = Caserío la Laguna, poste 57 a la par del asfalto – Sobre el asfalto primera vuelta del plan, la Laguna San Andrés Chapil | 0.070 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 2 | 1 | ----- |
| Q = Calle empedrada, 3ª calle A poste 52 de la derivación hacia San Miguel, San Andrés Chapil – Bajo permiso vecinal se cruza la derivación, de la calle empedrada al asfalto sobre terrenos comunales, cantón el Centro San Andrés Chapil | 0.05 | Derivación Nueva | R | No. 2 AWG ACSR | - | - | ---- | ---- | 1 | 0 | ----- |

Continuación

Tabla XIX. Transformadores de distribución área rural norte, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--------------------------------------|-------|--|---------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón el Mosquito | R | 3ª calle, Diagonal 1 zona 3, a un costado del Cementerio General por el lado oeste, cantón el mosquito | Monofásico | 1 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Juan de Dios | R | 3ª calle, 1ª Ave A zona 3, cantón San Juan de Dios e inicio de la calle 29 de junio | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cruz Verde, San Andrés Chapil | R | Cruz Verde (0.4 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 4) | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cruz Verde, San Andrés Chapil | R | Cruz Verde (0.9 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 12) | Monofásico | 4 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Ixcá, San Andrés Chapil | R | Ixcá (1.250 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 18) | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro, La Grandeza | R | Centro (2.050 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 31) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro, La Grandeza | R | Centro (2.300 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 35) | Monofásico | 7 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro, La Grandeza | R | Centro (2.650 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 42) | Monofásico, Monofásico | 8 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| La Grandeza | R | (3.050 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 49) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sector San Miguel, San Andrés Chápil | R | Sector San Miguel (3.650 kilómetros del punto de partida Cementerio General, poste 58) | Monofásico | 10 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Oratorio | R | Oratorio (0.1 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 2) | Monofásico | 11 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Oratorio | R | Oratorio (0.6 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 10) | Monofásico, Monofásico | 12 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío Oratorio | R | Oratorio (1.0 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 16) | Monofásico | 13 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Oratorio | R | Oratorio (1.2 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 19) | Monofásico | 14 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Esquipulas, San Andrés Chapil | R | Cantón Esquipulas, San Andrés Chapil (2.15 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 28) | Monofásico | 15 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Esquipulas, San Andrés Chapil | R | Cantón Esquipulas, San Andrés Chapil (2.7 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 35) | Monofásico | 16 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | R | Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil (3.2 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 43) | Monofásico | 17 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | R | Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil (3.27 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 45) | Monofásico | 18 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | R | 8ª calle, sobre la Avenida zona 2, cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil (3.37 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 47) | Monofásico | 19 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, gasolinera Willys, caserío Ixcá la Grandeza | R | Sobre el asfalto, San Andrés Chapil (0.095 kilómetros del poste 24) | Monofásico | 20 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Ojo de Agua, San Andrés Chapil | R | 6ª calle, zona 2 poste 7 cantón Ojo de Agua, San Andrés Chapil (0.225 kilómetros del poste 31 calle empedrada cantón Esquipulas) | Monofásico | 21 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Esquipulas, San Andrés Chapil | R | Camino peatonal, poste 1 cantón Esquipulas, San Andrés Chapil (0.050 kilómetros del poste 32, 8ª calle zona 3, cantón Esquipulas) | Monofásico | 22 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Ojo de Agua, San Andrés Chapil | R | Herradura 1 noroeste, cantón Ojo de Agua (0.115 kilómetros, poste 2, iniciando a partir de la unión de las dos herraduras y la 8ª calle, zona 3, poste 39 San Andrés Chapil) | Monofásico | 23 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---------------------------------------|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón Ojo de Agua, San Andrés Chapil | R | Herradura 2 suroeste, cantón Ojo de Agua (0.03 kilómetros, poste 1, iniciando a partir de la unión de las dos herraduras y la 8ª calle, zona 3, poste 39 San Andrés Chapil) | Monofásico | 24 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Ojo de Agua, San Andrés Chapil | R | Herradura 2 suroeste, cantón Ojo de Agua (0.2 kilómetros, poste 4, iniciando a partir de la unión de las dos herraduras y la 8ª calle, zona 3, poste 39 San Andrés Chapil) | Monofásico | 25 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | R | 8ª calle, diagonal 1 zona 2, cantón San Lorenzo, San Andrés Chapil | Monofásico | 26 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Ixcá, San Andrés Chapil | R | Calle empedrada hacia la escuela de Ixcá, poste 3 (0.2 kilómetros del poste 14, derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 27 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Carolina, La Grandeza | R | Avenida empedrada hacia el centro de la Grandeza, poste 3 (0.2 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 28 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Carolina, La Grandeza | R | Avenida empedrada hacia el centro de la Grandeza, poste 9 (0.55 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 29 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Las Palmas, La Grandeza | R | Avenida empedrada hacia el centro de la Grandeza, poste 17 (1.0 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 30 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Las Palmas, La Grandeza | R | Calle que une parte del cantón Las Palmas con Carolina y avenida empedrada hacia el centro de la Grandeza, poste 20 (1.2 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 31 | 10 | 7.6 KV | 2540/120 V |
| Cantón el Centro, La Grandeza | R | A la par del salón comunal, centro de la Grandeza, poste 30 (1.6 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 32 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Canoj, La Grandeza | R | Sobre la avenida, donde termina el empedrado, del otro lado del asfalto, cerca de la radio salvación, cantón Canoj la Grandeza, poste 40 (2.1 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 33 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Canoj, La Grandeza | R | Sobre la avenida, sin empedrado, Cantón Canoj la Grandeza, poste 44 (2.35 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 34 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE CLIENTE / | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--------------------------------------|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón Canoj, La Grandeza | R | Entrada por el asfalto, a la par de la primera vuelta inclinada hacia el altiplano márquense, cantón Canoj la Grandeza, poste 51 (2.8 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 35 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío La Laguna, San Andrés Chapil | R | A la par de la gasolinera el Paisano, la Laguna San Andrés Chapil, poste 58 (3.46 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San miguel) | Monofásico | 36 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Las Palmas, La Grandeza | R | Sobre calle de tierra que tiene su inicio en la avenida que va al centro de la Grandeza, poste 4 (0.2 kilómetros del poste 7 derivación hacia la Laguna, 0.4 kilómetros del poste 29 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 37 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón El Centro, La Grandeza | R | Enfrente del inicio de la calle en dirección Entre Ríos, sobre la calle hacia el centro por el este, cantón el centro, poste 6 (0.3 kilómetros del poste 18 derivación hacia la Laguna) | Monofásico | 38 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Centro, La Grandeza | R | Sobre el asfalto, cantón el Centro la Grandeza poste 5 (0.3 kilómetros del poste 30 derivación hacia la Laguna) | Monofásico | 39 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Entre Ríos, La Grandeza | R | Sobre camino empedrado, cantón Entre Ríos, poste 6 (0.325 kilómetros del poste 30 derivación hacia la Laguna) | Monofásico | 40 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Entre Ríos, La Grandeza | R | Sobre callejón empedrado dirección Norte, que tiene entronque con camino empedrado que viene del centro, cantón Entré Ríos, poste 13 (0.825 kilómetros del poste 30 derivación hacia la Laguna) | Monofásico | 41 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Centro, La Grandeza | R | Sobre diagonal empedrada hacia el asfalto dirección oeste, partiendo de la calle en dirección norte proveniente del centro, poste 1 (0.1 kilómetros del poste 36 derivación hacia la Laguna) | Monofásico | 42 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío La Laguna, San Andrés Chapil | R | Sobre el asfalto primera vuelta del plan, la Laguna San Andrés Chapil poste 2 (0.07 kilómetros del poste 57 derivación hacia la Laguna) | Monofásico | 43 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Centro, La Grandeza | R | Sobre el asfalto, cantón el Centro, poste 1 (0.05 kilómetros del poste 52 derivación hacia sector San Miguel) | Monofásico | 44 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

Tabla XX. Conductores eléctricos tramos área rural noroeste, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRE- TO | CORTA- CIRCUI- TOS | CUCHILLAS SEC- CIONA- DORAS |
|---|-----------------|-------------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = Tienda el Águila, 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 cantón el Mosquito – Tanques de captación de agua potable, municipalidad de San Pedro Sac. S.M. caserío Ojo de Agua San Andrés Chapil | 200+125+175 | Ramal | R S T | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 22 | 7 | ----- |
| B = Entronque entre Primer callejón con 6ª Ave (asfalto), Ojo de Agua poste 5 – Pasa sobre el callejón, sobre un terreno y termina en la unión de la 1ª calle, cantón Agua Bendita y asfalto, Piedra Grande | 0.100 | Derivación Nueva | S | ----- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 2 | 1 | ----- |
| C = Entronque entre callejón donde pasan las líneas y asfalto Km 252, caserío Ojo de Agua, poste 9 – Entronque entre 2ª calle, cantón Agua Bendita y asfalto, Piedra Grande | 0.050 | Derivación Nueva | S | ----- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 2 | 1 | ----- |
| D = Enfrente de la Iglesia Católica Caserío Ojo de Agua, poste 17 – Centro caserío Ojo de Agua, Piedra Grande poste 1 | 0.100 | Derivación Nueva | S T | ----- - | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 1 | 2 | ----- |
| E = Centro caserío Ojo de Agua, Piedra Grande poste 1 – Sobre calle empedrada dirección oeste, cantón las Escobas caserío Ojo de Agua, Piedra Grande | 0.400 | Derivación Nueva | T | ----- | ----- | No. 2 AWG ACSR | ---- | 1 | 7 | 2 | ----- |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| F = Centro caserío Ojo de Agua, Piedra Grande poste 1 – Pasa por cantón Chinij en dirección norte, caserío Ojo de Agua Piedra Grande, cantón Ixcá y cantón San Pedrito San Andrés Chápil | 1.250 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- | No. 8 AWG Cobre | ---- | 21 | 1 | 2 | ----- |
| G = Cantón Ixcá, siguiendo la derivación hacia cantón San Pedrito, San Andrés Chapil – En dirección este, sobre el camino hacia el asfalto, cantón Ixcá, zona 4 San Andrés Chapil | 0.150 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- | No. 8 AWG Cobre | ---- | 3 | ---- | 1 | ----- |
| H = Entronque entre asfalto (el centro caserío Ojo de agua, Piedra Grande) y calle empedrada en dirección este, caserío Oratorio – Sobre calle empedrada hacia caserío Oratorio San Andrés Chapil | 0.525 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 8 | ---- | ----- |

Continuación

Tabla XXI. Transformadores de distribución área rural noroeste, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío Ojo de Agua, Piedra Grande | S | Ojo de Agua (0.2 kilómetros del punto de partida, tienda el Águila, poste 3) | Monofásico | 1 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Ojo de Agua, Piedra Grande | S | Ojo de Agua (0.7 kilómetros del punto de partida, tienda el Águila, poste 13, ala par de blockera Araceli) | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | R S T | Tanques de captación de agua potable, municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, S.M. caserío Ojo de Agua, San Andrés Chápil poste 22 (1.225 kilómetros del punto de partida , tienda el Águila) | Trifásico | 3 | 3 x 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Oratorio | R | Oratorio (1.0 kilómetros del punto de partida puente abajo del cementerio, poste 16) | Monofásico | 4 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Agua Bendita, Piedra Grande | S | Sobre el asfalto y primera entrada cantón Agua Bendita, Piedra Grande (0.100 kilómetros del poste 5) | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón agua Bendita, Piedra Grande | S | Sobre el asfalto y segunda entrada cantón Agua Bendita, Piedra Grande (0.05 kilómetros del poste 9) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Ojo de Agua, Piedra Grande | S T | Centro del caserío Ojo de Agua, Piedra Grande (0.1 kilómetros del poste 17) | Bifásico | 7 | 2 x 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Las Escobas, caserío Ojo de Agua Piedra Grande | T | Sobre calle empedrada, después de la subida, cantón las Escobas, caserío Ojo de Agua Piedra Grande (0.4 kilómetros, poste 7, comenzando a partir del centro del caserío, poste 1, 0.1 kilómetros del poste 17) | Monofásico | 8 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Chinij, caserío Ojo de Agua, Piedra Grande | T | Sobre calle empedrada, cantón Chinij, caserío Ojo de Agua Piedra Grande, poste 7 (0.350 kilómetros, comenzando a partir del centro del caserío, poste 1, 0.1 kilómetros del poste 17) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San Pedrito, San Andrés Chápil | T | Cantón San Pedrito, San Andrés Chápil poste 22 (1.250 kilómetros del poste 1, el centro del caserío Ojo de Agua, 0.1 kilómetros del poste 17) | Monofásico | 10 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Ixcá, San Andrés Chápil | T | Cantón Ixcá, San Andrés Chápil poste 3 (0.150 kilómetros en dirección oeste, sobre camino hacia el asfalto que parte del camino que une a Chinij, Ixcá y San Pedrito poste 11, 0.550 kilómetros del poste 1 centro del Caserío Ojo de Agua) | Monofásico | 11 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Ojo de Agua, Piedra Grande | S | Caserío Ojo de Agua, Piedra Grande poste 1 (0.025 kilómetros del poste 18 en dirección este hacia caserío Oratorio de San Andrés Chápil) | Monofásico | 12 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Tabla XXII. Conductores eléctricos tramos área rural región noreste, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|---|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos – Sector norte, zona 4 San José, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 2.5 | Derivación Antigua | S | -- | No. 2 AWG ACSR | - | ---- | ---- | 51 | 4 | ----- |
| B = Callejón 5A, 2ª Ave zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 28 (1.750 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez – Sobre avenida Rosario, hacia el norte zona 4 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez | 0.7 | Derivación Antigua | S | -- | No. 2 AWG ACSR | - | ---- | ---- | 11 | 2 | ----- |
| C = 6ª calle, Ave Rosario zona 4, el centro San José Caben, San Pedro Sacatepéquez – Sobre avenida Rosario dirección sur, zona 4 el centro San José Caben, San Pedro Sacatepéquez | 0.1 | Derivación Antigua | S | -- | No. 2 AWG ACSR | - | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |
| D = Callejón 5A, 2ª Ave zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 28 (1.75 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) – Sobre la calle Mariano Gálvez, enfrente de mueblería Yesli, zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez | 0.200 | Derivación Antigua | S | -- | No. 2 AWG ACSR | - | ---- | ---- | 4 | 1 | ----- |
| E = Calle a un costado del cementerio, 2ª Ave zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 33 (2.0 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) – Sobre calle a un costado del cementerio, zona 1 San Pedro Sacatepéquez | 0.250 | Derivación Antigua | S | -- | No. 2 AWG ACSR | - | ---- | ---- | 3 | ---- | ----- |
| F = Calle caserío la libertad, 2ª Ave zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 43 (2.55 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez)- Sobre 1ª Ave dirección norte, zona 5 caserío la Libertad, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez | 1.05 | Derivación Antigua | S | -- | No. 2 AWG ACSR | - | ---- | ---- | 13 | 3 | ----- |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| G = Sobre 1ª Ave, zona 5 caserío la Libertad, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 10 (0.75 kilómetros desde la derivación hacia sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 1, San José Caben poste 43) - Sobre 1ª Ave dirección sur, zona 5 caserío la Libertad, San José Caben San Pedro Sacatepéquez | 0.2 | Derivación Antigua | S | - - - - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 3 | 1 | ----- |
| H = Entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5 (0.3 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) – Sobre 1ª Ave caserío los Molinos, zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez | 1.4 | Derivación Antigua | S | - - - - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 27 | 5 | ----- |
| I = Entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5 (0.3 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) – Sobre camino caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez | 0.6 | Derivación Antigua | S | - - - - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | 9 | 2 | 1 | ----- |

Continuación

Tabla XXIII. Transformadores de distribución área rural región noreste, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío Entre Ríos, San José Caben | S | Sobre la 2ª Ave, Entre Ríos San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 9 (0.650 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 1 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Entre Ríos, San José Caben | S | Sobre la 2ª Ave, Entre Ríos San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 16 (1.050 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, San José Caben | S | Sobre la 2ª Ave, zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 20 (1.30 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, San José Caben | S | A un costado de la escuela oficial rural mixta María Flores Rivera de Méndez Peña, sobre la 2ª Ave zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 25 (1.55 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 4 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 1 San José Caben | S | Enfrente iglesia patronal católica, sobre la 2ª Ave zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 30 (1.85 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 1 San José Caben | S | Sobre la 2ª Ave, zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 38 (2.30 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 1 San José Caben | S | Sobre la 2ª Ave, zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 43 (2.55 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 7 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío la Libertad, zona 5 San José Caben | S | Sobre la 2ª Ave, zona 5 caserío la Libertad, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 45 (2.7 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 8 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 4 San José Caben | S | Sector norte y fin de la derivación, zona 4 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 51 (3.05 kilómetros desde 7ª calle, entre 7ª Ave y 1ª entrada camino a San José Caben zona 2, San Pedro Sacatepéquez) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| El centro, zona 4 San José Caben | S | Sobre avenida Rosario dirección norte, zona 4 el centro San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5 (0.4 kilómetros desde la derivación hacia Sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 2, San José Caben poste 23) | Monofásico | 10 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 4 San José Caben | S | Sobre avenida Rosario dirección norte, zona 4 el centro San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 11 (0.7 kilómetros desde la derivación hacia Sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 2, San José Caben poste 23) | Monofásico | 11 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular p/blockera y granja de crianza de marranos, zona 4 San José caben | S | Sobre avenida Rosario dirección sur, zona 4 el centro San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 1 (0.1 kilómetros desde la derivación hacia zona 4, por la avenida Rosario, San José Caben poste 2) | Monofásico | 12 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 1 San José Caben | S | Sobre calle Mariano Gálvez, enfrente de mueblería Yesli, zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 4 (0.2 kilómetros de la derivación hacia Sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 2, San José Caben poste 23) | Monofásico | 13 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, zona 1 San José Caben | S | Sobre calle a un costado del cementerio, zona 1 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 3 (0.250 kilómetros desde la derivación hacia sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 1, San José Caben poste 33) | Monofásico | 14 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío la Libertad, zona 5 San José Caben | S | Sobre calle caserío la Libertad, zona 5 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5 (0.45 kilómetros desde la derivación hacia sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 1, San José Caben poste 43) | Monofásico | 15 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío la Libertad, zona 5 San José Caben | S | Sobre 1ª Ave dirección norte, zona 5 caserío la Libertad, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 13 (1.05 kilómetros desde la derivación hacia el sector norte, zona 4 por la 2ª Ave zona 1, San José Caben poste 43) | Monofásico | 16 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío la Libertad, zona 5 San José Caben | S | Sobre 1ª Ave dirección sur, zona 5 caserío la Libertad, San José Caben San Pedro Sacatepéquez poste 3 (0.2 kilómetros desde la derivación hacia el norte, por la 1ª Ave zona 5, San José Caben poste 10) | Monofásico | 17 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE CLIENTE / | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío los Molinos, zona 2 San José Caben | S | Sobre 1ª Ave caserío los Molinos, zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 7 (0.40 kilómetros desde el entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5) | Monofásico | 18 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío los Molinos, zona 2 San José Caben | S | Sobre 1ª Ave caserío los Molinos, zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 11 (0.65 kilómetros desde el entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5) | Monofásico | 19 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío los Molinos, zona 2 San José Caben | S | Sobre 1ª Ave caserío los Molinos, zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 14 (0.8 kilómetros desde el entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5) | Monofásico | 20 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío los Molinos, zona 2 San José Caben | S | Sobre 1ª Ave caserío los Molinos, zona 2 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 23 (1.2 kilómetros desde el entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5) | Monofásico | 21 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío los Molinos, zona 3 San José Caben | s | Sobre 1ª Ave caserío los Molinos, zona 3 San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 27 (1.4 kilómetros desde el entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5) | Monofásico | 22 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Ixhual 2, San José Caben | S | Sobre camino caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 11 (0.6 kilómetros desde el entronque entre 2ª Ave, 1ª Ave y entrada camino a caserío Ixhual 2, San José Caben, San Pedro Sacatepéquez poste 5) | Monofásico | 23 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

Tabla XXIV. Conductores eléctricos tramos área rural oeste de San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUI-TOS | CUCHILLAS SEC-CIONA-DORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = 1ª calle A, 6ª Ave zona 3 cantón el Mosquito tienda el Águila – Sobre 2ª calle (calle principal Piedra Grande) a la par de un molino y radio concepción | 1.150 | Derivación Nueva | S T | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | ---- | --- | 22 | 5 | ----- |
| B = Sobre 2ª calle (calle principal Piedra Grande) a la par de un molino y radio concepción - Sobre calle de tierra que se une después de la escuela caserío Santa Rita 2 con el fin de la 2ª calle principal (toda adoquinada) Piedra Grande | 1.2 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 22 | 2 | ----- |
| C = 2ª calle, Ave Nueva Primavera zona 1 Piedra Grande – Sobre Ave Nueva Primavera zona 1 Piedra Grande | 0.100 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 2 | 1 | ----- |
| D = 2ª calle, 2ª Ave zona 1 Piedra Grande – Pasa por toda la 2ª Ave, termina sobre la 2ª calle B hacia el Oeste, cantón La Michada | 0.800 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- | No. 4 AWG ACSR | ---- | 13 | 2 | 1 | ----- |
| E = 2ª calle, enfrente templo evangélico Monte de los Olivos – Templo evangélico Monte de los Olivos | 0.035 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 1 | ----- |
| F = 2ª calle (calle principal Piedra Grande) enfrente del cementerio zona 1 – Sobre callejón enfrente del cementerio, Piedra Grande | 0.05 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 1 | ----- | ----- |
| G = 2ª calle (calle principal Piedra Grande), Ave donde se ingresa al salón de usos múltiples 8 de diciembre – Caserío San José Los Coyotes | 1.275 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 19 | 1 | ----- |
| H = Entronque calle a caserío San José Los Coyotes y 1ª entrada a cantón Agua Bendita, Piedra Grande – Pasa sobre 1ª entrada cantón Agua Bendita, cruza una herradura y termina en la 2ª calle de cantón Agua Bendita, Piedra Grande | 0.5 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 10 | 1 | ----- |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|-------------------------------|------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| I = Calle a San José Los Coyotes y Herradura en dirección oeste – Pasa sobre una herradura que termina en la calle del cantón Dolores | 0.150 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 3 | 2 | ----- |
| J = Calle a San José Los Coyotes y Herradura en dirección oeste – Pasa sobre herradura que termina en la segunda calle del cantón La Providencia | 0.225 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 3 | ----- | ----- |
| K = Entronque entre 2ª calle (calle principal Piedra Grande) caserío Santa Rita 2 y Avenida dirección norte, hacia Caserío San Juan del Pozo – Caserío San Juan del Pozo | 1.200 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 21 | 2 | ----- |
| L = Entronque a 0.6 kilómetros del poste 26 ubicado en calle principal Santa Rita 2, entre avenida y calle empedrada dirección este San Juan del Pozo – Sobre calle empedrada dirección este San Juan del Pozo | 0.100 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 2 | ----- | ----- |
| M = Entronque entre 2ª calle (calle principal Piedra Grande) y avenida empedrada dirección norte, antes de llegar a la escuela caserío Santa Rita 2 – Sobre Avenida norte Santa Rita 2 | 0.075 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |

Continuación

Tabla XXV. Transformadores de distribución área rural oeste, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Piedra Grande | S | Piedra Grande sobre calle principal (0.2 kilómetros del punto de partida tienda el Águila, poste 4) | Monofásico | 1 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Piedra Grande | S | Piedra Grande sobre calle principal (0.5 kilómetros del punto de partida tienda el Águila, poste 11) | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Piedra Grande | S | Piedra Grande sobre calle principal (0.9 kilómetros del punto de partida tienda el Águila, poste 17) | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro, Piedra Grande | T | 2ª calle (calle principal Piedra Grande), Ave donde se ingresa al salón de usos múltiples 8 de diciembre (1.0 kilómetros del punto de partida tienda el Águila, poste 20) | Monofásico | 4 | 37.5 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Molino particular, Radio Concepción, centro Piedra Grande | S T | Sobre 2ª calle (calle principal Piedra Grande) a la par molino particular (1.150 kilómetros del punto de partida tienda el Águila, poste 22) | Bifásico | 5 | 2 x 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Santa Rita 2, Piedra Grande | T | Sobre la 2ª calle (calle principal Piedra Grande) caserío Santa Rita 2 (1.4 kilómetros del punto de partida tienda el águila, poste 26) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Santa Rita 2, Piedra Grande | T | Sobre la 2ª calle (calle principal Piedra Grande) caserío Santa Rita 2 (1.75 kilómetros del punto de partida tienda el Águila, poste 33) | Monofásico | 7 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Santa Rita 2, Piedra Grande | T | Final de la derivación Santa Rita 2, sobre camino de tierra que se une con la terminación de la calle principal toda adoquinada, después de la escuela (2.350 kilómetros del | Monofásico | 8 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Piedra Grande | S | Sobre Ave Nueva Primavera zona 1 Piedra Grande, poste 2 (0.1 kilómetros del poste 7 ubicado en 2ª calle principal, 0.3 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón La Michada, Piedra Grande | T | 2ª calle B, 2ª Ave zona 1 La Michada Piedra Grande poste 4 (0.3 kilómetros del poste 7) | Monofásico | 10 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón La Michada, Piedra Grande | T | Sobre la 2ª calle B La Michada Piedra Grande poste 9 (0.5 kilómetros del poste 7) | Monofásico | 11 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular templo evangélico Monte de los Olivos | T | Piedra Grande (0.035 kilómetros del poste 10) | Monofásico | 12 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Centro, Piedra Grande | S | Piedra Grande poste 1 (0.050 kilómetros del poste 13) | Monofásico | 13 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San José Los Coyotes, Piedra Grande | S | Cantón San José los Coyotes poste 6 (0.475 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 14 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San José Los Coyotes, Piedra Grande | S | Cantón San José los Coyotes poste 12 (0.825 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 15 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

| NOMBRE / CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|---|------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Cantón San José Los Coyotes, Piedra Grande | S | Cantón San José los Coyotes poste 16 (1.025 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 16 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón San José Los Coyotes, Piedra Grande | S | Cantón San José los Coyotes calle opuesta a la de la escuela de Autogestión Pronáde poste 19 (1.275 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 17 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Agua Bendita, Piedra Grande | S | Sobre primera calle cantón Agua Bendita, poste 7 (0.350 kilómetros del poste 3 derivación San José Los Coyotes, 0.225 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 18 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Agua Bendita, Piedra Grande | S | Sobre segunda calle cantón Agua Bendita, poste 10 (0.5 kilómetros del poste 3 derivación San José Los Coyotes, 0.225 kilómetros de poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 19 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Dolores, Piedra Grande | S | Sobre calle cantón Dolores, poste 3 (0.150 kilómetros del poste 12 derivación San José Los Coyotes, 0.825 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico, Monofásico | 20 | 25, 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón La Providencia, Piedra Grande | S | Segunda calle cantón La Providencia, poste 3 (0.223 kilómetros del poste 16 derivación San José Los Coyotes, 1.025 kilómetros del poste 20, ubicado en el centro de Piedra Grande) | Monofásico | 21 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío San Juan del Pozo, Piedra Grande | T | Caserío San Juan del Pozo, poste 5 (0.350 kilómetros del poste 26, ubicado Santa Rita 2 Piedra Grande, 1.4 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 22 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío San Juan del Pozo, Piedra Grande | T | Caserío San Juan del Pozo, poste 7 (0.450 kilómetros del poste 26, ubicado Santa Rita 2 Piedra Grande, 1.4 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 23 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío San Juan del Pozo, Piedra Grande | T | Caserío San Juan del Pozo, poste 14 (0.8 kilómetros del poste 26, ubicado Santa Rita 2 Piedra Grande, 1.4 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 24 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE CLIENTE / | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío San Juan del Pozo, Piedra Grande | T | Caserío San Juan del Pozo, poste 18 (1.0 kilómetros del poste 26, ubicado Santa Rita 2 Piedra Grande, 1.4 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 25 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío San Juan del Pozo, Piedra Grande | T | Caserío San Juan del Pozo, fin de la derivación poste 21 (1.2 kilómetros del poste 26, ubicado Santa Rita 2 Piedra Grande, 1.4 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 26 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío San Juan del Pozo, Piedra Grande | T | Caserío San Juan del Pozo, sobre calle empedrada dirección este que parte de la avenida del caserío, poste 2 (0.1 kilómetros del poste 10 derivación San Juan del Pozo, 0.6 kilómetros del poste 26, ubicado en Santa Rita 2 Piedra Grande, 1.4 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 27 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío santa Rita 2, Piedra Grande | T | Sobre avenida empedrada norte, poste 1 (0.075 kilómetros del poste 37 derivación Santa Rita 2, 1.950 kilómetros del punto de partida tienda el Águila) | Monofásico | 28 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

Tabla XXVI. Conductores eléctricos tramos área rural región oeste parte 2, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = 1ª calle, 14 Ave A zona 1 Aldea Piedra Grande – Sobre la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche | 0.6 | Derivación Nueva | S T | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | No. 2 AWG ACSR | ---- | 1 | 5 | 0 | ----- |
| B = 1ª calle, entre cantón Santa Rita 1, Piedra Grande y San Francisco Soche, callejón empedrado una cuadra arriba del trébol – Sobre callejón empedrado, San Francisco Soche | 0.05 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |
| C = Sobre la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche – Sobre calle Santa Rita 1, Piedra Grande | 0.200 | Derivación Nueva | T | -- -- - | ----- | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 4 | 1 | ----- |
| D = Sobre la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche – Sobre avenida urbanización San Carlos, San Francisco Soche | 0.235 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 4 | ---- | ----- |
| E = 1ª calle la que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche – Sector Oeste después de la calle principal, sobre camino vecinal San Francisco Soche | 1.50 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 27 | 2 | ----- |
| F = 1ª calle la que divide a caserío Santa Rita 2, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida principal San Francisco Soche – Sobre calle que pertenece a caserío Santa Rita 2, Piedra Grande | 0.3 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 4 | ---- | ----- |
| G = Sobre calle principal San Francisco Soche, poste 15 (0.8 kilómetros desde la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche) – Sobre camino dirección norte, San Francisco Soche | 0.100 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | ---- | 2 | ---- | ----- |

Tabla XXVII. Transformadores de distribución área rural región oeste parte 2, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| San Francisco Soche | S | Sobre callejón empedrado, una cuadra arriba del trébol, San Francisco Soche poste 1 (0.050 kilómetros desde 1ª calle entre cantón Santa Rita 1, Piedra Grande y San Francisco Soche poste 4) | Monofásico | 1 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa Rita 1, Piedra Grande | T | 1ª calle entre cantón Santa Rita 1, Piedra Grande y San Francisco Soche, avenida donde se encuentra el templo de Iglesia Centroamericana Cordero de Dios, cantón Santa Rita 1, Piedra grande | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón Santa Rita 1, Piedra Grande | T | Sobre calle principal cantón Santa Rita 1, Piedra Grande | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Urbanización San Carlos, San Francisco Soche | S | Sobre avenida urbanización San Carlos, San Francisco Soche poste 1 (0.035 kilómetros desde la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche) | Monofásico | 4 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Urbanización San Carlos, San Francisco Soche | S | Sobre avenida urbanización San Carlos, San Francisco Soche poste 4 (0.235 kilómetros desde la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche) | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| San Francisco Soche | S | Sobre avenida principal San Francisco Soche, poste 8 (0.4 kilómetros desde la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| San Francisco Soche | S | Sobre camino vecinal, sector oeste San Francisco Soche, poste 27 (1.5 kilómetros desde la calle que divide a cantón Santa Rita 1, Piedra Grande con San Francisco Soche, avenida de la urbanización San Carlos, San Francisco Soche) | Monofásico | 7 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Santa Rita 2, Piedra Grande | S | Sobre calle perteneciente a caserío Santa Rita 2, Piedra Grande poste 4 (0.3 kilómetros partiendo de la derivación hacia sector Oeste después de la calle principal, sobre camino vecinal San Francisco Soche poste 2) | Monofásico | 8 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| San Francisco Soche | S | Sobre camino dirección norte, San Francisco Soche poste 2 (0.1 kilómetros partiendo de la derivación hacia sector Oeste después de la calle principal, sobre camino vecinal San Francisco Soche poste 15) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 2540/120 V |

Tabla XXVIII. Conductores eléctricos tramos área rural región sur, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|---|------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = S/E Champollap, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos poste 1 – Caserío Vista Hermosa, Champollap, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 0.550 | Derivación Antigua | R | No. 2 AWG ACSR | - - - - | ---- | ---- | ---- | 12 | 3 | ----- |
| B = S/E Champollap, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos poste 1 ramal antiguo – 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 39 (2.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | 2.040 | Derivación Antigua | R T | No. 2 AWG ACSR | - - - - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 39 | 3 | ----- |
| C = 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 39 (2.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) – Sobre la 1ª Ave zona 2, cantón el Tesoro, Champollap, San Pedro Sacatepéquez | 0.600 | Derivación Antigua | T | ----- | - - - - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 11 | 4 | ----- |
| D = 3 calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap) e inicio de la avenida de tierra enfrente de la escuela de autogestión caserío San Rafael, Champollap – Aldea Mavil, San Pedro Sacatepéquez sobre camino de terracería en dirección a San Cristóbal Cucho, San Marcos | 2.00 | Derivación Antigua | R | No. 2 AWG ACSR | - - - - | ---- | ---- | ---- | 28 | 4 | ----- |
| E = Entronque entre calle de tierra y avenida de tierra (la cuál comienza en la 3ª calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap) enfrente de la escuela de autogestión caserío San Rafael), zona 4 caserío San Rafael, Champollap poste 6 (0.3 kilómetros de la derivación hacia el centro de aldea Mavil) – Sobre camino de herradura, caserío Agua Tibia, Mavil, San Pedro Sacatepéquez | 1.05 | Derivación Antigua | R | En el inicio 0.05 Km. No 8 AWG Cobre y después 1.0 Km. No. 2 AWG ACSR | - - - - | ---- | ---- | ---- | 20 | 3 | ----- |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| F = Aldea Mavil, San Pedro Sacatepéquez sobre camino de terracería en dirección a San Cristóbal Cucho y entronque con camino de tierra hacia aldea Agua Caliente, San Marcos – Sobre camino de tierra en dirección a Agua Caliente, San Marcos | 0.4 | Derivación Antigua | R | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | ---- | 6 | 1 | ----- |
| G = 3ª calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap), 10ª Ave zona 3, cantón la Industria, Champollap, San Pedro Sacatepéquez – 5ª calle, 10ª Ave zona 3, cantón la Industria, Champollap, San Pedro Sacatepéquez | 0.45 | Derivación Antigua | R | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | ---- | 8 | 1 | ----- |
| H = 3ª calle, 6ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 26 – 1ª calle, 4ª Ave zona 1, el centro Champollap, San Pedro Sacatepéquez | 0.8 | Derivación Antigua | T | | - - - - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 15 | 2 | ----- |
| I = 3ª calle, 6ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 26 – Sobre la 4ª calle, zona 1 el centro Champollap, San Pedro Sacatepéquez | 0.250 | Derivación Antigua | T | | - - - - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 5 | | ----- |
| J = 3ª calle, entre 5ª y 6ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 30 – Iglesia Corona de Gloria, zona 1 el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez | 0.05 | Derivación Antigua | T | | - - - - | No. 2 AWG ACSR | ---- | ---- | 1 | 1 | ----- |
| K = 3ª calle, 4ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 34 – Caserío Loma Linda, Champollap, San Pedro Sacatepéquez | 1.7 | Derivación Antigua | R | No. 2 AWG ACSR | - - - - | ---- | ---- | ---- | 15 | 3 | ----- |

Continuación

Tabla XXIX. Transformadores de distribución área rural región sur, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|-------------------------------------|----------|--|-------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío Vista Hermosa, Champollap | R | 3ª calle, 16ª Ave zona 4, caserío Vista Hermosa, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 8 (0.350 kilómetros desde el troncal ubicado en el poste 1 S/E Champollap) | Monofásico | 1 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Vista Hermosa, Champollap | R | Sobre la 3ª calle, zona 4 caserío Vista Hermosa, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 12 (0.550 kilómetros desde el troncal ubicado en el poste 1 S/E Champollap) | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón La Industria, Champollap | T | Sobre la 3ª calle, zona 3 cantón la Industria, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 15 (0.74 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón La Industria, Champollap | T | 3ª calle, 10 Ave zona 3, cantón la Industria, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 20 (1.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 4 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | T | Sobre la 3ª calle, zona 1 Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 22 (1.14 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | T | Sobre la 3ª calle, zona 1 Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 29 (1.49 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | T | Sobre la 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 39 (2.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 7 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | T | Sobre la 3ª calle, zona 1, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 4 (0.3 kilómetros desde el fin de la fase R ubicada en el poste 39 sobre la 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1 a 2.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 8 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Tesoro, Champollap | T | Sobre la 1ª Ave zona 2, cantón el Tesoro, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 9 (0.5 kilómetros desde el fin de la fase R ubicada en el poste 39 sobre la 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1 a 2.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el Tesoro, Champollap | T | Sobre la 1ª Ave zona 2, cantón el Tesoro, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 10 (0.55 kilómetros desde el fin de la fase R ubicada en el poste 39 sobre la 3ª calle, entre 4ª y 3ª Ave zona 1 a 2.04 kilómetros desde el poste 1 correspondiente al ramal antiguo ubicado en la periferia de la S/E Champollap) | Monofásico | 10 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Nota: Las letras con negrita indica que el trafo está desconectado de la fase T de mediana tensión

| NOMBRE CLIENTE / | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---------------------------------|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío San Rafael, Champollap | R | Sobre avenida de tierra, zona 4 caserío San Rafael, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 1 (0.05 kilómetros desde la 3ª calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap) e inicio de la avenida de tierra enfrente de la escuela de autogestión caserío San Rafael, poste 8) | Monofásico | 11 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío San Rafael, Champollap | R | Sobre calle de tierra, zona 4 caserío San Rafael, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 8 (0.50 kilómetros desde la 3ª calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap) e inicio de la avenida de tierra enfrente de la escuela de autogestión caserío San Rafael, poste 8) | Monofásico | 12 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Mavil | R | Sobre camino de terracería, el centro de Mavil, San Pedro Sacatepéquez poste 18 (1.5 kilómetros desde la 3ª calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap) e inicio de la avenida de tierra enfrente de la escuela de autogestión caserío San Rafael, poste 8) | Monofásico | 13 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Mavil | R | Sobre camino de terracería dirección hacia San Cristóbal Cucho, el centro de Mavil, San Pedro Sacatepéquez poste 28 (2.0 kilómetros desde la 3ª calle (calle de terracería hacia el centro de Champollap) e inicio de la avenida de tierra enfrente de la escuela de autogestión caserío San Rafael, poste 8) | Monofásico | 14 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Agua Tibia, Mavil | R | Sobre el asfalto hacia el balneario Agua Tibia, enfrente de la escuela mixta rural caserío Agua Tibia, caserío Agua Tibia, Mavil, San Pedro Sacatepéquez poste 5 (0.275 kilómetros desde la derivación hacia el centro de aldea Mavil poste 6) | Monofásico | 15 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Agua Tibia, Mavil | R | Sobre camino de terracería, caserío Agua Tibia, Mavil, San Pedro Sacatepéquez poste 12 (0.605 kilómetros desde la derivación hacia el centro de aldea Mavil poste 6) | Monofásico | 16 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Agua Tibia, Mavil | R | Sobre camino de herradura, caserío Agua Tibia, Mavil, San Pedro Sacatepéquez poste 20 (1.05 kilómetros desde la derivación hacia el centro de aldea Mavil poste 6) | Monofásico | 17 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Mavil | R | Sobre camino de tierra hacia aldea Agua Caliente, San Marcos, el centro de Mavil, San Pedro Sacatepéquez poste 6 (0.4 kilómetros desde el camino de terracería en dirección a San Cristóbal Cucho y entronque con camino de tierra hacia aldea Agua Caliente, San Marcos poste 25) | Monofásico | 18 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón la Industria, Champollap | R | 5ª calle, 10ª Ave zona 3, cantón la Industria, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 8 (0.450 kilómetros desde 3ª calle, 10ª Ave zona 3, poste 20) | Monofásico | 19 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE / CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| El centro, Champollap | T | 1ª calle, 6ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 4 (0.3 kilómetros desde 3ª calle, 6ª Ave zona 1, poste 26) | Monofásico | 20 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | T | 1ª calle, 4ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 15 (0.8 kilómetros desde 3ª calle, 6ª Ave zona 1, poste 26) | Monofásico | 21 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | T | Sobre la 4ª calle, zona 1 el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 5 (0.25 kilómetros desde 3ª calle, 6ª Ave zona 1, poste 26) | Monofásico | 22 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular, Iglesia Corona de Gloria, Champollap | T | 3ª calle, entre 5ª y 6ª Ave zona 1, el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez sobre soporte (0.05 kilómetros desde la derivación hacia cantón el Tesoro, poste 30) | Monofásico | 23 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| El centro, Champollap | R | Sobre la 4ª avenida, zona 1 el centro de Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 3 (0.20 kilómetros desde la 3ª calle, 4ª Ave zona 1, poste 34) | Monofásico | 24 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Loma Linda, Champollap | R | Sobre camino de tierra, a un costado de la escuela rural mixta del caserío Loma Linda, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 8 (1.3 kilómetros desde la 3ª calle, 4ª Ave zona 1, poste 34) | Monofásico | 25 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Loma Linda, Champollap | R | Donde se encuentra el fin del camino de tierra e inicio de una herradura, caserío Loma Linda, Champollap, San Pedro Sacatepéquez poste 15 (1.7 kilómetros desde la 3ª calle, 4ª Ave zona 1, poste 34) | Monofásico | 26 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

Tabla XXX. Conductores eléctricos tramos área rural región sureste, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = 2ª calle final "calzada la Independencia e inicio los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos – Sobre calle los Jazmines, caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 0.920 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 16 | 1 | ----- |
| B = Sobre calle los Jazmines, caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos – 8ª calle, 14ª Ave zona 1 las Hierbabuenas, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 0.80 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 12 | 2 | ----- |
| C = Sobre calle los Jazmines, caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos – Antigua planta hidroeléctrica, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | 0.425 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 2 | 1 | ----- |
| D = 2ª calle final "calzada la Independencia e inicio los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos – Sobre camino hacia Toma de Agua ó restaurante Agua Fría, San Isidro Chamack | 0.150 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 3 | 1 | ----- |

Tabla XXXI. Transformadores de distribución área rural región sureste San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|---|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Caserío Los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez | S | Sobre calle los Jazmines, caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, poste 6 (0.320 kilómetros desde 2ª calle final "calzada la Independencia" e inicio los Jazmines) | Monofásico | 1 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez | S | Sobre calle los Jazmines, caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, poste 16 (0.920 kilómetros desde 2ª calle final "calzada la Independencia" e inicio los Jazmines) | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Las Hierba Buenas, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | S | Sobre 8ª calle final, Las Hierba Buenas, San Pedro Sacatepéquez, poste 7 (0.5 kilómetros desde la derivación caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, poste 4) | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Las Hierba Buenas, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | S | 8ª calle, 14 Ave zona 1 Las Hierba Buenas, San Pedro Sacatepéquez, poste 12 (0.8 kilómetros desde la derivación caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, poste 4) | Monofásico | 4 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular p/casa domiciliar, cerca de la Antigua planta hidroeléctrica, San Pedro Sacatepéquez, San | S | Cerca de la antigua planta hidroeléctrica, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | Monofásico | 5 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos | S | Sobre camino de tierra a continuación del final de la 2ª calle "calzada la independencia"; los Jazmines, zona 2 San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, poste 3 (0.150 kilómetros desde la 2ª calle final "calzada la Independencia" e inicio los Jazmines) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Tabla XXXII. Conductores eléctricos tramos área rural este, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|---|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| A = 2ª calle final "calzada la Independencia e inicio los Jazmines, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos – Sector oriente, Santa Rita 2 San Antonio Sacatepéquez, San Marcos | 3.05 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | 25 | 26 | 5 | ---- |
| B = Inicio de la calle "1 de febrero", zona 1 San Isidro Chamac, poste 1 – Caserío Ixhual, San Isidro Chamac | 0.535 | Derivación Antigua | S | -- -- - | 0.035 Km. No. 2 AWG ACSR, 0.5 Km. No. 8 AWG Cobre | - - - | ---- | 5 | ---- | 1 | ---- |
| C = Caserío Ixhual, poste 2 (0.335 Km. Del poste 1 ubicado en el inicio de la calle "1 de febrero", zona 1) San Isidro Chamac – Enfrente restaurante agua fría sobre el asfalto, San Isidro Chamac | 0.075 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 1 | ---- | ---- |
| D = Caserío Ixhual, poste 3 (0.410 Km. Del poste 1 ubicado en el inicio de la calle "1 de febrero", zona 1) San Isidro Chamac – Caserío Ixhual, San Isidro Chamac | 0.02 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 8 AWG Cobre | - - - | ---- | 1 | ---- | ---- | ---- |
| E = Sobre el asfalto, calle principal San Isidro Chamac, poste 9 - Enfrente templo católico San Isidro Labrador, San Isidro Chamac | 0.05 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 1 | ---- | ---- |
| F = Sobre el asfalto, calle principal San Isidro Chamac, poste 11 – Sobre la 3ª Ave zona 3, enfrente del ministerio de agricultura ganadería y alimentación, a un costado de la escuela oficial rural mixta Procopio Chávez Ramírez | 0.100 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | 1 | 1 | 1 | ---- |
| G = Sobre el asfalto, calle principal San Isidro Chamac, 5ª Ave zona 2 – 1ª calle "calle del cementerio", entre 5ª y 6ª Ave zona 2, San Isidro Chamac | 0.350 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 5 | 2 | ---- |
| H = 1ª calle "calle del cementerio", 5ª Ave zona 2 – 1ª calle "calle del cementerio", Ave las Flores zona 2, San Isidro Chamac | 0.250 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 5 | ---- | ---- |

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTACIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|---|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| H = 1ª calle "calle del cementerio", 5ª Ave zona 2 – 1ª calle "calle del cementerio", Ave las Flores zona 2, San Isidro Chamac | 0.250 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ----- | ---- | 5 | ---- | ----- |
| I = Sobre el asfalto, calle principal San Isidro Chamac, 6ª Ave zona 2 - Sobre la 2ª calle, sector sur zona 2 San Isidro Chamac | 0.9 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ----- | ---- | 14 | 1 | ----- |
| J = Sobre el asfalto, calle principal Santa Rita y 1ª calle dirección norte hacia cantón los Orozco, Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos – Sobre 5ª Ave, zona 3 San Isidro Chamac, San Pedro Sacatepéquez | 1.990 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ----- | 4 | 33 | 6 | ----- |
| K = Sobre 1ª calle, dirección norte hacia cantón los Orozco, Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 5 ubicado a 0.190 kilómetros de la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos – Cantón los Orozco, Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos | 0.375 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ----- | ---- | 7 | ---- | ----- |
| L = Una cuadra arriba de la escuela de autogestión sector norte, zona 4 San Isidro Chamac, poste 14 ubicado a 0.690 kilómetros de la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos – Sector norte, zona 4 San Isidro Chamac | 0.450 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ----- | ---- | 8 | 2 | ----- |

Continuación

| TRAMO Y UBICACIÓN | LONGITUD KM. | ESTRUCTURA DE LA RED | FASES | TIPO DE CONDUCTOR | | | POSTES DE MADERA CURADA | POSTES DE MADERA NO CURADA | POSTES DE CONCRETO | CORTA-CIRCUITOS | CUCHILLAS SECCIONADORAS |
|--|--------------|----------------------|-------|-------------------|----------------------|-------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|
| | | | | R | S | T | | | | | |
| M = Sector norte, zona 4 San Isidro Chamac, poste 19 ubicado a 0.990 kilómetros de la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos – Sector norte, zona 8 San Isidro Chamac | 0.750 | Derivación Nueva | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 13 | 1 | ----- |
| N = 6ª Ave "Avenida Marcelino Gonzáles", 1ª calle zona 3 San Isidro Chamac, poste 26 ubicado a 1.390 kilómetros de la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos – Sobre la 6ª Ave "Avenida Marcelino Gonzáles", zona 3 San Isidro Chamac | 0.200 | Derivación Antigua | S | -- -- - | No. 2 AWG ACSR | - - - | ---- | ---- | 3 | ---- | ----- |

Continuación

Tabla XXXIII. Transformadores de distribución área rural este, San Pedro Sacatepéquez S.M.

| NOMBRE/CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|--|------------------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| El centro, San Isidro Chamac | S | Sobre la calle "1 de febrero", zona 1 San Isidro Chamac (0.550 kilómetros desde el final de la "calzada Independencia", poste 5) | Monofásico | 1 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | Sobre el asfalto, calle principal San Isidro Chamac, zona 2 (1.1 kilómetros desde el final de la "calzada Independencia", poste 13) | Monofásico | 2 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | Sobre el asfalto, calle principal San Isidro Chamac, zona 2, enfrente de Tienda Doris (1.650 kilómetros desde el final de la "calzada Independencia", poste 25) | Monofásico | 3 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | Enfrente de la iglesia de Jesucristo de los últimos días, sobre asfalto, calle principal San Isidro Chamac, zona 2 (1.9 kilómetros desde el final de la "calzada Independencia", poste 31) | Monofásico | 4 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Aldea Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos | S | Sobre el asfalto, aldea Santa Rita (2.6 kilómetros desde el final de la "calzada Independencia", poste 43) | Monofásico | 5 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sector Oriente, Santa Rita 2 San Antonio Sacatepéquez, San Marcos | S | Sector Oriente, Santa Rita 2 sobre camino de tierra (3.05 kilómetros desde el final de la "calzada Independencia", poste 51) | Monofásico | 6 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Trafo p/blockera y trafo p/ usuarios de Agua Fría y Nahuala, San Isidro Chamac | S | Enfrente restaurante agua fría, poste 1 (0.075 kilómetros de la derivación a caserío Ixhual, poste 2, 0.335 kilómetros del punto de partida, poste 1, inicio calle 1 de febrero, zona 1 San Isidro Chamac) | Monofásico, monofásico | 7 | 10, 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Caserío Ixhual, San Isidro Chamac | S | Caserío Ixhual, poste 1 (0.02 kilómetros de la derivación a caserío Ixhual, poste 3, 0.410 kilómetros del punto de partida, poste 1, inicio calle 1 de febrero, zona 1 San Isidro Chamac) | Monofásico | 8 | 10 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón el centro, San Isidro Chamac | S | Enfrente del templo católico San Isidro Labrador, San Isidro Chamac, poste 1 (0.05 kilómetros de la derivación a sector oriente Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, poste 9) | Monofásico | 9 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Particular ministerio de agricultura ganadería y alimentación región San Marcos | S | Sobre la 3ª Ave zona 3, a un costado de la escuela oficial rural mixta Procopio Chávez Ramírez San Isidro Chamac | Monofásico | 10 | 25 | 7.6 KV | 2540/120 V |

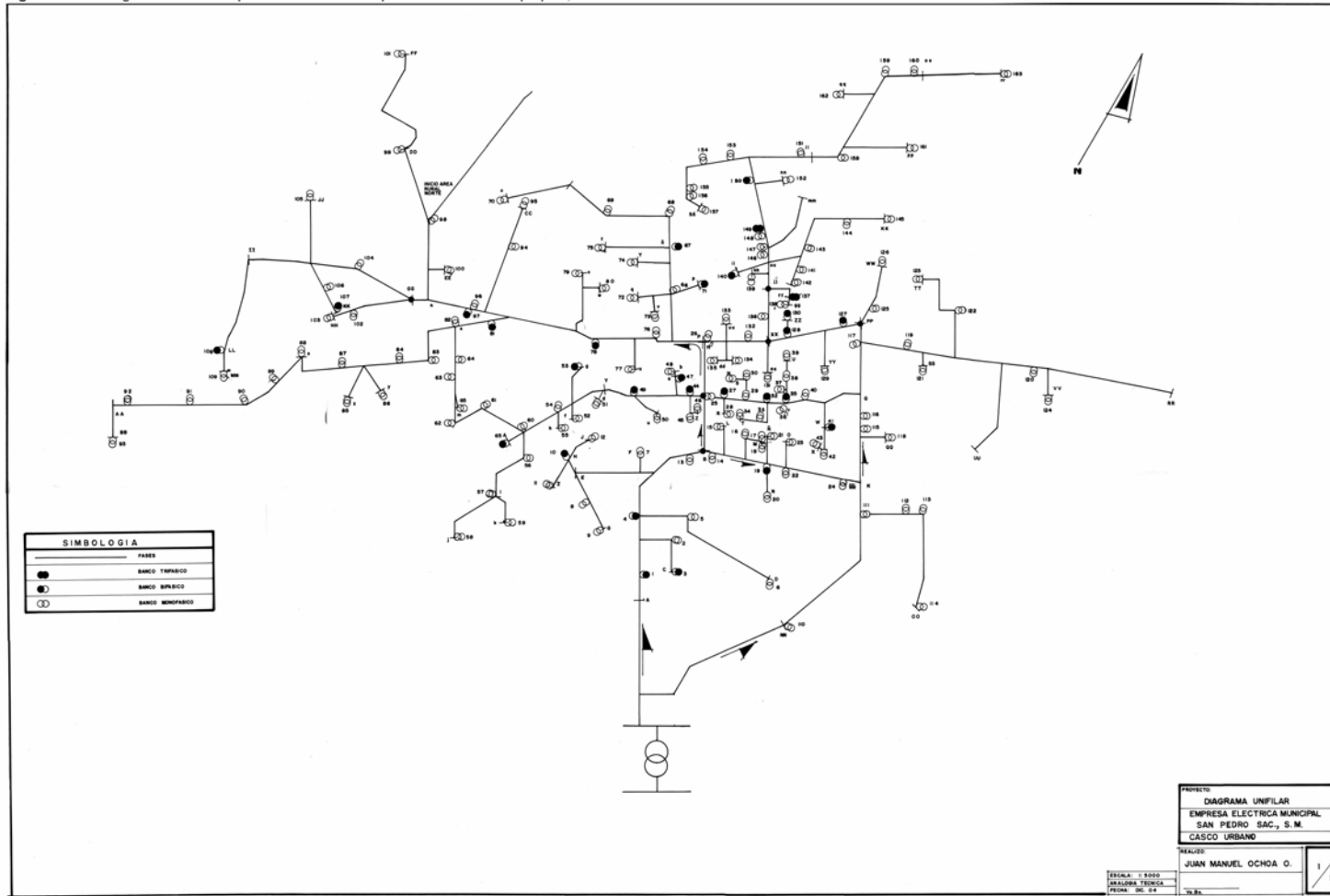
| NOMBRE / CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|--|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | 1ª calle "calle del cementerio", entre 5ª y 6ª Ave zona 2, San Isidro Chamac | Monofásico | 11 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | 1ª calle "calle del cementerio", Ave las Flores zona 2, San Isidro Chamac | Monofásico | 12 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | 2ª calle, 6ª Ave zona 2 San Isidro Chamac | Monofásico | 13 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 2, San Isidro Chamac | S | Sobre 2ª calle, sector sur zona 2 San Isidro Chamac | Monofásico | 14 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Aldea Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos | S | Sobre 1ª calle en dirección norte hacia cantón los Orozco, Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 3 (0.120 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 15 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 4, San Isidro Chamac | S | Zona 4, San Isidro Chamac poste 7 (0.340 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 16 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 4, San Isidro Chamac | S | Zona 4, San Isidro Chamac poste 12 (0.590 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 17 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 3, San Isidro Chamac | S | Sobre la 7ª Ave "Avenida Oscar Barrios" zona 3, San Isidro Chamac poste 20 (1.090 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 18 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 3, San Isidro Chamac | S | 1ª calle, 5ª Ave zona 3, San Isidro Chamac poste 29 (1.540 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 19 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

| NOMBRE / CLIENTE | FASES | LOCALIZACIÓN | TIPO | SECUENCIA | POTENCIA (KVA) | TENSIÓN PRIMARIA | TENSIÓN SECUNDARIA |
|---|-------|--|------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|
| Zona 3, San Isidro Chamac | S | Sobre la 5ª Ave zona 3, San Isidro Chamac poste 31 (1.690 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 20 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 3, San Isidro Chamac | S | Sobre la 5ª Ave zona 3, San Isidro Chamac poste 37 (1.990 kilómetros desde la derivación hacia sector oriente, Santa Rita 2, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, poste 37) | Monofásico | 21 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Cantón los Orozco, aldea Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos | S | Sobre 1ª calle, cantón los Orozco, Santa Rita, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos poste 7 (0.375 kilómetros desde la derivación hacia la 5ª Ave zona 3 San Isidro Chamac, poste 5) | Monofásico | 22 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sector norte, zona 4 San Isidro Chamac | S | Sector norte, zona 4 San Isidro Chamac, poste 8 (0.450 kilómetros desde la derivación hacia la 5ª Ave zona 3 San Isidro Chamac, poste 14) | Monofásico | 23 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sector norte, zona 4 San Isidro Chamac | S | Sector norte, zona 4 San Isidro Chamac, poste 5 (0.250 kilómetros desde la derivación hacia la 5ª Ave zona 3 San Isidro Chamac, poste 19) | Monofásico | 24 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Sector norte, zona 8 San Isidro Chamac | S | Sector norte, zona 8 San Isidro Chamac, poste 13 (0.750 kilómetros desde la derivación hacia la 5ª Ave zona 3 San Isidro Chamac, poste 19) | Monofásico | 25 | 15 | 7.6 KV | 240/120 V |
| Zona 3, San Isidro Chamac | S | Sobre la 6ª Ave "Avenida Marcelino Gonzáles" San Isidro Chamac, poste 3 (0.20 kilómetros desde la derivación hacia la 5ª Ave zona 3 San Isidro Chamac, poste 26) | Monofásico | 26 | 25 | 7.6 KV | 240/120 V |

Continuación

Figura 15 Diagrama unifilar Empresa Eléctrica Municipal San Pedro Sacatepéquez, S.M



171

171

Tabla XXXIV. Inventario de lámparas sistema de distribución EEM

| REGION | TIPO DE LAMPARA | POTENCIA (W) | CANTIDAD DE LAMPARAS | TENSION (V) |
|--------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|-------------|
| Área rural este | Vapor de mercurio | 175 | 75 | 240 |
| Área rural noreste | Vapor de mercurio | 175 | 88 | 240 |
| Área rural noroeste | Vapor de mercurio | 175 | 30 | 240 |
| Área rural norte | Vapor de mercurio | 175 | 158 | 240 |
| Área rural oeste | Vapor de mercurio | 175 | 89 | 240 |
| Área rural oeste parte 2 | Vapor de mercurio | 175 | 39 | 240 |
| Área rural sureste | Vapor de mercurio | 175 | 29 | 240 |
| Casco Urbano | Vapor de mercurio | 175 | 702 | 240 |
| | Alta presión de sodio | 250 | 22 | |

ANEXO

Tabla XXXIV. Detalle e integraciones de los consumos y usuarios por mes

| Mes | Datos | Fecha | Total |
|-------------------------------------|---------------------|----------|--------|
| Enero 2002 | Suma de consumo [W] | 31/01/02 | 753397 |
| | Usuarios | 31/01/02 | 9399 |
| Suma de consumo [W] Enero 2002 | | | 753397 |
| Usuarios Enero 2002 | | | 9399 |
| Febrero 2002 | Suma de consumo [W] | 28/02/02 | 875348 |
| | Usuarios | 28/02/02 | 9431 |
| Suma de consumo [W] Febrero 2002 | | | 875348 |
| Usuarios Febrero 2002 | | | 9431 |
| Marzo 2002 | Suma de consumo [W] | 31/03/02 | 736321 |
| | Usuarios | 31/03/02 | 9478 |
| Suma de consumo [W] Marzo 2002 | | | 736321 |
| Usuarios Marzo 2002 | | | 9478 |
| Abril 2002 | Suma de consumo [W] | 30/04/02 | 733801 |
| | Usuarios | 30/04/02 | 9502 |
| Suma de consumo [W] Abril 2002 | | | 733801 |
| Usuarios Abril 2002 | | | 9502 |
| Mayo 2002 | Suma de consumo [W] | 31/05/02 | 849114 |
| | Usuarios | 31/05/02 | 9521 |
| Suma de consumo [W] Mayo 2002 | | | 849114 |
| Usuarios Mayo 2002 | | | 9521 |
| Junio 2002 | Suma de consumo [W] | 30/06/02 | 786162 |
| | Usuarios | 30/06/02 | 9545 |
| Suma de consumo [W] Junio 2002 | | | 786162 |
| Usuarios Junio 2002 | | | 9545 |
| Julio 2002 | Suma de consumo [W] | 31/07/02 | 909430 |
| | Usuarios | 31/07/02 | 9552 |
| Suma de consumo [W] Julio 2002 | | | 909430 |
| Usuarios Julio 2002 | | | 9552 |
| Agosto 2002 | Suma de consumo [W] | 31/08/02 | 799598 |
| | Usuarios | 31/08/02 | 9582 |
| Suma de consumo [W] Agosto 2002 | | | 799698 |
| Usuarios Agosto 2002 | | | 9583 |
| Septiembre 2002 | Suma de consumo [W] | 30/09/02 | 822460 |
| | Usuario | 30/09/02 | 9628 |
| Suma de consumo [W] Septiembre 2002 | | | 822460 |
| Usuarios Septiembre 2002 | | | 9628 |

Fuente: Centro de informática, departamento de lectores, EEMSP año 2004.

Continuación

| Mes | Datos | Fecha | Total |
|------------------------------------|---------------------|----------|---------|
| Octubre 2002 | Suma de consumo [W] | 31/10/02 | 906772 |
| | Usuario | 31/10/02 | 9637 |
| Suma de consumo [W] Octubre 2002 | | | 906772 |
| Usuario Octubre 2002 | | | 9637 |
| Noviembre 2002 | Suma de consumo [W] | 30/11/02 | 825285 |
| | Usuario | 30/11/02 | 9697 |
| Suma de consumo [W] Noviembre 2002 | | | 825285 |
| Usuario Noviembre 2002 | | | 9697 |
| Diciembre 2002 | Suma de consumo [W] | 31/12/02 | 866848 |
| | Usuario | 31/12/02 | 9791 |
| Suma de consumo [W] Diciembre 2002 | | | 866848 |
| Usuario Diciembre 2002 | | | 9791 |
| Enero 2003 | Suma de consumo [W] | 31/01/03 | 916330 |
| | Usuarios | 31/01/03 | 9823 |
| Suma de consumo [W] Enero 2003 | | | 916330 |
| Usuarios Enero 2003 | | | 9823 |
| Febrero 2003 | Suma de consumo [W] | 28/02/03 | 856683 |
| | Usuarios | 28/02/03 | 9853 |
| Suma de consumo [W] Febrero 2003 | | | 856683 |
| Usuarios Febrero 2003 | | | 9853 |
| Marzo 2003 | Suma de consumo [W] | 31/03/03 | 970484 |
| | Usuarios | 31/03/03 | 9908 |
| Suma de consumo [W] Marzo 2003 | | | 970484 |
| Usuarios Marzo 2003 | | | 9908 |
| Abril 2003 | Suma de consumo [W] | 30/04/03 | 912842 |
| | Usuarios | 30/04/03 | 9929 |
| Suma de consumo [W] Abril 2003 | | | 912842 |
| Usuarios Abril 2003 | | | 9929 |
| Mayo 2003 | Suma de consumo [W] | 31/05/03 | 935619 |
| | Usuario | 31/05/03 | 9988 |
| Suma de consumo [W] Mayo 2003 | | | 935619 |
| Usuarios Mayo 2003 | | | 9988 |
| Junio 2003 | Suma de consumo [W] | 30/06/03 | 1053099 |
| | Usuario | 30/06/03 | 9995 |
| Suma de consumo [W] Junio 2003 | | | 1053099 |
| Usuarios Junio 2003 | | | 9995 |
| Julio 2003 | Suma de consumo [W] | 31/07/03 | 990236 |
| | Usuario | 31/07/03 | 10040 |
| Suma de consumo [W] Julio 2003 | | | 991967 |
| Usuarios Julio 2003 | | | 10046 |

Fuente: Centro de informática, departamento de lectores, Empresa Eléctrica Municipal San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, año 2004.

Continuación

| Mes | Datos | Fecha | Total |
|-------------------------------------|---------------------|----------|---------|
| Agosto 2003 | Suma de consumo [W] | 31/08/03 | 830275 |
| | Usuario | 31/08/03 | 10073 |
| Suma de consumo [W] Agosto 2003 | | | 830275 |
| Usuarios Agosto 2003 | | | 10073 |
| Septiembre 2003 | Suma de consumo [W] | 30/09/03 | 967434 |
| | Usuarios | 30/09/03 | 10122 |
| Suma de consumo [W] Septiembre 2003 | | | 967434 |
| Usuarios Septiembre 2003 | | | 10122 |
| Octubre 2003 | Suma de consumo [W] | 31/10/03 | 1131658 |
| | Usuarios | 31/10/03 | 10161 |
| Suma de consumo [W] Octubre 2003 | | | 1131658 |
| Usuarios Octubre 2003 | | | 10161 |
| Noviembre 2003 | Suma de consumo [W] | 30/11/03 | 865321 |
| | Usuarios | 30/11/03 | 10194 |
| Suma de consumo [W] Noviembre 2003 | | | 865321 |
| Usuarios Noviembre 2003 | | | 10194 |
| Diciembre 2003 | Suma de consumo [W] | 31/12/03 | 1087509 |
| | Usuarios | 31/12/03 | 10244 |
| Suma de consumo [W] Diciembre 2003 | | | 1087509 |
| Usuarios Diciembre 2003 | | | 10244 |
| Enero 2004 | Suma de consumo [W] | 31/01/04 | 1026012 |
| | Usuarios | 31/01/04 | 10293 |
| Suma de consumo [W] Enero 2004 | | | 1026012 |
| Usuarios Enero 2004 | | | 10293 |
| Febrero 2004 | Suma de consumo [W] | 29/02/04 | 1104780 |
| | Usuarios | 29/02/04 | 10327 |
| Suma de consumo [W] Febrero 2004 | | | 1104780 |
| Usuarios Febrero 2004 | | | 10327 |

Fuente: Centro de informática, departamento de lectores, Empresa Eléctrica Municipal San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, año 2004.

