



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación

“DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD ADECUADA DE USUARIOS POR
TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN ZONAS DE SANTA ELENA A NIVEL
DE BAJA TENSIÓN CONSIDERANDO EFICIENCIA ENERGÉTICA”

TESINA DE SEMINARIO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN POTENCIA

Presentado por:

MAX JIMMY RAMÍREZ MOLINA

LUIS ALBERTO BERNAL PINCAY

Guayaquil – Ecuador

Año 2015

AGRADECIMIENTO

A esta noble institución la cual ha sido uno de los pilares más importante en nuestra enseñanza, a los profesores que nos instruyeron con su sabiduría y sapiencia, a los trabajadores de la corporación eléctrica nacional (CNEL) Santa Elena que nos brindaron toda su colaboración, a la Ing. Paola Macías por toda su ayuda, a mi compañero de tesis, al Ing. Douglas Aguirre por toda su confianza.

Max Jimmy Ramírez Molina

A Dios por darme sabiduría y paciencia para seguir el camino correcto, a mis padres por su permanente apoyo todos estos años, a los profesores de esta noble institución por compartir su conocimiento y experiencia durante mi formación, a mi compañero de tesis y al Ing. Douglas Aguirre por su colaboración.

Luis Alberto Bernal Pincay

DEDICATORIA

Al todo poderoso Jehová por permitirnos ser parte de su maravillosa creación, y Al tesoro más grande que me ha dado la vida, mi familia.

Max Jimmy Ramírez Molina

A Dios por las bendiciones que recibo cada día de mi vida, a mis padres, a mi esposa y a mis hijos Josué y Joel que son el motor de mi vida.

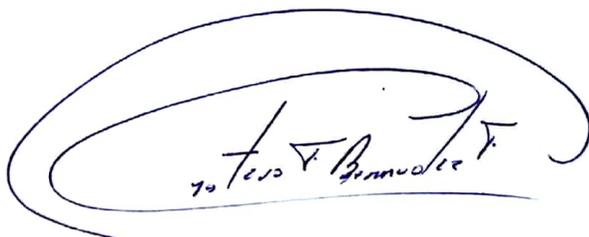
Luis Alberto Bernal Pincay

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



M.Sc. Douglas Aguirre Hernández

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN



Ing. Gustavo Bermúdez Flores

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesina, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Max Jimmy Ramírez Molina", is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Max Jimmy Ramírez Molina

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Luis Alberto Bernal Pincay", is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Luis Alberto Bernal Pincay

RESUMEN

La presente Tesina de graduación Eficiencia Energética Aplicada trata sobre cuán eficiente es la red secundaria para una gestión de demanda por parte de los abonados en el transformador de distribución instalados en tres diferentes zonas de estudio del sector residencial de la península de Santa Elena.

Durante mucho tiempo la energía eléctrica se ha convertido en un recurso muy importante para nuestra vida diaria, debido a que la energía no tiene la capacidad de almacenarse en grandes proporciones, por ende su uso debe ser utilizado de una manera responsable, no solo porque puede representar grandes ahorros monetarios para el usuario, sino que también representa menos contaminación al planeta.

En el estudio del uso eficiente de la energía se aplica conceptos aprendidos en clase con el fin de establecer bajo qué condiciones funciona el transformador de distribución en diferentes horarios y bajo condiciones de carga diferentes, con el fin de determinar si en el diseño de la red el transformador está funcionando bajo condiciones de sobrecarga o está sobredimensionado, en cualquiera de los dos casos, la inversión de las empresas eléctricas se ven afectadas económicamente.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iv
TRIBUNAL DE SUSTENCIÓN	v
DECLARACIÓN EXPRESA	vi
RESUMEN	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
INTRODUCCIÓN	xx
JUSTIFICACIÓN	xxi
OBJETIVOS	xxii
ALCANCE	xxiii

CAPÍTULO 1

Generalidades

1.2.	Sistema de transmisión	2
1.3.	Sistema de distribución.....	2
1.3.1.	Líneas primarias de distribución	3
1.3.2.	Transformador de distribución	4
1.3.3.	Líneas secundarias de distribución.....	5
1.3.4.	Acometida	6
1.3.5.	Medidor de energía	6
1.4.	Estructura del sistema de distribución	6
1.5.	Demanda.....	7
1.6.	Demanda máxima	7
1.7.	Carga conectada	9
1.8.	Capacidad de instalada	9
1.9.	Factor de demanda	10
1.10.	Factor de utilización.....	10
1.11.	Eficiencia energética.....	10
1.11.1.	Concepto de ahorro y eficiencia energética.....	10
1.11.2.	Diferencia de ahorro energético y eficiencia energética.....	11
1.11.3.	Importancia del ahorro energético	11
1.11.4.	Tipos de medidas de ahorro y eficiencia energética	12
1.12.	Panorama del mercado energético.....	12
1.12.1.	Situación energética mundial.....	12
1.12.2.	Situación energética nacional.....	13
1.12.3.	Parámetros técnicos del sistema	15
1.12.4.	Capacidad de generación e interconexiones	16
1.13.	Proyección de la demanda	19
1.13.1.	Comportamiento evolutivo de la demanda eléctrica en Ecuador.....	19

1.14. Transformador de distribución	21
1.14.1. Vida Útil.....	21
1.14.2. Esperanza de vida normal	23
1.14.3. Limitaciones de sobrecarga en transformadores	24
1.15. Tipos de cargas bajo diferentes condiciones	26
1.15.1. Carga para esperanza de vida normal bajo condiciones específicas	26
1.15.2. Carga para temperatura máxima del aceite	27
1.15.3. Cargas continuas basadas en pruebas del incremento de la temperatura promedio del devanado	28

CAPÍTULO 2

Datos Estadísticos

2.1. Panorama Santa Elena.....	7
2.2. Variables Exógenas.....	31
2.3. Variables Macroeconómicas.....	31
2.4. Producto Interno Bruto.....	32
2.5. Inflación	32
2.6. Mercado laboral Ecuatoriano	33
2.6.1. Pobreza y Desigualdad.....	33
2.6.2. Canasta familiar y salario nominal promedio	33
2.6.3. Turismo Santa Elena	34
2.7. Sistema actual.....	35
2.7.1. Levantamiento eléctrico.....	35
2.7.2. Infraestructura eléctrica de distribución	36
2.8. Evolución y comportamiento de la carga	41
2.9. Consumo de energía eléctrica del sector residencial	42
2.10. Distribución del consumo de energía eléctrica santa Elena.	44
2.11. Proyección de la Demanda.....	46

CAPÍTULO 3

Perspectiva Metodológica

3.1.	Selección de las zonas en estudio.....	48
3.1.1.	Zona 1.....	49
3.1.2.	Zona 2.....	50
3.1.3.	Zona 3.....	51
3.2.	Característica del transformador de distribución.....	53
3.3.	Característica del conductor secundario y acometida.....	54
3.4.	Características y tipos de alumbrado público.....	55
3.5.	Factor de potencia.....	58
3.5.1.	Equipos para lámparas de sodio	58
3.6.	Medición del consumo de energía eléctrica en los sectores de estudio	59
3.7.	Pérdidas	76
3.7.1.	Pérdidas técnicas	77
3.7.2.	Pérdidas no técnicas en un sistema de distribución.....	82
3.8.	Consumo máximo del transformador de distribución	87
3.9.	Curvas de carga	88
3.9.1.	Registro en la zona 1 del 20 - 26 de octubre del 2014.....	89
3.9.2.	Registro en la Zona 1 del 1 al 7 de diciembre del 2014	94
3.9.3.	Registro en la Zona 2 del 20 – 26 de octubre del 2014.....	99
3.9.4.	Registro en la Zona 2 del 1 al 7 de diciembre del 2014	104
3.9.5.	Registro en la Zona 3 del 20 al 26 de octubre del 2014.....	109
3.9.6.	Registro en la Zona 3 del 1 al 7 de diciembre del 2014	114

CAPÍTULO 4

Cálculo de Pérdidas Eléctricas

4.1. Pérdidas en alumbrado público	52
4.1.1. Zona 1	52
4.1.2. Zona 2	121
4.1.3. Zona 3	122
4.2. Selección de pérdidas en el transformador	123
4.2.1. Zona 1	123
4.2.2. Zona 2	123
4.2.3. Zona 3	124
4.3. Determinación de pérdidas no técnicas	125
4.4. Cálculo del consumo máximo de potencia	125
4.4.1. Zona 1	126
4.4.2. Zona 2	127
4.4.3. Zona 3	127
4.5. Análisis de resultados	129
4.6. Reglamentaciones y normas relativas al sector residencial de Santa Elena .	131
4.6.1. Norma acm0002	131
4.6.2. Norma de medio ambiente ISO 50001	133

Conclusiones y recomendaciones

Recomendaciones	137
-----------------------	-----

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

CO ₂	Dióxido de Carbono
CONELEC	Consejo nacional de electrificación
D	Demanda eléctrica
FERUM	Financiamiento del Programa de energización rural y electrificación urbana marginal
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
PEA	Población Económicamente Activa
PIB	Producto Interno Bruto
SIN	Sistema Nacional Interconectado
SIGOB	Sistema de Gestión para la Gobernabilidad
T	Tiempo
KVA	Kilo Voltio Amperio
KVAR	Kilo Voltio Amperio Reactivo
KW	Kilo Watt

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Potencias de centrales eléctricas en el sistema eléctrico nacional. ...	17
Tabla 2	Número de habitantes por cantón	31
Tabla 3	Centrales Térmicas en Santa Elena.....	36
Tabla 4	Sub-Estaciones y alimentadoras en CNEL Santa Elena.....	41
Tabla 5	Proyección de la demanda al año 2022	42
Tabla 6	Tarifas en baja tensión.....	43
Tabla 7	Proyección de la demanda de potencia máxima.....	44
Tabla 8	Número de abonados por sector.....	45
Tabla 9	Características técnicas en la zona 1.....	50
Tabla 10	Características técnicas en la zona 2.....	51
Tabla 11	Características técnicas en la zona 3.....	52
Tabla 12	Capacidad nominal del transformador	53
Tabla 13	Especificaciones técnicas del transformador de distribución	54
Tabla 14	Calibre del cable en la red eléctrica	55
Tabla 15	Tipos de luminaria en alumbrado público.....	56
Tabla 16	Cantidad de luminarias en las diferentes zonas de estudio	57
Tabla 17	Luminarias con alto factor de potencia.....	58
Tabla 18	Luminarias con bajo factor de potencia.....	58
Tabla 19	Consumo de potencia en Octubre del Transformador 1	62

Tabla 20	Consumo de potencia en Diciembre del Transformador 1	65
Tabla 21	Consumo de potencia en Octubre del Transformador 2	68
Tabla 22	Consumo de potencia en Diciembre del Transformador 2	70
Tabla 23	Consumo de potencia en Octubre del Transformador 3	73
Tabla 24	Consumo de potencia en Diciembre del Transformador 3	76
Tabla 25	Pérdidas en vacío y total máxima permitida (Unidad en W) ⁶	79
Tabla 26	Pérdida de potencia en lámparas tipo Cobra	80
Tabla 27	Desglose de energía disponible y pérdidas según meta SIGOB en el sistema de distribución a Diciembre del 2010. ⁸	87
Tabla 28	Consumo de Potencia de Octubre del Transformador 1	93
Tabla 29	Consumo de Potencia de Diciembre del Transformador 1	98
Tabla 30	Consumo de Potencia de Octubre del Transformador 2	103
Tabla 31	Consumo de Potencia de Diciembre del Transformador 2	108
Tabla 32	Consumo de Potencia de Octubre del Transformador 3	113
Tabla 33	Consumo de Potencia de Diciembre del Transformador 3	118
Tabla 34	Potencia Aparente Máxima en las zonas 1,2 y 3	119
Tabla 35	Potencia consumida, potencia nominal y diferencia porcentual	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1	Demanda máxima y demanda instantánea.....	8
Figura 1. 2	Curva de carga	9
Figura 1. 3	Evolución de la capacidad de potencia en el sistema eléctrico	19
Figura 1. 4	Evolución de la demanda eléctrica en el Ecuador	20
Figura 2. 1	Sistema de transmisión en Santa Elena	37
Figura 2. 2	Distribución del consumo eléctrico en Santa Elena	46
Figura 3. 1	Curva de Carga de Octubre del Transformador 1 en el día lunes	89
Figura 3. 2	Curva de Carga de Octubre del Transformador 1 el día martes ...	89
Figura 3. 3	Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día miércoles	90
Figura 3. 4	Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día jueves.....	90
Figura 3. 5	Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día viernes....	91
Figura 3. 6	Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día sábado ...	91
Figura 3. 7	Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día domingo .	92
Figura 3. 8	Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día lunes ...	94
Figura 3. 9	Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día martes .	94
Figura 3. 10	Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día miércoles	95
Figura 3. 11	Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día jueves .	95

Figura 3. 12 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día viernes	96
Figura 3. 13 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día sábado	96
Figura 3. 14 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día domingo	97
Figura 3. 15 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día lunes.....	99
Figura 3. 16 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día martes	99
Figura 3. 17 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día miércoles	100
Figura 3. 18 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día jueves...	100
Figura 3. 19 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día viernes..	101
Figura 3. 20 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día sábado .	101
Figura 3. 21 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día domingo	102
Figura 3. 22 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día lunes .	104
Figura 3. 23 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día martes	104
Figura 3. 24 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día miércoles	105
Figura 3. 25 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día jueves	105
Figura 3. 26 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día viernes	106

Figura 3. 27 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día sábado	
.....	106
Figura 3. 28 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día domingo	
.....	107
Figura 3. 29 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día lunes.....	109
Figura 3. 30 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día martes ..	110
Figura 3. 31 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día miércoles	
.....	110
Figura 3. 32 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día jueves...	111
Figura 3. 33 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día viernes..	111
Figura 3. 34 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día sábado .	112
Figura 3. 35 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día domingo	112
Figura 3. 36 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día lunes .	114
Figura 3. 37 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día martes	114
Figura 3. 38 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día miércoles	
.....	115
Figura 3. 39 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día jueves	115
Figura 3. 40 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día viernes	
.....	116

Figura 3. 41 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día sábado	
.....	116
Figura 3. 42 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día domingo	
.....	117

INTRODUCCIÓN

La red de distribución en cualquier sistema eléctrico debe ser diseñada a partir de las características de su razón de ser, el consumidor. A medida que una sociedad es más desarrollada consume más energía. Pero esta energía proveniente del petróleo, carbón y gas natural no se renueva y simplemente se va perdiendo año tras año. Es por esto que un buen concepto de Eficiencia Energética e ingeniería es fundamental para reducir estos efectos.

En la actualidad el factor fundamental que rige cualquier diseño de un sistema de distribución lo constituye la confiabilidad que no es más que el hecho de minimizar las afectaciones del servicio al consumidor.

Una estrategia de gestión de energía es por ejemplo el uso de nuevas tecnología de artefactos ahorradores, buscando siempre su efecto en el ahorro energético disminuyendo la planilla eléctrica del consumidor. Este beneficio también será para las empresas eléctricas comercializadoras de energía ya que podrán mejorar su infraestructura técnica a un nivel más confiable.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se observa sistemas de distribución poco confiables, con transformadores saturados debido al incremento de carga de los abonados, éste incremento está relacionado con el aumento del nivel económico y el confort que demandan los clientes en sus hogares.

La razón más importante para realizar este proyecto es determinar bajo qué circunstancias está funcionando el transformador de distribución en las diferentes zonas de estudio de la provincia de Santa Elena y determinar si el diseño de la red de distribución en estudio es el correcto y si el dimensionamiento del transformador de distribución bajo las diferentes condiciones de carga es el adecuado, de lo contrario se hace un breve análisis para determinar las condiciones ideales de la cantidad de abonados que se deberían tener para lograr un sistema estable, que trabaje de forma eficientemente y confiable.

Tener un sistema confiable y eficiente representa para una empresa eléctrica grandes ahorros monetarios, de lo contrario, tener un sistema ineficiente representa grandes pérdidas de dinero.

OBJETIVOS

Objetivo General

Describir brevemente las pérdidas de energía en un sistema de distribución.
Dar a conocer de qué manera influye el incremento del número de abonados en el transformador y sistema de distribución.

Objetivo específico

Estudiar el comportamiento de un transformador de distribución bajo diferentes horarios de carga y condiciones ambientales dadas.

Analizar las curvas de carga de un transformador de distribución en el secundario.

Determinar el ahorro que se alcanza al seleccionar de manera adecuada la capacidad de un transformador.

Determinar las condiciones que se deben presentar, para que el dimensionamiento de transformador sea considerado adecuado.

ALCANCE

El desarrollo de esta tesis está orientada a determinar el grado de potencia que entrega un transformador de distribución para determinar si funciona bajo condiciones de sobrecarga o de manera breve mencionar si se encuentra sobredimensionado considerando además las pérdidas que se originan en el alumbrado público, las pérdidas en el transformador de distribución y las pérdidas no técnicas las cuales se desarrollan en los capítulos posteriores.

Los registros de los transformadores que se van a estudiar se los obtiene de medidores totalizadores instalados en la península de Santa Elena puntualmente en los cantones de Libertad, Salinas y Santa Elena.

Las curvas de carga que se consideran en el estudio corresponden a los meses de octubre y diciembre del 2014, se considera 1 semana de cada mes y los datos se los registra en las tablas que se muestran en los siguientes capítulos.

Finalmente comparamos los valores picos de potencia aparente obtenidos mediante registros de las curvas de carga y las comparamos con los valores nominales del transformador.

Es importante diseñar un sistema de distribución confiable, porque realizarlo de una manera errónea, representa grandes pérdidas monetarias para la empresa distribuidora además del malestar a los abonados conectados a la red.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

Un sistema eléctrico comprende la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. El estudio de un sistema eléctrico prácticamente se lo estudia por separado debido a su complejidad, por un lado la generación y transmisión, por el otro la distribución.

1.1. Sistema de generación

Es la energía creada a partir de diferentes fuentes las cuales se las puede clasificar como renovables y tradicionales.

Las centrales renovables son las geotérmica, fotovoltaica, eólica y biomasa.

Las centrales tradicionales son las Hidroeléctricas, termoeléctricas y nucleares.

1.2. Sistema de transmisión

Son los elementos que cumplen la función de transportar la energía eléctrica hacia los consumidores finales a través de grandes distancias.

Generalmente se utilizan voltajes elevados del orden de los 220KV hasta los 500KV denominados altos voltaje y que pasan por el transformador de potencia (Subestaciones) que se encargan de elevar o reducir la tensión con el único fin de reducir las pérdidas por efecto Joule.

La transmisión se realiza a través de conductores que por lo general son de acero, cobre o aluminio, que son sostenidos por torres de alta tensión y que están expuestos a las altas temperaturas, tensiones mecánicas y a las diferentes condiciones atmosféricas.

1.3. Sistema de distribución

Es el conjunto de elementos eléctricos encargados de conducir la energía eléctrica a los abonados de una localidad desde la subestación eléctrica.

De manera general se puede mencionar como elementos eléctricos a las líneas de distribución primarias, el transformador de distribución, las líneas de distribución secundarias, la acometida y los medidores de energía.

Un sistema de distribución debe estar bien diseñado para que contemple un futuro incremento de carga, o en momentos de contingencia, el sistema presente un servicio continuo de energía a los clientes, o por lo menos que la mayor parte de los abonados no sean afectados ante una falla eléctrica.

Para esto se debe programar mantenimientos periódicos en los diferentes elementos que lo componen y con personal especializado para que realice las actividades de manera eficiente y confiable.

1.3.1. Líneas primarias de distribución

Son los cables encargados de transportar la energía desde la subestación de potencia hasta el transformador de distribución. Estructuralmente está compuesta por troncales y ramales. Los troncales son conductores de mayor calibre, generalmente se usan 4/0 AWG y 336 KCM.

Los ramales son derivaciones de las troncales y de calibre inferior, generalmente se usan calibres 1/0, 6, 4 y 6 AWG.

Por lo general los transformadores de distribución son conectados a los ramales del sistema de distribución.

1.3.2. Transformador de distribución

Son los encargados de reducir la tensión primaria a los valores estándares de la tensión secundaria con el fin de que los usuarios puedan utilizarla sin necesidad de realizar instalaciones peligrosas adicionales y costosas.

La capacidad del transformador se selecciona en función de la magnitud de la carga, debiéndose cuidar los factores que influyen directamente en ella como lo son el factor de demanda y el factor de coincidencia.

Dependiendo del sistema eléctrico se utilizan del tipo aéreo o subterráneos, se considera que un transformador es de distribución cuando no excede los 1000KVA y su tensión primaria no excede los 34.5 KV y la secundaria no excede los 1000 Voltios.

Existen diversas maneras de clasificar los transformadores de distribución, una de ellas es la de clasificarlo según el medio aislante y de enfriamiento. Desde esta manera podemos considerar dos tipos de transformadores: Tipo seco y tipo líquido.

Los de tipo seco son enfriados y aislados con aire, este tipo de transformador normalmente se lo utiliza en aplicaciones industriales o comerciales, donde la utilización del aceite representa un riesgo para los bienes inmuebles de las edificaciones.

Los transformadores con enfriamiento líquido se pueden clasificar a su vez según su composición en: Aceite, líquido no biodegradable y biodegradable.

Los transformadores en aceite son ampliamente utilizados en las redes aéreas de distribución, los transformadores no biodegradable son de uso reducido debido a la toxicidad que representan para los operarios.

Los transformadores con enfriamiento biodegradable tienen gran acogida, especialmente en los Estados Unidos debido a la descomposición de la sustancia usada en el ambiente.

1.3.3. Líneas secundarias de distribución

Son las líneas que salen desde el transformador de distribución hasta la conexión con la acometida de los abonados.

1.3.4. Acometida

Las empresas eléctricas son las encargadas de suministrar energía a los clientes desde las líneas primarias o secundarias hasta el medidor, dependiendo de la magnitud de la carga.

1.3.5. Medidor de energía

Son equipos que las empresas eléctricas proporcionan a los abonados y que dependiendo del tipo de acometida registran la lectura en media o baja tensión. Los medidores de energía son los que ligan las líneas de distribución de las empresas eléctricas con la red doméstica del usuario.

1.4. Estructura del sistema de distribución

La estructura que define un sistema de distribución depende de las condiciones y del requerimiento de carga, las condiciones geográficas y la confiabilidad que los usuarios requieren en el sistema.

El diseñador del sistema de distribución puede estimar todos los parámetros para el diseño del sistema, pero la carga es un parámetro difícil

de predecir y se requiere de ciertas consideraciones para pronosticar la magnitud de la carga.

El conocer el factor de la carga es de gran utilidad para predecir el valor de la demanda máxima, que es un parámetro indispensable para el diseño del sistema, con el que se realizan cálculos de regulación y la capacidad de conducción de los elementos de la red. Se puede clasificar las cargas según el tipo de perfil de la demanda en el tiempo las cuales pueden ser: Comercial, Industrial y Residencial.

1.5. Demanda

Al valor de la potencia demandada normalmente se la conoce como demanda. La potencia se la define como la relación de la energía transmitida y el tiempo, es decir, es la variación de la energía consumida a través del tiempo.

1.6. Demanda máxima

En un sistema de distribución se define como demanda máxima al mayor de todas las demandas durante un periodo específico de tiempo. Normalmente con este valor se realizan cálculos de regulación y de capacidad de conducción.

En un sistema se puede tener demandas súbitas por un corto periodo de tiempo, las cuales no son consideradas como demandas máximas, por ejemplo el arranque de un motor que alcanza una demanda D_2 en un periodo de tiempo T_2 , y una demanda D_1 menor a D_2 en un periodo de tiempo T_1 .

Se considera como demanda súbita a D_2 ya que ocurre en un periodo de tiempo casi instantáneo, si comparamos los dos periodos de tiempo vamos a tener que $T_2 \ll T_1$. Es por esta razón que se considera como demanda máxima a D_1 .

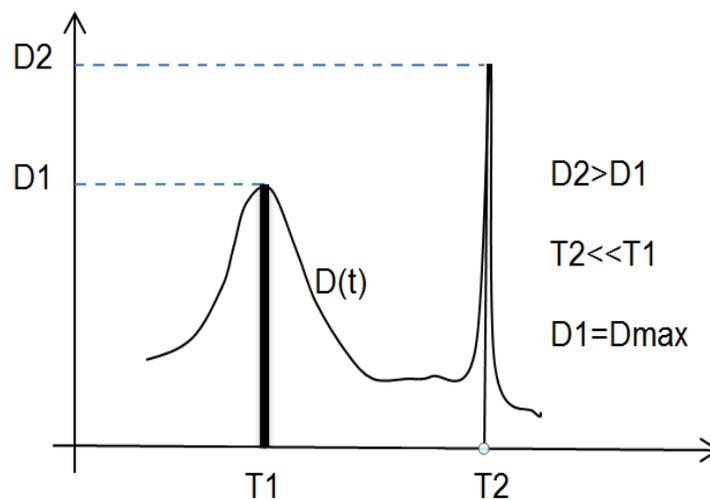


Figura 1. 1 Demanda máxima y demanda instantánea

1.7. Carga conectada

Se define como carga conectada a la suma de las potencias nominales de los equipos que utilizan la energía.

1.8. Capacidad de instalada

Es la suma de las potencias nominales de los equipos que suministran energía, comúnmente se encuentra limitada por la capacidad de los transformadores y generadores del sistema.

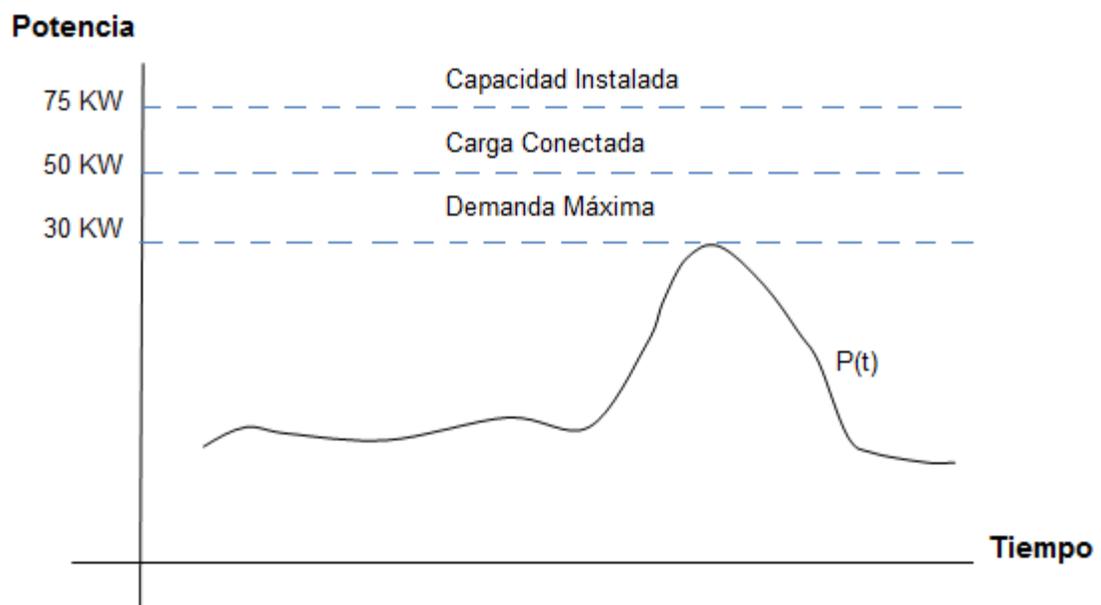


Figura 1. 2 Curva de carga

1.9. Factor de demanda

Se define como la relación que existe entre la demanda máxima y la carga conectada.

1.10. Factor de utilización

Se define como la relación que existe entre la demanda máxima de un sistema y su capacidad de instalada.

1.11. Eficiencia energética

1.11.1. Concepto de ahorro y eficiencia energética

La eficiencia energética y el ahorro energético se definen como el acto de efectuar un gasto de energía menor que el habitual, consiste en la optimización del consumo energético con el propósito de disminuir el consumo de energía eléctrica no necesaria.

1.11.2. Diferencia de ahorro energético y eficiencia energética

Si hablamos de ahorro energético hablamos de un cambio en los hábitos de consumo, es decir consiste en reducir el consumo de energía mediante cambios concretos.

La eficiencia energética consiste en minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda diaria, es decir consumimos menos manteniendo el mismo nivel de confort; consiste en la sustitución de un equipo por otro, que con las mismas características consuma menos electricidad.

1.11.3. Importancia del ahorro energético

Ahorro energético significa disminución del consumo de energía, es la forma más sencilla y eficaz de disminuir las emisiones contaminantes a la atmósfera como el CO₂ y otros gases contaminantes de efecto de invernadero.

Los ahorros del consumo de energía mejora las finanzas de las empresas eléctricas, y como clientes nos permiten ahorrar dinero. Tiene otras ventajas adicionales para el medio ambiente y la salud

humana, vivimos en un ambiente más limpio y menos contaminado.

1.11.4. Tipos de medidas de ahorro y eficiencia energética

Para lograr el ahorro y eficiencia energética la podemos definir de la siguiente manera:

Medidas de carácter tecnológico.

Medidas de carácter ecológico.

Medidas de carácter económicos.

Medidas de carácter de normativas, fiscales y de gestión.

Medidas de carácter para un consumo responsables (cultura).

1.12. Panorama del mercado energético

1.12.1. Situación energética mundial

La energía a nivel mundial, va en acelerado ritmo evolutivo de la productividad, eficiencia y organización social para el desarrollo económico; mientras que la demanda con crecientes volúmenes de

inversión para incrementar la oferta y la calidad de los factores energéticos son los que promueven la modernización de la infraestructura nacional.

Los aumentos de la demanda de energía a escala mundial considerándose que la producción sigue basándose fundamentalmente en el petróleo, el carbón y el gas natural.

En este contexto la limitación de las fuentes productoras de energía eléctrica es una preocupación por ello el uso de un plan estratégico de ahorro y eficiencia de energía es de vital importancia para el desarrollo de un país.

1.12.2. Situación energética nacional

La expedición del Mandato Constituyente No. 15, de 23 de julio de 2008, publicado en el Registro Oficial No. 393, el 31 de julio de 2008, estableció acciones inmediatas y determinó nuevos lineamientos para el sector eléctrico ecuatoriano, basados fundamentalmente en los siguientes aspectos:

a) Tarifa única a aplicarse, a usuario final, por parte de las empresas eléctricas de distribución.

- b) Eliminación del concepto de costos marginales para la determinación del costo del segmento de generación.
- c) Financiamiento de los planes de inversión en generación, transmisión y distribución, a través del Presupuesto General del Estado.
- d) Reconocimiento mensual, por parte del Estado, de las diferencias entre los costos de generación, transmisión y distribución y la tarifa única para el consumidor final.
- e) Financiamiento del Programa de energización rural y electrificación urbano marginal – FERUM, a través del Presupuesto General del Estado.

Adicionalmente, el mismo mandato dispuso que las empresas de generación, distribución y transmisión, en las que el Estado Ecuatoriano tiene participación accionaria mayoritaria, extingan, eliminen y/o den de baja todas las cuentas por cobrar y pagar de los rubros correspondientes a la compra-venta de energía, peaje de transmisión y combustible destinado para generación.

De la misma forma, se inició un proceso de reestructuración de las empresas eléctricas para conformar nuevas sociedades que manejen de forma eficaz y eficiente el sector en su conjunto; es así como se crearon la Corporación Nacional de Electricidad S.A. - CNEL- y la Corporación Eléctrica del Ecuador S.A. -CELEC-.

CNEL asumió, a partir del 10 de marzo de 2009, los derechos y obligaciones para operar en el sector eléctrico nacional como empresa distribuidora de electricidad, agrupando a: Empresa Eléctrica Esmeraldas S.A.; Empresa Eléctrica Regional Manabí S.A.; Empresa Eléctrica Santo Domingo S.A.; Empresa Eléctrica Regional Guayas-Los Ríos S.A.; Empresa Eléctrica Los Ríos C.A.; Empresa Eléctrica Milagro C.A.; Empresa Eléctrica Península de Santa Elena S.A.; Empresa Eléctrica El Oro S.A.; Empresa Eléctrica Bolívar S.A.; y, Empresa Eléctrica Regional Sucumbíos S.A.; las cuales funcionan actualmente como gerencias regionales.

1.12.3. Parámetros técnicos del sistema

A continuación se muestran los principales indicadores del comportamiento del sector eléctrico ecuatoriano en el año 2010, y la evolución que han tenido dichos parámetros en los últimos años

en las etapas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

1.12.4. Capacidad de generación e interconexiones

El porcentaje de participación del S.N.I. en el sector eléctrico ecuatoriano a diciembre del 2010 fue del 88,28% (4.203,53 MW), mientras que los Sistemas no incorporados fueron del 11,72% (557,87 MW). A nivel nacional, el aporte de la energía termoeléctrica fue del 51,46% (2.450,38 MW), de la hidroeléctrica el 46,52% (2.215,19 MW), en tanto que el 2,01% (95,82 MW) correspondió a energía renovable no convencional.

La crisis energética que se presentó entre octubre de 2009 e inicios de 2010, hizo necesaria la instalación inmediata de siete nuevos grupos de generación termoeléctrica General Electric, de 22 MW de capacidad cada uno (seis en la central Pascuales II y uno en Miraflores); y el arrendamiento de unidades termoeléctricas de 130 MW y 75 MW con las empresas Energy Internacional y APR Energy LLC, respectivamente.

En la siguiente tabla se muestra la potencia de cada una de las centrales que existen en el sistema eléctrico nacional.

SISTEMA	TIPO DE CENTRAL	POTENCIA NOMINAL (MW)	POTENCIA EFECTIVA (MW)
S.N.I	Hidráulica	2.238,30	2.211,54
	Térmica MCI	625,48	558,09
	Térmica Turbogas	976,74	897,5
	Térmica Turbovapor	446	443
	Térmica turbovapor	101,3	93,4
Total S.N.I		4.387,82	4.203,53
No incorporado	Eólica	2,4	2,4
	Fotovoltaica	0,02	0,02
	Hidráulica	4,11	3,65
	Térmica Turbogas	634,08	464,4
	Térmica Turbovapor	102,25	76,4
	Térmica turbovapor	12	11
Total No Incorporado		754,86	557,87
Total General		5.142,68	4.761,39

Tabla 1 Potencias de centrales eléctricas en el sistema eléctrico nacional.

La capacidad total nominal de las fuentes de energía renovable en el país representan el 2,02 % (103,72 MW), lo que demuestra el aún incipiente desarrollo de este tipo de energías en el Ecuador.

Adicionalmente, en el S.N.I. se cuenta con inter- conexiones eléctricas internacionales con Colombia y Perú; totalizando 650

MW nominales y 635 MW efectivos, distribuidos de la siguiente forma:

540 MW nominales y 525 MW efectivos a través de dos líneas de transmisión Pomasqui Jamondino, a 230 kV, doble circuito, y operación sincronizada con el sistema eléctrico colombiano. Además de una línea de transmisión, Panamericana-Tulcán, a 138 kV, por la cual se transfiere parte de la demanda requerida por el sistema de la Empresa Eléctrica Regional Norte, que opera en forma radial.

110 MW nominales y 110 MW efectivos a través de la línea Zorritos-Machala, de 230 kV, que opera en forma radial con el sistema eléctrico peruano.

En la tabla 1.2. Se indica la evolución de la capacidad de potencia efectiva en el S.N.I. en el periodo 2000-2010 y muestra que la potencia efectiva hidráulica se incrementó en 30,2% y la térmica en 34,8%.

Se destaca el hecho de que la generación térmica en el año 2010, representa el 47,4% de la potencia efectiva del S.N.I.

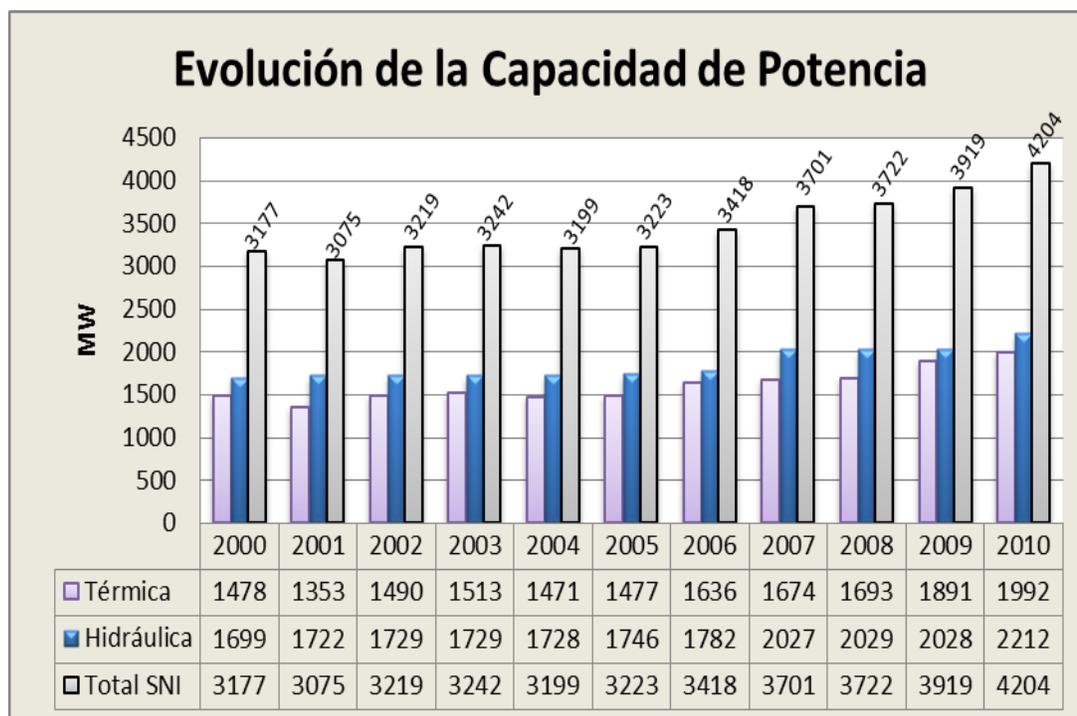


Figura 1. 3 Evolución de la capacidad de potencia en el sistema eléctrico

1.13. Proyección de la demanda

1.13.1. Comportamiento evolutivo de la demanda eléctrica en Ecuador

La demanda de energía y potencia del sistema eléctrico ecuatoriano ha mantenido un crecimiento sostenido durante la última década, registrándose una tasa media de crecimiento anual

de energía en el período 2001 - 2010 de 6,3%; la mayor tasa de crecimiento fue de 8,1% en el año 2006 y la menor fue de 3,7% en el año 2001. En el 2010, el consumo de energía del país creció 835 GWh respecto al 2009, convirtiéndose en el mayor incremento de la última década. En la Fig. 1.3. Se observa la evolución del consumo de energía eléctrica en Ecuador hasta el año 2010.

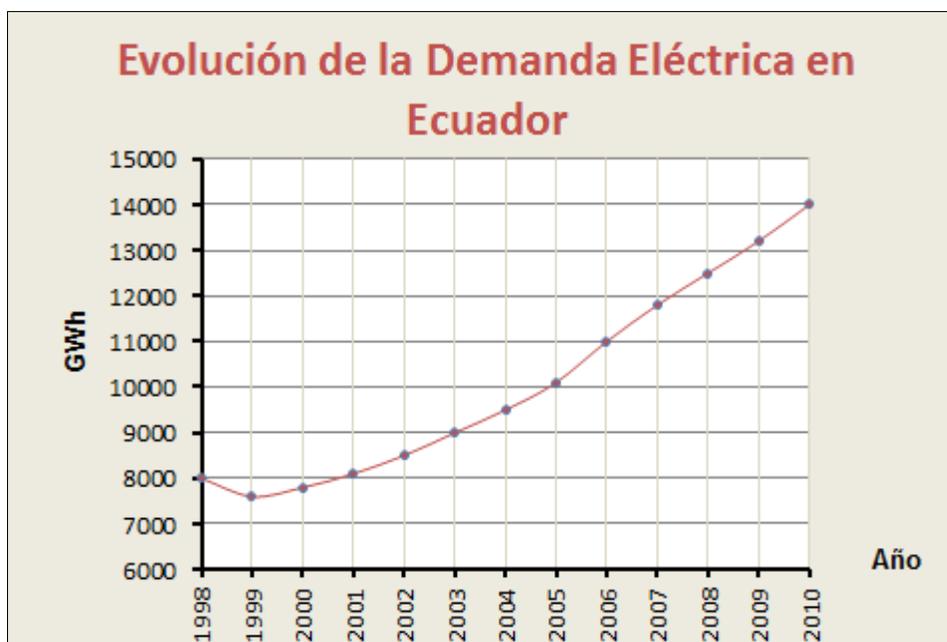


Figura 1. 4 Evolución de la demanda eléctrica en el Ecuador

1.14. Transformador de distribución ¹

1.14.1. Vida Útil

La esperanza de vida de los transformadores de distribución a cualquier temperatura de operación no se conoce con precisión. La información dada respecto a las pérdidas de la vida del aislamiento a elevadas temperaturas es considerada conservadora. Los efectos de la temperatura sobre la vida del aislamiento son investigados continuamente, por lo que nuevos datos pudieran afectar futuras revisiones de este trabajo.

Ya que los efectos acumulativos de la temperatura y el tiempo en el deterioro del aislamiento del transformador no están establecidos, no es posible predecir con un gran grado de precisión la extensión de la vida del transformador aún bajo condiciones constantes o controladas, y mucho menos para condiciones variables de servicio.

[1] CONELEC Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

El deterioro del aislamiento está generalmente caracterizado por una reducción en la fuerza mecánica y en la fuerza dieléctrica, pero estas características no tienen que estar necesariamente relacionadas de forma directa.

En algunos casos, el aislamiento en débiles condiciones tendrá suficientes cualidades aislantes para soportar la operación eléctrica normal y los esfuerzos mecánicos.

Un transformador teniendo aislamiento en estas condiciones puede continuar en servicio por muchos meses y hasta años, si no sufre otros disturbios. Por otra parte, cualquier movimiento inusual de los conductores, como los que pueden ser causados por la expansión de estos debido al calor resultante del esfuerzo por una sobrecarga o debidos a grandes fuerzas electromagnéticas resultantes del cortocircuito, pueden perturbar la debilidad mecánica del aislamiento y producir fallas entre espiras o entre capas del devanado.

1.14.2. Esperanza de vida normal ²

La carga básica de un transformador de distribución para esperanza de vida normal es una carga continua a salida nominal cuando opera por debajo de las condiciones normales de servicio. Se asume que esta operación por debajo de estas condiciones es equivalente a una operación a una temperatura ambiente constante de 30° C. La temperatura del punto más caliente del conductor es el factor principal en la determinación de la vida debido a la carga.

La medición directa de la temperatura del punto más caliente puede no ser práctica en diseños comerciales. Los indicadores de temperaturas del punto más caliente tienen por tanto que ser obtenidos por pruebas hechas en el laboratorio y por modelos matemáticos. La temperatura del punto más caliente para carga nominal es la suma de la temperatura promedio del enrollado más un margen, usualmente de 15°C.

[2] CONELEC Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

La esperanza de vida normal se obtiene cuando la temperatura del punto más caliente del devanado es 110° C constantemente. Para transformadores en aceite en operación continua por debajo de las condiciones anteriores esta temperatura ha sido limitada a un máximo de 110° C. Los modelos de pruebas de los transformadores de potencia y de distribución indican que la esperanza de vida normal a una temperatura constante del punto más caliente de 110° C, es 20.55 años.

1.14.3. Limitaciones de sobrecarga en transformadores ³

Cuando los transformadores de distribución están cargados por encima de los valores nominales otras limitaciones pueden ser encontradas. Entre estas limitaciones están la expansión del aceite, la presión en unidades selladas y la capacidad térmica de los bushings; terminales, cambios de tap o equipamientos asociados como cables, reactores, interruptores automáticos, fusibles, y transformadores de corriente.

[3] CONELEC Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

Cualquiera de estos accesorios puede limitar la carga a menos de la capacidad del aislamiento del devanado. Los fabricantes, deben por lo tanto, ser consultados antes de cargar los transformadores por encima de la carga nominal.

La operación a temperaturas del punto más caliente por encima de 140° C puede causar la emisión de gases en el aislamiento sólido y en el aceite. Esta emisión de gases puede producir un riesgo potencial a la integridad de la fuerza del dieléctrico del transformador. Los transformadores de distribución son a veces instalados en celdas soterradas de mínimo tamaño con ventilación natural a través del suelo. En este tipo de instalación la temperatura ambiente es más alta que la del aire exterior.

El incremento de temperatura depende del diseño de las celdas, el área de las aberturas de ventilación y las estructuras adyacentes soterradas. Por tanto, el incremento en la temperatura ambiente efectiva para pérdidas en el transformador debe ser determinado antes de que las limitaciones de la carga puedan ser estimadas.

1.15. Tipos de cargas bajo diferentes condiciones

1.15.1. Carga para esperanza de vida normal bajo condiciones específicas

Los transformadores de distribución pueden ser operados por encima de la temperatura promedio continua del punto más caliente que es 110° C, para cortos períodos con tal de que para largos períodos de tiempo opere por debajo de 110° C. Esto es debido al hecho de que el envejecimiento térmico es un proceso acumulativo. Esto permite que las cargas que estén por encima de la nominal puedan ser llevadas con seguridad bajo condiciones específicas sin afectar la esperanza de vida normal del transformador.

Cuando la temperatura ambiente está por debajo de 30° C, o cuando el incremento de temperatura para carga nominal, determinado por pruebas es menor que los valores límites nominales, es posible sobrecargar al transformador sin que se afecte su vida útil.

1.15.2. Carga para temperatura máxima del aceite ⁴

La temperatura máxima del aceite no solo debe ser usada como una guía para los transformadores cargados. La temperatura del punto más caliente del enrollado por encima de la temperatura del aceite a plena carga debe ser determinada por el fabricante. Esta temperatura del punto más caliente por encima de la del aceite, sustraída de 110° C, dará la temperatura del aceite máxima permisible para esperanza de vida normal.

Se debe reconocer que, debido al retraso térmico de la temperatura de subida del aceite, se requiere un tiempo para que el transformador alcance una temperatura estable para cualquier cambio en la carga. Por lo tanto las cargas de picos más altos pueden ser llevadas por un corto tiempo.

Si las características del transformador no se conocen con exactitud, la temperatura máxima del aceite puede ser usada como una guía aproximada.

[4] CONELEC Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

1.15.3. Cargas continuas basadas en pruebas del incremento de la temperatura promedio del devanado ⁵

Por cada grado Celsius en exceso de 5° C en que el incremento de temperatura promedio sea menor de 65° C, la carga del transformador puede ser incrementada por encima de los KVA nominales en 1.0%. El margen de 5° C se toma para proveer una tolerancia en la medida del incremento de temperatura.

El valor de la carga así obtenido es en KVA, la cual el transformador puede llevar a una temperatura de 65° C. Desde entonces esto puede indicar una capacidad de la carga más allá que la contemplada por el diseñador.

Las limitaciones del transformador deben ser chequeadas antes de tomar plena ventaja de este incremento. Lo antedicho no es aplicable a transformadores de distribución. Algunos transformadores son diseñados para que la diferencia entre la temperatura del punto más caliente y la temperatura promedio del enrollado sea mucho más grande que 15° C adicionales.

[5] CONELEC Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

Esto resultará en una temperatura promedio de subida del enrollado de menos de 65° C, mientras que la temperatura del punto más caliente del enrollado puede estar a un valor limitado de 80° C. Esta condición puede existir en transformadores con grandes diferencias entre las temperaturas final e inicial del aceite.

CAPÍTULO 2

DATOS ESTADÍSTICOS

2.1. Panorama Santa Elena.

La provincia de Santa Elena Fue creada el 7 de noviembre de 2007 en el mandato del gobierno del Ec. Rafael Correa Delgado. Santa Elena es una provincia de la costa de Ecuador, su capital es la ciudad de Santa Elena.

La provincia consta de tres cantones: La Libertad, Salinas y Santa Elena.

Entre sus poblaciones más destacadas constan:

La Libertad, Salinas, Santa Elena, Manglaralto, Montañita, Olon, Ancón, Anconcito, Atahualpa, Colonche, José Luis Tamayo, Chanduy, Simón Bolívar, entre otros.

Según el censo poblacional del 2010 el número de habitantes por cantón lo vemos en la siguiente tabla.

CANTÓN	POBLACIÓN (2010)	ÁREA (KM ²)
LA LIBERTAD	95.942	26
SALINAS	68.675	97
SANTA ELENA	144.076	3.880

Tabla 2 Número de habitantes por cantón

2.2. Variables Exógenas

Cabe recalcar que los datos estadísticos presentados a continuación, en ciertos casos, varían de un informe al otro ya que se procede a realizar el ajuste de los datos, en función de las cifras definitivas presentadas por las entidades oficiales correspondientes como son el Banco Central del Ecuador y el Instituto Nacional de Estadística y Censos.

2.3. Variables Macroeconómicas

El nivel socio económico es también una variable de los usuarios donde se refleja el consumo de energía eléctrica, Y a su vez, depende mucho de la región donde se encuentren estos usuarios. Cuando hay un incremento en

los ingresos per capital de los usuarios, también existe un aumento en la compra de electrodomésticos incrementando el consumo de energía eléctrica, tanto a nivel nacional como de los usuarios del sistema CNEL-Santa Elena.

2.4. Producto Interno Bruto

El banco central del Ecuador registro que durante el cuarto trimestre de 2013 el crecimiento trimestral económico del Ecuador fue de 1,2%. Al comparar el Producto Interno Bruto -PIB- trimestral alcanzado en diciembre 2013 con el mismo período del año anterior, el crecimiento anual de la producción nacional es del 5.6%, el cual es 1.5 puntos porcentuales más a lo reflejado en diciembre de 2012.

2.5. Inflación

Para marzo de 2014 se registró una inflación mensual de 0,7%. Durante el primer trimestre de 2014 la inflación acumulada llegó a 1.53%; esto quiere decir 0.4 puntos porcentuales más, que lo registrado en marzo de 2013.

2.6. Mercado laboral Ecuatoriano

El desempleo durante el primer trimestre de 2014, en el sector urbano, se ubicó en 5.6%, el cual, al compararlo con el mismo período del año 2013 se observa una reducción de 1 punto porcentual. Por otro lado, la ocupación plena llega a ubicarse en 49.7%. A marzo de 2014 el subempleo alcanzó el 44.4%, lo cual refleja un decrecimiento de 0.6 puntos porcentuales en comparación con el mismo período del año anterior.

2.6.1. Pobreza y Desigualdad

La pobreza por ingresos a nivel urbano se ubicó en 17%, durante el primer trimestre de 2014, al compararlo con el mismo período del año 2013 se observa una reducción de 1 punto porcentual.

2.6.2. Canasta familiar y salario nominal promedio

Al comparar el costo de la canasta básica entre marzo de 2014 y marzo de 2013, se observa un incremento de 4,6% en el valor indicado. Igualmente, en el mismo período, la canasta vital, canasta que contiene menos productos que la básica, sufrió un incremento de su valor en un 3,9%. El salario nominal, por su parte, se ubicó en

USD 397, lo que representa un incremento del 7%, con relación al salario nominal registrado en marzo de 2013.

2.6.3. Turismo Santa Elena

Santa Elena es la provincia más joven de las 24 actuales del Ecuador. Cuenta con una infraestructura vacacional y una gran variedad de atractivos turísticos Arqueológicos, históricos, naturales, culturales, extensas playas y pintorescos pueblos de pescadores.

A raíz de la provincialización y con la llegada de entes públicos e inversiones privadas, el sector turístico se vio dinamizado. En la provincia de Santa Elena el Sector primario (caza, pesca y minería) ocupa la mano de obra con un 24.15%, (Instituto Nacional de Estadísticas y censos , 2010) de la población económicamente activa (P.E.A.); mientras que en el sector secundario 24 (Industrialización tanto agrícola como de la construcción, producción de alimentos enlatados y la actividad petrolera) ocupa un 23.21% de la P.E.A y el tercer sector (es el área de servicios como hoteles, restaurantes, bares, discotecas tiendas supermercados y sector financiero) es un 52.64% de la P.E.A. Se puede observar que este sector, es el que más se ha desarrollado en la última década.

Durante un feriado de Carnaval se estima que 1'500.000 turistas se movilizan a nivel nacional. De esta cantidad, de un 12 al 15 % del movimiento turístico interno, se dirige a La Península (Ministerio de Turismo).

2.7. Sistema actual

2.7.1. Levantamiento eléctrico

La empresa eléctrica que se encarga de la distribución de la energía en la provincia de Santa Elena es la corporación nacional de electricidad (CNEL) Santa Elena.

Su división política está conformada por los cantones de La Libertad, Salinas, y Santa Elena teniendo el 89.68% de cobertura del suministro eléctrico según datos del CONELEC.

Adicionalmente santa Elena está conformada por tres centrales térmicas cuyas capacidades las vemos en la siguiente tabla.

Centrales Térmicas	Capacidad(MW)
Santa Elena I	0.47
Santa Elena II	90.1
Santa Elena III	41.7

Tabla 3 Centrales Térmicas en Santa Elena

2.7.2. Infraestructura eléctrica de distribución

CNEL- Santa Elena como empresa distribuidora tiene un área de concesión de 6.630 km². Su alimentación principal o transmisión es proveniente de la subestación pascuales a través de una línea de 138 KV a la subestación de transmisión de Santa Elena de 66.7 MVA.

En la siguiente Fig. 2.1 se puede visualizar la infraestructura eléctrica del sistema y el área abarcada por esta distribuidora eléctrica.

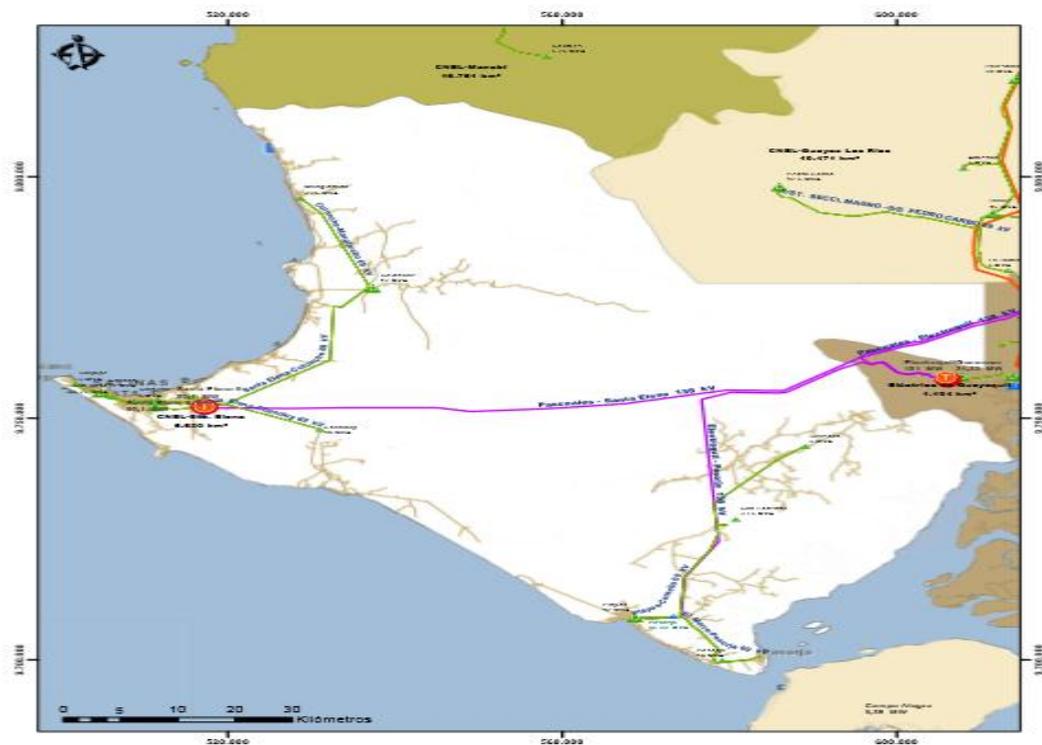


Figura 2. 1 Sistema de transmisión en Santa Elena

Actualmente la unidad de negocio CNEC- Santa Elena está conformada por 16 subestaciones de distribuciones a lo largo de toda la provincia, sus capacidades son de acuerdo al número de alimentadoras que poseen cada una de ellas.

Según datos proporcionados por la empresa eléctrica CNEC Santa Elena cuentan con un total de 65 alimentadoras las cuales las describimos en la siguiente tabla.

SUB-ESTACIÓN	ALIMENTADOR
S/E CHANDUY	ALIM. CARMAPAC
	ALIM. AGUAS CRUDAS
	ALIM. AGUAS TRATADAS
	ALIM. PECHICHE
	ALIM. ATAHUALPA
	ALIM. ZAPOTAL
S/E COLONCHE	ALIM. SAN PEDRO
	ALIM. SAN PABLO
	ALIM. AYANGUE
	ALIM. MONTEVERDE
S/E CAPAES	ALIM. BALLENITA
	ALIM. EL TABLAZO
	ALIM. SANTA ELENA
	ALIM. PUNTA BLANCA
S/E CAROLINA	ALIM. MUNICIPIO
	ALIM. EL PASEO
	ALIM. CAROLINA
	ALIM. CIUDAD PUNTA CARNERO
S/E CERECITA	ALIM. EL CONSUELO
	ALIM. CERECITA – EMEPE
	ALIM. C.D.G DAULAR
	ALIM. C.D.G CERECITA

SUB-ESTACIÓN	ALIMENTADOR
S/E LIBERTAD	ALIM. BALLEINITA
	ALIM. ZONA INDUSTRIAL
	ALIM. GRAL ENRIQUEZ
	ALIM. LIBERTAD
	ALIM. ACACIAS
	ALIM. PETROPENINSULA
	ALIM. SALINAS 1
S/E CHIPIPE	ALIM. CHIPIPE
	ALIM. SALINAS CENTRAL
	ALIM. AEROPUERTO
	ALIM. F.A.E
	ALIM. BASE NAVAL ATAHUALPA
S/E SANTA ROSA	ALIM. SANTA ROSA
	ALIM. SAN LORENZO
	ALIM. PUERTO LUCIA
	ALIM. MUEY
S/E SAN LORENZO DE SALINAS	ALIM. PETROPOLIS
	ALIM. BAHÍA DE SANTA ROSA
	ALIM. SAN JUAN
	ALIM. PROGRESO
	ALIM. SABANA GRANDE

SUB-ESTACIÓN	ALIMENTADOR
S/E SAN VICENTE	ALIM. MAR BRAVO
	ALIM. ANCONCITO
	ALIM. SUBURBIO
	ALIM. VIRGEN DEL CARMEN
S/E SALINAS	ALIM. BASES MILITARES
	ALIM. INTERCONEXION
	ALIM. LAS DUNAS
	ALIM. DOBRONSKY
	ALIM. RUBIRA
S/E PUNTA BLANCA	ALIM. PUNTA CENTINELA
	ALIM. SAN PABLO II
S/E MANGLARALTO	ALIM. OLON
	ALIM. MONTAÑITA
S/E PLAYAS	ALIM. CENTRAL PLAYAS
	ALIM. VICTORIA
	ALIM. CENTRO
	ALIM. ENGABAO
	ALIM. INTERCONEXION

SUB-ESTACIÓN	ALIMENTADOR
S/E POSORJA	ALIM. CAMPOSORJA
	ALIM. JAMBELI
	ALIM. POSORJA
	ALIM. EL REAL

Tabla 4 Sub-Estaciones y alimentadoras en CNEL Santa Elena

2.8. Evolución y comportamiento de la carga

Datos proporcionados por la empresa distribuidora CNEL-Santa Elena, nos da que el número de abonados residenciales es de 106374 en toda la provincia. Como mencionamos anteriormente los ingresos per-capital, y muchos factores que inciden directamente en la economía de los ciudadanos tienen una tendencia positiva es decir tiende a aumentar, logrando así un incremento en la energía eléctrica, ligado conjuntamente con una demanda masiva de nuevos equipos electrónicos que principalmente los acoge el sector residencial.

La demanda de energía eléctrica proyectados al 2022 según datos del CONELEC la mostramos en la siguiente tabla.

Años	Demanda (GWH)
2013	515
2017	765
2022	959

Tabla 5 Proyección de la demanda al año 2022

2.9. Consumo de energía eléctrica del sector residencial

Las empresas eléctricas distribuidoras utilizan a nivel de baja tensión muchos tipos de tarifas, pero entre los grupos de consumo más importantes los describimos en la siguiente tabla 2.5

Nivel de Voltaje	Tipo de Tarifas	Suma de Clientes	Energía Facturada
Bajo	Comercial con Demanda	131	309,77
	Industrial con Demanda	5	11,15
	Comercial	7903	2576,24
	Industrial Artesanal	111	30,47
	Residencial	95846	10720,62
	Residencial Temporal	10528	1548,09
Total Baja		114524	15196,34

Tabla 6 Tarifas en baja tensión

La demanda de potencia máxima proporcionada por CNEL en el 2013 es de 79 MW. Estos datos son proporcionados por el CONELEC para un consumo de energía eléctrica de toda la provincia de Santa Elena.

Años	Potencia (MW)
2013	79
2017	119
2022	149

Tabla 7 Proyección de la demanda de potencia máxima

2.10. Distribución del consumo de energía eléctrica santa Elena.

La distribución de la energía eléctrica en la provincia de Santa Elena se divide principalmente en los sectores Residencial, Comercial, e Industrial. De la misma forma hay que destacar que dentro de toda la distribución de energía existen lo que son las pérdidas técnicas y pérdidas totales así como el alumbrado público.

Para poder apreciar en que porcentaje se encuentra cada uno podemos visualizar en la siguiente tabla.

Grupo de consumo	Nivel de tensión	Número de abonados
Residencial	Baja	106374
Comercial	Baja	8034
Industrial	Baja	116
Otros	Baja	1370
Alumbrado público	Baja	14

Tabla 8 Número de abonados por sector

Según los datos de la empresa eléctrica CNEL- Santa Elena el número total de abonados o clientes regulados en baja tensión a Diciembre del 2014 es 115908. En la siguiente Fig. 2.4 podemos apreciar su distribución en función de porcentaje.

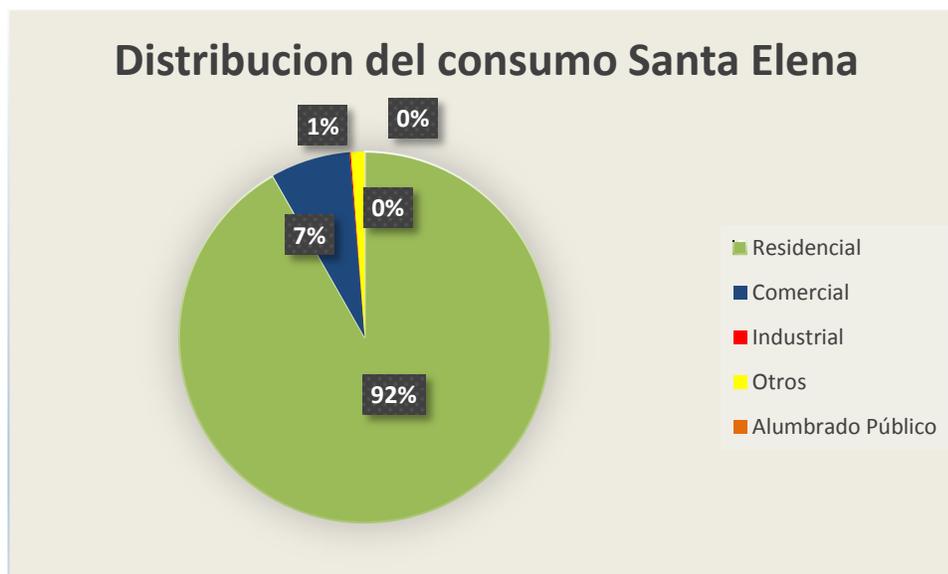


Figura 2. 2 Distribución del consumo eléctrico en Santa Elena

2.11. Proyección de la Demanda

Debemos tener en cuenta que el consumo eléctrico y las proyecciones poblacionales de los abonados van siempre de la mano, por ende un sistema eficiente de energía debe ser un factor determinante para disminuir el consumo de las proyecciones dadas.

CAPÍTULO 3

PERSPECTIVA METODOLÓGICA.

En la provincia de Santa Elena realizaremos la recopilación de información de tres medidores totalizadores que se encuentran al pie de los transformadores de distribución, esta información de consumo energético estará dentro de la zona urbana residencial de la ciudad de Santa Elena. Obtendremos los valores de potencia, para luego calcular las pérdidas de energía que ocurren en la red secundaria de un sistema eléctrico de distribución.

Las zonas de distribución de baja tensión son del tipo aérea y estará incluido el alumbrado público y la semaforización si la hay. Los valores de potencia obtenida de los totalizadores reflejarán el consumo de todos los abonados conectados a ese transformador de distribución.

Una vez identificada el área de trabajo, realizaremos el levantamiento de información de las características eléctricas como son: tipo de calibre de cables eléctricos en baja tensión y acometida, tipo de luminaria y su consumo.

El registro del consumo total de energía de los consumidores conectados al transformador de distribución, lo realizaremos las 24 horas del día con un margen de intervalo de 15 minutos. Esto será por 5 días normales que son de lunes a viernes y fin de semana sábado y domingo del mes de diciembre.

Realizaremos las curvas de carga diaria y obtendremos los resultados finales, y así de esta manera encontrar los puntos de conflicto de pérdidas energéticas, consumo real en la red de baja tensión y finalmente establecer las condiciones de operación del transformador con datos reales de campo.

3.1. Selección de las zonas en estudio.

Este proceso se lo realizo por medio de labores de campo, aquí dimos un recorrido por los sectores urbanos de Santa Elena escogiendo tres zonas de estudio de los cantones principales como son Salinas, Libertad y Santa Elena.

Los requerimientos más importantes para nuestro proyecto son:

- Datos de placa del transformador de distribución.
- Lectura del Medidor totalizador conectado al transformador de distribución.
- Red aérea visible.
- Número de abonados conectados a la red de baja tensión.

3.1.1. Zona 1.

El primer transformador de distribución está ubicado en el cantón la Libertad entre las calles 20 y 21 de la av. 13. Los datos de alimentador, potencia y calibres de conductor lo vemos en la siguiente tabla 3.1.

El factor de potencia se lo registra según la base de datos de CNEL.

MEDIDOR	4S206595
UBICACIÓN	Av. 13 calle 20 y 21 La Libertad
S/E	CAROLINA
ALIMENTADOR	MUNICIPIO
FASE	A
FP	0.99
CALIBRE DE CONDUCTOR BT	2
CALIBRE DE CONDUCTOR MT	3/0
Nº USUARIO	35
TRAFO KVA	37.5

Tabla 9 Características técnicas en la zona 1

3.1.2. Zona 2.

El transformador de distribución está ubicado en el cantón Santa Elena entre las calles 3 y 5 de la av. 28. Los datos de alimentador, potencia y calibres de conductor lo vemos en la siguiente tabla.

MEDIDOR	4S206506
UBICACIÓN	Av. 28 calle 3 y 5 Santa Elena
S/E	SAN VICENTE
ALIMENTADOR	SUBURBIO
FASE	B
FP	0.98
CALIBRE DE CONDUCTOR BT	2
CALIBRE DE CONDUCTOR MT	3/0
Nº USUARIO	49
TRAFO KVA	37.5

Tabla 10 Características técnicas en la zona 2

3.1.3. Zona 3.

El transformador de distribución está ubicado en el cantón Salinas.

Los datos de alimentador, potencia y calibres de conductor lo vemos en la siguiente tabla.

MEDIDOR	4S206508
UBICACIÓN	Salinas
S/E	SAN VICENTE
ALIMENTADOR	SUBURBIO
FASE	B
FP	0.98
CALIBRE DE CONDUCTOR BT	2
CALIBRE DE CONDUCTOR MT	2/0
Nº USUARIO	24
TRAFO KVA	25

Tabla 11 Características técnicas en la zona 3

Las tres zonas de estudio son de bajo consumo energético, debido a que CNEL Santa Elena no cuenta con suficientes medidores totalizadores, se registró la lectura de un totalizador por cantón.

3.2. Característica del transformador de distribución.

CNEL Santa Elena cuenta con un departamento técnico de pérdidas el cual nos facilitó información acerca del número de transformadores existentes por cada alimentadora los cuales los podemos ver en la tabla de anexos.

En el trabajo de campo realizado en las diferentes zonas de estudios se pudo observar el valor de las potencias y marca de cada transformador. En la siguiente tabla 3.4 se presenta los valores nominales del transformador según la zona de estudio.

LUGAR	TRANSFORMADOR (KVA)
ZONA 1	37.5
ZONA 2	37.5
ZONA 3	25

Tabla 12 Capacidad nominal del transformador

Los transformadores de distribución para las tres zonas de estudio son del tipo monofásico, sus características técnicas las describimos en la siguiente tabla 3.5.

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES / NORMAS
Transformador clase	Distribución
Transformador tipo	Monofásico – Autoprotegido
Norma de fabricación	ANSI c.57.12
Servicio	Exterior – continuo
Montaje	Poste
Tipo de refrigeración	ONAN
Altura sobre el nivel del mar	3000
Temperatura ambiente mínima (°c)	4
Temperatura ambiente máxima (°c)	40
Temperatura ambiente promedio (°c)	30
Humedad relativa del medio ambiente	80%

Tabla 13 Especificaciones técnicas del transformador de distribución

3.3. Característica del conductor secundario y acometida.

Las redes eléctricas de todas nuestras zonas de estudio son de bajo consumo energético, es decir son redes monofásicas cuyas salidas en el secundario tienen una toma central para proporcionar el neutro de la red, teniendo tres hilos, dos fases y un neutro.

El valor del calibre del conductor de la red en baja tensión y acometida se lo pudo obtener mediante el levantamiento de campo, es decir, de manera visual y estimando el diámetro, pero para una mayor certeza estos datos los obtuvimos del departamento de planimetría de la empresa eléctrica CNEL Santa Elena por medio del software ARCGIS que registra valores reales obtenidos en el campo de todo el sistema eléctrico de distribución.

LUGAR	Calibre Conductor MT	Calibre Conductor Acometida
ZONA 1	3/0	4
ZONA 2	3/0	4
ZONA 3	2/0	6

Tabla 14 Calibre del cable en la red eléctrica

3.4. Características y tipos de alumbrado público.

La empresa eléctrica CNEL santa Elena en su departamento correspondiente maneja una amplia gama de luminarias para el sistema de alumbrado público, Su diseño y utilización van acorde a la necesidad del análisis de campo.

A continuación presentamos en la siguiente tabla 3.7 los tipos de luminarias que utiliza la empresa eléctrica CNEL Santa Elena.

LUMINARIAS	
TIPO	POTENCIA
Na (sodio)	70W
Na(sodio)	100W
Hg(Mercurio)	125W
Na(sodio)	150W
Hg(Mercurio)	175W
Na(sodio)	250W
Reflector	250W
Reflector	400W
Reflector	1500W
Reflector	2000W

Tabla 15 Tipos de luminaria en alumbrado público

Las luminarias encontradas en nuestras zonas de estudio son de tipo cobra sus características las describimos a continuación:

- Protector plástico ovalado (difusor)

- Célula fotoeléctrica
- Tornillo de seguridad para fijación anti robo en poste
- Pieza para fijación vertical
- Tuvo o brazo galvanizado

El número de luminarias contabilizadas en las diferentes zonas de estudio las describimos a continuación en la siguiente tabla 3.8.

LUMINARIAS	ZONA 1	ZONA 2	ZONA3
Na-70W	0	0	0
Na-100W	1	1	6
Hg-125W	0	0	0
Na-150W	4	3	0
Hg-175W	0	0	0
Na-250W	0	2	0
Refl-250W-Na	0	0	0
Refl-400W-Na	0	0	0
Refl-1500W-Na	0	0	0
Refl-2000W-Na	0	0	0
TOTAL	5	6	6

Tabla 16 Cantidad de luminarias en las diferentes zonas de estudio

3.5. Factor de potencia

3.5.1. Equipos para lámparas de sodio

Este tipo de lámparas funcionan con un nivel de tensión a 220V AC y una frecuencia de 60Hz.

ALTO FACTOR DE POTENCIA

Lámpara W	I línea A	Fp	Dimensiones en mm					Peso Kg
			A	B	C	D	E	
70	0,47	0,85	75	75	185	210	230	1,950
100	0,63	0,87	75	75	185	210	230	2,150
150	0,91	0,87	85	90	180	210	230	2,950
250	1,50	0,85	85	90	195	220	240	3,600
400	2,30	0,86	96	106	210	240	260	5,400

Tabla 17 Luminarias con alto factor de potencia

FACTOR DE POTENCIA SIN CORREGIR.

Lámpara W	I línea A	Fp	C μ F	Dimensiones en mm					Peso Kg
				A	B	C	D	E	
70	0,98	0,41	10	75	75	185	210	230	1,850
100	1,20	0,45	12,5	75	75	185	210	230	2,050
150	1,80	0,44	20	85	90	180	210	230	2,850
250	3,00	0,42	33	85	90	195	220	240	3,500
400	4,60	0,43	44	96	106	210	240	260	5,300

Tabla 18 Luminarias con bajo factor de potencia

3.6. Medición del consumo de energía eléctrica en los sectores de estudio

La medición de la energía eléctrica suministrada por los transformadores de distribución la obtenemos por medio de los medidores totalizadores ubicados en las diferentes zonas de estudio.

Esta información se la descarga a través de un computador que maneja la empresa eléctrica en el departamento de perdidas, este computador cuenta con el respectivo software del fabricante del medidor totalizador, los medidores totalizadores son de poca memoria solo pueden almacenar información de dos meses atrás. Una vez obtenida la información procedemos a guardarla en un dispositivo de almacenamiento.

Los valores obtenidos en esta zona de estudio son desde el lunes 20 hasta el domingo 26 de octubre y del lunes 01 al domingo 07 de diciembre del 2014, las 24 horas del día con un intervalo de 15 minutos.

A continuación presentamos las tablas de consumos de energía eléctrica de cada uno de los transformadores de distribución en las diferentes zonas de estudio.

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 1							
HORA	LUNES 20	MARTES 21	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26
0:00:00	6.3760	5.3840	5.5280	6.3440	4.9200	7.2480	7.7280
0:15:00	6.0400	5.4080	5.4480	5.9280	4.5360	6.9920	7.2800
0:30:00	5.9120	4.7680	5.2080	5.0960	4.4080	5.7280	7.8160
0:45:00	5.9920	4.9360	4.8960	4.5520	4.4000	6.2480	7.7440
1:00:00	5.3360	5.0320	4.6880	4.6560	4.4800	6.0160	7.1280
1:15:00	5.6320	4.3920	4.2960	4.3360	4.3280	5.7680	6.7600
1:30:00	5.6960	4.4800	4.4160	4.0960	4.2080	5.5680	6.6560
1:45:00	5.5440	4.2080	4.1200	4.3600	4.0720	5.2000	6.3440
2:00:00	5.1040	4.3360	3.9680	4.0000	4.2560	4.9920	6.6480
2:15:00	5.3920	4.4240	4.0160	3.9680	4.1520	5.4000	6.6320
2:30:00	5.7040	4.2000	4.0320	4.0960	3.7040	5.2640	5.5120
2:45:00	5.3920	4.5520	4.0800	3.6960	3.7680	3.8720	4.4000
3:00:00	5.4160	3.7840	4.0480	3.8480	4.0160	3.7520	4.1520
3:15:00	4.9440	3.7280	3.8080	4.0480	3.8960	3.5120	4.4000
3:30:00	5.1600	3.7280	3.8000	3.6480	3.7760	3.8000	4.4960
3:45:00	5.0160	3.6960	3.8560	3.9280	3.6240	4.0560	4.2320
4:00:00	4.7840	3.7120	3.8160	3.5760	3.8800	3.8080	4.4880
4:15:00	5.0480	3.8240	3.6800	3.5760	3.7440	3.8080	4.3600
4:30:00	4.8320	3.8080	3.4880	3.8880	3.7360	3.7040	4.0880
4:45:00	4.7760	3.7840	3.8240	3.9200	3.9920	3.6320	4.3360
5:00:00	4.8560	3.7520	3.8400	3.4160	3.8320	3.6960	4.0880
5:15:00	4.7040	4.0640	3.4080	3.7600	4.3600	3.4880	4.1040
5:30:00	5.0240	4.3200	3.9680	4.1440	5.3760	3.9440	4.2960
5:45:00	5.4400	4.8480	4.1360	3.8400	4.7520	4.7360	4.1680
6:00:00	4.9840	3.7920	3.6960	4.0960	4.4480	3.8560	3.4000
6:15:00	5.3600	3.6160	3.6640	3.4720	3.9520	3.3840	3.3040
6:30:00	5.0640	3.3840	3.3440	4.2000	3.7360	3.4320	3.6480
6:45:00	5.2800	3.8640	3.4880	4.0640	4.0160	3.3680	3.8320
7:00:00	5.2720	4.4000	3.8640	4.2640	4.1760	3.5680	3.5840
7:15:00	5.1600	4.2880	3.9680	5.1440	4.6000	4.3840	4.5040
7:30:00	5.5840	5.2560	5.1600	5.2960	6.1040	4.0480	4.4880
7:45:00	5.4480	4.5680	4.9760	5.8960	6.0000	4.3040	3.9280
8:00:00	4.3760	4.3200	4.0320	5.1520	4.6480	5.5920	4.4240
8:15:00	4.8640	4.1520	4.3120	4.6160	4.9520	5.0000	4.6160
8:30:00	5.2800	4.5840	4.4640	5.5040	4.7280	5.3120	4.3520
8:45:00	4.9360	5.3920	4.6160	4.8400	4.1760	5.2480	4.4560

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 1							
9:00:00	6.2320	5.6480	5.2880	5.1520	4.5840	4.9920	4.8640
9:15:00	7.1440	5.9600	6.2080	6.1760	5.3920	5.1760	4.9120
9:30:00	7.0240	5.9680	5.5040	5.7040	5.0640	6.3680	4.9760
9:45:00	7.1200	5.4640	5.7120	5.5920	5.7680	5.9760	4.7280
10:00:00	7.1680	5.6720	5.7360	5.2720	5.6480	6.4720	4.8240
10:15:00	6.8000	5.5520	5.9040	5.7760	5.6480	6.6080	4.6400
10:30:00	7.2400	5.3200	5.4800	5.2000	5.1600	6.8160	4.9360
10:45:00	7.1840	5.5200	6.0000	5.7040	5.7120	6.7760	4.9520
11:00:00	7.1200	5.7120	6.4640	6.0240	5.9200	7.4640	5.3600
11:15:00	7.8160	6.0240	6.1280	6.0640	6.2080	6.5600	5.9200
11:30:00	7.9520	6.7440	5.5680	6.2160	5.6320	6.6240	5.7440
11:45:00	8.1520	6.8400	5.8720	5.9120	5.8240	8.1440	6.0160
12:00:00	7.7520	6.6400	5.6000	6.0000	5.9040	8.7760	6.1760
12:15:00	8.1840	6.8400	5.9200	5.7280	6.0880	7.7360	6.2240
12:30:00	7.5200	6.4880	6.4480	5.9680	6.2400	7.9760	6.4560
12:45:00	7.6240	6.9120	7.0400	6.9840	5.9840	9.1200	6.9840
13:00:00	7.0560	6.7040	7.4480	6.6720	5.9040	8.0480	6.8640
13:15:00	7.3360	6.5520	6.8960	6.3920	6.1040	7.8960	7.7280
13:30:00	6.7760	7.0240	6.2480	6.6320	5.9520	7.8400	6.9280
13:45:00	6.5040	6.8480	7.0880	6.3920	6.6000	8.1760	6.8480
14:00:00	8.6800	6.6480	6.7760	6.8560	7.7440	7.6880	6.4960
14:15:00	7.9840	8.1120	7.4080	8.0800	7.5360	8.2560	6.9040
14:30:00	7.7200	6.7920	7.0960	7.3040	7.0080	7.5360	6.8720
14:45:00	7.4480	6.4560	6.2080	6.4320	6.6560	7.8080	7.0240
15:00:00	7.2400	7.5200	5.9440	6.3520	6.3760	8.4560	6.1760
15:15:00	6.8880	6.7920	5.9840	6.6000	6.9600	8.7520	6.2880
15:30:00	6.8720	7.7280	6.4320	7.2800	8.2560	8.0720	6.3440
15:45:00	7.8480	7.3360	6.1600	7.7760	7.9680	7.6080	6.5680
16:00:00	8.8160	7.8320	6.2720	7.0480	8.8720	8.9760	7.6560
16:15:00	8.5840	8.9280	6.3360	7.6560	9.0880	10.3040	6.5920
16:30:00	8.5600	7.9520	6.6000	8.0080	9.0160	8.2240	6.3600
16:45:00	8.0160	8.2640	6.7920	8.1600	8.7760	7.6720	6.7120
17:00:00	8.1680	8.9200	7.7680	8.3280	9.4080	8.2080	7.3920
17:15:00	8.8880	9.5040	8.2160	8.8400	9.1040	8.6960	6.6080
17:30:00	9.0000	10.2480	7.8240	9.2720	9.1200	8.2080	7.3520
17:45:00	9.2960	10.6720	7.8160	10.5760	9.6560	9.3520	7.8320
18:00:00	10.0080	11.1280	9.6720	10.4720	10.0160	11.5280	8.6160
18:15:00	10.8320	11.6160	10.1840	10.7840	9.9280	12.2000	8.4240

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 1							
18:30:00	10.4960	11.1920	9.9440	11.1600	10.5200	12.2640	9.9520
18:45:00	11.2160	12.0800	10.5360	11.6160	11.3840	11.3840	9.0080
19:00:00	11.4400	12.0800	10.1600	13.0240	12.0400	11.4960	9.2240
19:15:00	11.6320	11.3600	10.7040	11.5120	12.4160	10.6320	9.0480
19:30:00	11.0720	11.5120	11.0080	11.2160	11.4640	10.5920	8.4080
19:45:00	11.5360	11.7440	10.9280	11.1280	11.2240	11.6160	9.1360
20:00:00	11.1360	11.1520	10.6560	11.7520	11.0240	11.9600	9.3680
20:15:00	11.8800	10.5920	10.7040	11.2000	11.0880	12.3920	8.6960
20:30:00	11.3280	10.4240	11.5520	10.8160	11.8000	11.6640	8.7040
20:45:00	11.5760	10.9520	11.3440	11.2720	11.1840	10.6000	8.1600
21:00:00	11.4880	10.2640	11.4400	11.5680	10.5120	11.7280	8.2800
21:15:00	12.0880	10.8880	12.3760	10.4560	10.4960	11.9120	8.4800
21:30:00	10.6320	12.0640	11.1360	10.4960	10.8480	11.6480	8.9520
21:45:00	9.9680	11.4320	10.1440	10.0480	10.2720	10.5760	8.5360
22:00:00	8.5840	11.7280	9.4960	10.1440	10.5920	9.9680	7.8400
22:15:00	8.2400	10.6800	9.1280	8.8720	9.4000	10.0720	7.1520
22:30:00	8.4000	9.1120	9.0960	9.1680	9.3600	9.5200	6.9520
22:45:00	7.4480	8.9600	9.0560	8.2000	8.9200	9.8480	6.9040
23:00:00	7.4160	7.9280	8.8800	8.1520	9.3760	9.0800	6.2640
23:15:00	7.3120	7.8480	7.5600	8.2560	7.9760	8.9440	6.7040
23:30:00	7.2640	7.5600	6.9920	6.5840	7.5680	8.7520	7.0880
23:45:00	5.6560	5.6960	6.2320	5.5760	7.4560	8.1680	6.5440

Tabla 19 Consumo de potencia en Octubre del Transformador 1

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 1							
HORA	LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLES 3	JUEVES 4	VIERNES 5	SABADO 6	DOMINGO 7
0:00:00	5.9680	6.1920	6.3120	6.7680	6.5680	7.7760	9.4320
0:15:00	5.7600	6.3680	5.8400	6.0800	6.5040	7.5680	10.0160
0:30:00	5.3920	6.2960	5.8160	5.6160	5.8240	7.6800	9.2000
0:45:00	5.3360	6.0720	5.7440	5.8080	5.3280	7.4080	8.4560
1:00:00	5.2800	4.9040	6.0240	5.8160	4.8640	7.5360	8.7040
1:15:00	5.3920	4.9120	5.9280	5.3200	5.0720	7.9040	8.3680
1:30:00	5.6240	4.7280	5.2880	5.7680	5.0400	7.5280	8.3840
1:45:00	5.2880	4.4160	5.0640	5.6080	4.7040	7.4480	8.4000

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 1							
2:00:00	5.1840	4.4560	5.1840	5.3280	4.7200	6.7360	8.1040
2:15:00	5.0880	4.5920	5.3040	5.4240	4.8560	5.0320	7.9040
2:30:00	4.5680	4.4480	5.1040	5.0160	4.8720	5.0960	6.3440
2:45:00	4.4480	4.5040	5.3120	4.9440	4.9040	4.9120	6.0800
3:00:00	4.8240	4.3840	5.1600	4.8960	5.3120	4.8800	6.2400
3:15:00	4.3680	4.2000	5.0560	4.8000	5.0160	4.6480	6.1920
3:30:00	4.5360	4.5680	4.8400	5.2720	4.7920	4.9200	5.5920
3:45:00	4.7360	4.4800	4.8720	5.1440	4.6320	4.7440	6.4160
4:00:00	4.3440	4.3600	4.8400	4.9120	4.4080	4.8000	6.2720
4:15:00	4.6480	4.5920	4.5920	4.7280	4.4800	4.7920	6.2160
4:30:00	4.5600	4.5040	4.5680	4.1920	4.8320	5.0000	5.8000
4:45:00	5.0000	4.5680	4.8800	4.5840	5.0400	4.6400	5.4160
5:00:00	4.6640	4.4160	4.7600	4.7440	5.2640	4.6720	5.7360
5:15:00	4.9760	4.5040	4.5280	4.4320	5.5440	4.2960	5.6800
5:30:00	4.9680	4.8480	5.2640	4.6000	6.0160	4.7360	5.2080
5:45:00	3.9360	4.7520	4.8400	4.8640	6.1280	4.1200	5.1920
6:00:00	4.4800	4.3120	5.1760	5.0800	5.0160	3.7520	4.9920
6:15:00	5.0400	4.5120	4.8800	4.9520	4.8320	4.1280	4.8400
6:30:00	4.7840	4.0960	4.3840	4.2560	5.6000	4.9840	4.2560
6:45:00	4.4160	4.4320	4.3280	4.3840	4.9440	5.4320	4.7920
7:00:00	4.5920	4.2080	5.1680	5.8720	6.2640	6.7360	4.7040
7:15:00	5.0800	4.7920	5.3280	5.0080	6.2160	6.8480	4.3520
7:30:00	5.9760	5.3920	5.8800	6.5680	7.2240	7.9280	4.3120
7:45:00	5.9200	5.8400	5.4560	5.8560	6.3360	7.2480	4.4640
8:00:00	6.8800	6.1360	5.4000	6.2240	6.3360	9.6320	4.5440
8:15:00	7.1440	7.0400	6.1520	7.2080	6.4720	9.2960	4.8960
8:30:00	6.8480	7.0560	5.9360	6.6800	6.3360	8.4640	5.1920
8:45:00	6.8880	7.3520	5.9200	6.9760	6.9520	8.7440	4.9280
9:00:00	6.8000	7.5360	7.0320	7.6000	6.5760	8.7200	5.0800
9:15:00	7.7200	7.7120	7.0320	7.5920	6.8000	9.8080	5.0240
9:30:00	8.5360	7.7280	7.7040	8.4880	7.1440	10.4480	5.4000
9:45:00	8.5040	8.4000	8.4160	8.3520	7.4320	8.9440	5.2080
10:00:00	8.3360	7.7200	8.0800	8.7440	7.3600	9.7120	5.3600
10:15:00	9.3680	9.0800	8.1440	8.5440	7.3920	9.6080	5.5840
10:30:00	8.5440	8.2320	8.4320	8.7440	7.6560	9.4800	5.7360
10:45:00	8.3120	8.4960	8.1120	8.7600	7.5360	9.8480	6.5120
11:00:00	8.8160	9.9040	8.7520	8.6640	7.7680	9.9760	6.2960
11:15:00	9.0560	10.0160	9.2720	9.2080	7.9600	10.8800	6.4240

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 1							
11:30:00	9.3360	7.0640	8.8480	9.2080	8.1920	10.4880	6.0480
11:45:00	9.2640	7.6080	9.7200	8.9040	9.0240	9.9920	6.1600
12:00:00	9.1760	7.1520	8.9440	9.1120	8.9120	9.6800	6.0960
12:15:00	8.9440	7.2240	8.7920	9.0240	9.1520	10.0960	6.5440
12:30:00	8.4320	7.9440	9.0560	9.5600	9.5760	10.2800	6.9040
12:45:00	8.4080	7.7680	8.9520	9.3040	9.4480	10.0320	6.8720
13:00:00	8.6160	8.3120	8.5360	9.7760	8.5120	10.0800	6.1520
13:15:00	8.0240	9.0640	9.2800	9.4640	8.9680	10.0320	6.3440
13:30:00	8.5120	9.5600	9.1760	9.9280	9.1600	9.7040	6.9120
13:45:00	8.9840	9.5280	9.8800	9.4400	8.3920	10.1680	5.7040
14:00:00	9.0160	9.6800	10.9040	10.0480	7.8400	11.1360	6.0720
14:15:00	8.3200	9.4480	11.0240	9.7840	7.5360	9.7280	6.0080
14:30:00	8.1280	9.9120	10.5920	9.7760	7.8720	9.8720	5.9520
14:45:00	8.8640	9.5920	10.6720	8.7200	8.8080	9.9120	5.9200
15:00:00	9.3680	10.6240	10.8160	8.4880	8.8080	9.9120	5.5840
15:15:00	9.7600	10.8960	11.0400	8.6800	8.6880	9.7440	5.3440
15:30:00	9.8400	10.8880	11.7200	8.4560	9.1360	10.4080	5.7440
15:45:00	9.3440	10.2960	11.0960	9.3280	9.3040	10.5040	5.6320
16:00:00	10.1200	10.2640	11.3840	10.6560	9.5440	10.5920	5.7920
16:15:00	11.5120	10.0640	11.4160	10.9280	10.2160	10.5360	5.7520
16:30:00	11.5520	12.2320	11.3040	10.2320	10.0800	10.3760	5.5520
16:45:00	10.9280	11.6080	10.3520	10.4640	10.4640	10.3360	5.8320
17:00:00	10.8320	10.4080	10.2240	10.2480	10.9920	10.8640	6.2000
17:15:00	10.1360	9.6960	10.6000	9.8560	10.5280	10.3360	5.6720
17:30:00	10.1120	9.0160	11.9520	10.3840	10.6000	10.8160	5.7520
17:45:00	10.9360	9.5120	12.7920	9.9840	10.8960	11.3600	5.9760
18:00:00	10.8080	11.4880	12.3040	11.1680	11.7520	12.4720	7.2400
18:15:00	10.9760	11.1600	11.2640	12.0880	11.6400	12.5200	8.1040
18:30:00	11.6000	10.5280	12.0320	11.8960	12.6640	13.2560	8.6000
18:45:00	11.5040	10.5760	12.4160	11.7920	13.4080	12.9680	8.7920
19:00:00	11.5200	11.4800	12.5440	12.7120	13.0560	12.8560	8.3200
19:15:00	12.6160	11.2000	12.7360	10.8960	13.0640	12.4880	8.0160
19:30:00	12.4160	11.9120	12.9120	11.4560	12.7680	13.1040	8.4960
19:45:00	12.8720	11.9520	12.8640	11.8240	13.2320	12.5600	8.4240
20:00:00	12.8960	11.9200	13.2960	11.9680	13.4640	12.9920	9.4320
20:15:00	14.2160	12.0080	12.5760	11.6160	13.5200	12.9360	8.6640
20:30:00	13.2320	12.8800	12.5520	13.1680	13.2160	12.4400	7.6720
20:45:00	13.1600	10.7920	12.5920	12.7040	13.8960	13.2320	8.1520

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 1							
21:00:00	12.4720	10.9360	11.9520	11.8080	13.2480	13.3440	8.1760
21:15:00	10.8400	11.6560	10.8240	11.8640	13.6240	11.8640	8.5520
21:30:00	11.0160	11.3760	11.4240	11.8640	12.6160	13.0960	7.6160
21:45:00	12.3520	11.2800	10.9840	11.0160	12.0960	11.7600	8.7680
22:00:00	11.0160	12.3200	10.3920	10.6640	12.2240	11.0480	7.6240
22:15:00	10.5760	11.6000	9.9360	8.9280	12.0400	11.2960	7.3040
22:30:00	9.6640	10.5120	10.3360	9.4480	10.7120	11.4960	7.1280
22:45:00	8.5120	11.1120	10.3440	10.5440	10.6080	10.8800	7.6000
23:00:00	7.2160	10.2640	10.2960	10.2960	9.9040	10.5600	7.6720
23:15:00	7.1840	9.3600	9.2960	9.3440	9.1680	10.0240	6.9840
23:30:00	7.2400	9.1920	8.8400	8.0160	9.1840	9.6640	6.2880
23:45:00	6.4160	6.7200	7.3440	7.2560	9.0880	9.1040	6.0480

Tabla 20 Consumo de potencia en Diciembre del Transformador 1

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 2							
HORA	LUNES 20	MARTES 21	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26
0:00:00	9.5600	10.9120	10.2160	10.1760	10.7840	11.0880	11.9040
0:15:00	10.0480	10.9120	10.4080	10.0800	10.0080	10.4880	11.1280
0:30:00	10.2240	10.3440	10.5680	10.0320	9.8240	9.4080	10.9680
0:45:00	10.1280	9.6880	9.4880	9.0080	10.7600	11.0080	10.5920
1:00:00	10.9280	10.2320	9.7120	9.3520	10.1360	10.2720	10.6160
1:15:00	10.5040	11.1600	9.4480	8.6800	9.0560	9.2640	11.8480
1:30:00	9.9760	10.0560	9.3200	8.9440	9.7440	8.9120	10.7520
1:45:00	9.7840	9.3760	8.6400	8.6960	8.8640	9.1600	9.5600
2:00:00	9.4560	9.6160	8.8080	8.6720	8.9600	9.8000	10.2640
2:15:00	9.7040	9.3680	9.5120	9.0160	9.1040	9.0160	10.4400
2:30:00	9.6160	9.2400	10.2320	8.8720	9.0800	9.6400	9.5440
2:45:00	9.6960	9.2400	9.2560	8.5920	9.3280	9.2080	9.9920
3:00:00	9.4000	8.7760	8.7680	8.4240	8.5680	8.8240	10.1120
3:15:00	9.3120	9.0000	10.7760	9.8160	8.9760	8.7440	10.0400
3:30:00	9.5520	9.3760	11.2240	9.7440	8.9920	8.6720	10.3280
3:45:00	9.5600	9.0880	9.1600	9.0960	8.6720	9.6720	9.8240
4:00:00	8.7600	8.8000	9.4080	8.7280	9.2320	8.7280	9.8160
4:15:00	9.3040	9.5520	9.3920	8.8080	9.3120	8.5760	9.4560

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 2							
4:30:00	9.3440	9.5760	9.8080	9.3840	10.1360	9.1440	9.2640
4:45:00	10.5760	9.5600	10.7040	9.0080	11.0560	10.3680	9.2480
5:00:00	11.5920	9.4960	10.1760	9.1680	10.1200	10.8560	10.0080
5:15:00	10.8720	11.7840	9.7760	9.6560	9.5840	10.4160	11.9840
5:30:00	10.8400	10.3440	10.1040	9.4480	9.0160	10.1840	9.6400
5:45:00	11.4720	10.1360	11.7760	10.6800	10.7840	9.6960	10.4640
6:00:00	9.2240	9.1120	11.2400	9.8960	11.3680	10.0400	9.5840
6:15:00	10.8480	12.3120	11.3440	10.8320	11.2080	10.5200	10.0800
6:30:00	9.1840	11.5840	10.8560	10.6560	11.1440	9.6880	9.8320
6:45:00	8.6960	10.9360	11.0480	9.4560	10.3440	9.9680	10.0960
7:00:00	8.7680	11.0960	10.1040	10.7040	10.7040	9.5760	9.6720
7:15:00	10.1520	11.9360	12.2560	11.5520	11.1280	10.7520	9.4080
7:30:00	10.7280	12.6960	11.6800	13.0160	11.4080	9.8240	10.2960
7:45:00	11.3120	12.4880	12.1200	10.7440	10.8480	10.1840	9.9600
8:00:00	12.6720	11.3200	12.3200	10.8000	10.9760	10.4800	11.0400
8:15:00	12.4880	11.6720	12.6720	12.1440	11.5600	11.3840	10.1680
8:30:00	12.9200	9.8320	12.8720	13.6560	12.5760	11.9120	10.3040
8:45:00	12.9040	10.0080	12.7440	12.9360	13.8640	12.5440	11.1360
9:00:00	13.5440	11.1840	12.4080	13.1920	13.2160	12.3280	12.4400
9:15:00	12.1520	12.4720	11.7760	14.5040	12.8480	11.8480	14.1200
9:30:00	12.2720	14.2560	13.0080	13.4240	13.4320	11.7600	13.2080
9:45:00	14.8480	13.3120	12.9440	12.4960	14.5760	13.0480	12.5360
10:00:00	13.2240	12.4880	13.0560	14.0080	13.3440	11.0800	13.9360
10:15:00	12.9440	14.3360	12.6160	13.5200	13.0640	12.9360	12.2400
10:30:00	13.2400	14.9840	12.4400	13.9840	13.1120	11.8960	13.7440
10:45:00	13.3920	17.6560	12.3600	15.6960	14.3440	13.9280	12.7200
11:00:00	14.5040	13.5280	13.5920	12.6480	18.3600	15.7280	13.0480
11:15:00	15.3360	14.4400	16.5600	16.0480	16.1920	14.5680	13.6160
11:30:00	17.7680	13.5040	16.6080	17.7760	13.5600	16.0640	12.7680
11:45:00	17.9360	16.4960	17.5920	18.7520	14.4480	14.8960	13.1920
12:00:00	15.5600	15.5440	17.0560	16.6000	15.9840	15.2960	12.5360
12:15:00	14.3680	17.1760	14.5600	13.6240	15.3440	13.3600	12.7920
12:30:00	12.8400	14.7600	14.2800	14.2640	13.5120	14.5120	13.7120
12:45:00	12.9760	13.7200	13.5680	13.7120	14.0720	13.3840	13.9040
13:00:00	14.4800	13.8640	14.0880	13.2240	14.6320	12.8320	16.2800
13:15:00	13.5680	13.8400	13.4240	13.8720	14.0800	14.6320	14.9920
13:30:00	13.5600	13.9760	13.2960	14.2960	13.9040	14.0960	14.3520
13:45:00	13.8960	14.8480	13.5040	15.3120	13.8560	12.2640	12.6880

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 2							
14:00:00	12.8080	15.7440	12.5760	14.1760	13.2080	12.5120	13.8880
14:15:00	13.3120	13.9440	13.5440	13.7280	13.3600	13.5280	13.2560
14:30:00	12.4400	14.3280	13.5760	11.4480	14.5840	13.2560	12.4960
14:45:00	12.7520	15.5200	13.8720	11.3600	12.6880	12.0800	12.7360
15:00:00	13.1760	14.2240	12.4720	11.8080	12.9760	12.7120	12.0320
15:15:00	12.6640	13.2960	15.1680	11.5200	12.3520	12.4080	12.2160
15:30:00	12.7280	12.8960	14.0160	12.0880	12.7040	11.5680	11.6240
15:45:00	11.7680	13.2800	12.5920	13.5040	11.8800	12.6560	12.8960
16:00:00	12.3600	14.0720	13.0720	12.7360	13.3120	11.7600	12.5040
16:15:00	11.5760	12.7600	12.6720	12.9280	13.6000	13.2560	12.6720
16:30:00	12.0960	13.7120	14.4160	14.6960	12.8560	13.2240	13.7280
16:45:00	11.9040	13.1200	13.8320	16.0720	15.5520	14.0160	14.1280
17:00:00	13.0160	12.4400	14.0400	14.3840	13.3920	14.6000	15.0320
17:15:00	15.3200	14.6880	14.5760	14.4560	15.4400	16.1040	15.9280
17:30:00	15.4720	15.5920	15.2640	16.3920	14.1680	14.9760	15.6560
17:45:00	16.8720	17.5760	17.3440	18.5520	16.4960	18.0160	15.8720
18:00:00	18.7920	18.6080	18.1440	18.9920	18.0160	19.1760	17.0640
18:15:00	20.0960	19.4800	19.3920	20.5520	19.3600	20.5040	19.5680
18:30:00	21.6800	20.5920	21.1040	20.7760	20.2400	21.7520	22.2880
18:45:00	21.7760	21.2480	20.4000	20.9520	20.5360	20.1520	19.4400
19:00:00	20.9680	22.3360	20.2640	21.5360	21.6800	19.3120	20.6560
19:15:00	20.9440	23.6080	22.1760	20.9600	20.8960	21.0720	21.1680
19:30:00	20.9440	22.4000	21.7040	21.3520	21.4320	20.9760	20.8160
19:45:00	19.7760	20.6960	19.5360	21.5440	19.2480	19.6000	19.8880
20:00:00	20.3200	20.0480	20.0480	21.4320	19.2480	19.8000	19.6720
20:15:00	20.1920	19.7600	19.4880	20.7600	19.2160	19.1440	18.6800
20:30:00	19.4160	19.2080	19.1440	20.1840	19.4080	18.3120	19.2560
20:45:00	19.2800	19.4960	18.2960	21.8400	19.9360	17.6080	18.9360
21:00:00	20.0560	18.7680	18.4080	20.1280	19.6160	18.5680	19.7040
21:15:00	20.7280	18.4960	19.3440	18.7600	19.8000	19.1040	20.8240
21:30:00	18.3200	18.7840	17.8800	18.9920	19.1680	17.7280	18.7280
21:45:00	18.0640	17.8320	18.3040	18.0560	17.3040	16.1920	16.7040
22:00:00	18.2000	17.1600	16.1600	16.4480	16.2160	15.5280	15.5440
22:15:00	16.9680	17.4080	14.4400	14.9840	14.9760	15.9520	14.8720
22:30:00	17.0000	15.5920	14.7360	14.9680	15.0160	16.3120	13.9520
22:45:00	14.8640	14.0320	13.3760	15.0960	14.4640	13.9600	12.4960
23:00:00	12.1760	13.6480	11.8720	12.6560	12.6480	13.0160	11.7440
23:15:00	12.4400	13.7120	12.8640	12.6640	12.4880	12.4640	12.0480

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 2							
23:30:00	12.0240	11.5680	11.8960	10.5200	12.1600	11.4480	12.0400
23:45:00	12.3200	10.4800	10.8160	10.5360	11.0320	12.3440	10.7040

Tabla 21 Consumo de potencia en Octubre del Transformador 2

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 2							
HORA	LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLES 3	JUEVES 4	VIERNES 5	SABADO 6	DOMINGO 7
0:00:00	12.0080	11.3520	12.0080	8.7280	10.7680	11.6960	11.8320
0:15:00	11.7840	10.8160	11.0960	8.7280	11.4000	11.1760	10.9680
0:30:00	10.8960	10.7360	10.8240	8.4560	11.1840	11.6000	10.8640
0:45:00	10.4960	10.5120	10.2400	9.1280	10.4400	10.6560	10.5600
1:00:00	10.1520	10.3040	9.8640	8.0880	10.6640	11.8800	11.1840
1:15:00	10.2320	9.2880	10.5440	7.4080	10.3920	10.5920	11.2320
1:30:00	9.8400	10.2480	9.6800	7.9440	10.2480	10.2800	10.4000
1:45:00	9.6080	9.9280	10.0560	8.0880	10.5200	9.8480	10.2880
2:00:00	10.0400	10.0160	10.5120	7.6080	10.0800	9.2800	10.4960
2:15:00	9.9840	9.9520	9.5680	8.0480	9.9440	9.8160	11.1120
2:30:00	10.2240	9.7040	9.7280	8.4160	10.5440	9.8000	10.7680
2:45:00	10.0640	9.5600	10.1440	7.8400	9.6160	9.4160	12.1840
3:00:00	10.0800	9.7920	9.7840	7.8320	10.8400	10.8240	12.1920
3:15:00	10.8880	10.5440	10.2560	7.8320	10.5680	10.7840	11.1680
3:30:00	11.1440	11.5520	10.8640	7.7520	10.3680	9.2960	10.6080
3:45:00	9.7280	9.9600	10.6640	8.4240	10.0560	9.2560	9.8880
4:00:00	9.6800	9.6320	10.1360	7.8240	9.9680	9.9200	10.6560
4:15:00	9.9200	10.0480	9.6240	8.1200	9.3280	10.2000	11.0800
4:30:00	10.2800	10.0000	10.3200	8.8560	9.8400	10.2080	10.6080
4:45:00	9.8560	10.7120	10.6400	8.8400	10.0720	10.7120	11.1120
5:00:00	9.8080	11.0640	10.4880	8.2960	10.5920	10.1440	10.9120
5:15:00	11.0560	10.6720	10.6080	8.7520	10.6320	10.3520	11.2480
5:30:00	12.8720	10.1040	10.9920	8.6400	10.9440	10.5040	11.3760
5:45:00	11.5680	10.6400	10.7760	9.1280	13.2160	10.4720	10.4640
6:00:00	11.0160	11.9600	11.0560	10.4000	11.7840	10.1760	10.4400
6:15:00	12.2320	10.7840	11.2480	9.9200	11.0880	9.8080	10.8320
6:30:00	11.2240	10.4560	11.8800	9.3040	10.3280	10.9520	10.6080
6:45:00	9.6400	9.2640	11.2800	9.5040	10.4960	12.3040	10.1760

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 2							
7:00:00	10.7920	10.7040	10.8960	9.2880	11.4800	13.3280	11.3920
7:15:00	13.2880	12.1760	11.5600	9.9840	11.9840	13.6240	10.7360
7:30:00	14.6720	11.9200	12.4800	11.4080	11.7680	12.2880	10.3440
7:45:00	14.2160	11.2240	13.6000	10.1040	10.7120	12.3600	9.5760
8:00:00	14.2640	11.0640	12.0400	10.5760	11.4080	13.8240	9.8160
8:15:00	16.3120	12.2000	12.2560	10.3600	11.3760	15.0240	10.3920
8:30:00	15.1120	12.8240	13.3440	11.0400	13.0080	12.8480	12.5680
8:45:00	15.0560	11.9840	13.4160	10.8080	12.5520	13.2560	12.5440
9:00:00	13.8880	13.8400	13.4320	11.7440	12.5440	13.1440	12.4240
9:15:00	13.1360	15.4000	13.4240	12.9040	13.0960	13.6880	11.6560
9:30:00	14.9360	16.0800	13.0240	13.9280	14.0720	14.0320	12.1440
9:45:00	15.4400	15.5280	11.6720	14.7920	13.0160	16.2400	12.0320
10:00:00	16.2000	17.7040	12.9120	14.2160	15.0000	15.8880	12.2400
10:15:00	16.2480	18.5840	13.9280	14.5680	16.3840	14.3440	13.3600
10:30:00	17.0480	16.3760	12.3360	15.0720	15.9040	14.3520	13.8320
10:45:00	15.1600	15.4000	13.8320	18.7840	15.0720	14.2720	13.8240
11:00:00	16.1680	17.0880	16.8160	15.5360	16.0880	15.3520	15.3920
11:15:00	17.7360	16.0400	14.7760	16.3360	16.0400	15.1280	14.8240
11:30:00	19.3760	19.0320	15.7360	15.5280	14.7760	15.4080	14.7920
11:45:00	16.8640	17.5280	16.1120	17.2240	16.3040	15.0800	14.5440
12:00:00	19.6240	18.0000	19.1200	15.4400	18.2720	15.3040	13.4000
12:15:00	16.7920	15.6960	18.6720	15.5440	16.5840	16.1040	14.0480
12:30:00	15.0400	15.4320	16.9200	15.6400	14.0240	15.7520	14.5840
12:45:00	14.8640	14.6720	16.4240	17.0720	15.2720	16.1120	14.4720
13:00:00	14.1040	16.5840	16.3280	16.2720	16.0560	16.4960	15.5600
13:15:00	15.3840	15.5600	16.1520	16.4560	16.2000	17.4400	14.6880
13:30:00	15.3040	15.4240	17.1280	15.8560	14.6720	16.2320	14.4640
13:45:00	16.1920	14.7120	15.5280	15.4320	14.7760	16.4160	13.1360
14:00:00	15.8560	15.1760	16.0480	15.2400	15.0400	15.3120	14.5920
14:15:00	16.6240	16.6720	16.4880	16.0720	14.1280	16.1840	13.1600
14:30:00	16.5120	16.2160	16.0240	16.0720	13.9520	16.8800	14.4480
14:45:00	16.4800	15.6480	15.4240	16.7040	14.7920	17.2000	11.8080
15:00:00	16.3280	15.1120	13.5760	16.7040	16.4960	17.8560	13.6800
15:15:00	18.5840	17.0240	12.8720	16.0240	15.0000	16.1520	12.5680
15:30:00	18.1360	15.4480	11.7680	15.7360	13.5760	15.8320	13.7360
15:45:00	18.4320	14.3600	11.8320	14.7120	13.0720	15.3680	12.9040
16:00:00	17.8400	14.9040	11.2320	14.9120	13.1840	15.6800	11.7280
16:15:00	17.9360	15.5280	11.8720	15.4800	13.4320	14.6080	10.9680

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 2							
16:30:00	17.5760	14.6000	12.3680	14.4160	13.2880	14.2800	12.3840
16:45:00	16.0800	13.6800	11.8720	14.7040	13.3600	14.5120	12.1760
17:00:00	15.6320	15.3840	12.2800	14.6640	13.8560	15.3040	11.9360
17:15:00	15.4800	15.5840	13.1440	14.9120	14.1360	16.9360	12.7680
17:30:00	16.1840	17.0000	13.4320	15.3200	14.7600	16.8080	13.1120
17:45:00	17.5280	18.2640	15.1120	16.4320	16.9600	17.7120	13.6800
18:00:00	20.0800	20.0080	17.5040	17.7680	20.4880	18.8720	16.2320
18:15:00	20.3600	22.4640	20.1360	20.4000	20.7440	21.2000	18.0240
18:30:00	21.6720	24.2560	21.7520	22.5440	21.1840	24.9120	17.5040
18:45:00	22.1120	23.6480	20.7920	22.6560	21.7840	22.2960	18.8480
19:00:00	22.6800	23.8000	20.9280	23.2960	22.6960	22.2080	20.0800
19:15:00	23.1840	24.0080	20.8240	23.6080	21.8080	21.8800	20.3920
19:30:00	23.7680	24.8640	21.0880	22.7440	20.8000	22.0240	19.6640
19:45:00	23.2240	22.8880	19.8640	21.5360	20.8480	20.9840	18.6240
20:00:00	21.1840	21.6240	19.8560	19.6240	20.8080	20.2480	18.8880
20:15:00	20.1840	20.6400	18.5200	20.2400	20.3120	19.9520	19.0400
20:30:00	19.6000	21.1520	18.7440	20.6240	20.4960	19.1120	19.0240
20:45:00	20.1360	20.0640	18.7760	19.4480	19.2000	18.8800	17.3520
21:00:00	18.7520	19.2560	18.4960	18.4400	19.2560	18.1840	17.5040
21:15:00	17.8960	18.5440	17.0000	18.4800	19.2320	17.6240	17.5440
21:30:00	17.4880	19.7840	15.5200	17.8400	18.8320	17.2240	17.5680
21:45:00	17.2400	18.4880	15.4240	17.7360	17.9360	16.0320	16.2640
22:00:00	16.4960	17.5920	14.3280	16.2880	17.4800	14.9760	14.7040
22:15:00	15.4720	17.4800	13.2320	15.7360	16.0160	14.1840	14.3440
22:30:00	14.8320	15.9760	13.0800	15.8720	15.3600	15.1920	13.1840
22:45:00	14.2880	15.1360	11.9360	15.5200	15.8400	14.3280	13.0560
23:00:00	12.2800	13.6240	10.8720	14.5920	15.0560	15.0560	13.5600
23:15:00	13.4880	13.1680	9.4480	14.1200	14.1360	13.8480	13.4400
23:30:00	15.0480	13.7920	9.8720	14.6080	13.0480	13.0800	12.2560
23:45:00	11.7040	12.2080	9.5760	12.4480	11.8320	12.3200	11.6880

Tabla 22 Consumo de potencia en Diciembre del Transformador 2

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 3							
HORA	LUNES 20	MARTES 21	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26
0:00:00	4.7520	4.3920	4.8800	4.6560	4.5040	4.8960	4.6720
0:15:00	4.8080	4.1200	4.6400	4.2400	4.4640	4.8160	5.0080
0:30:00	4.0240	4.3040	4.3440	4.1840	3.9840	4.3280	4.5680
0:45:00	4.0400	4.2000	4.4480	4.2480	3.7520	3.9280	4.9200
1:00:00	4.2160	4.1280	4.2080	3.8560	4.0320	4.1440	4.8480
1:15:00	4.2320	4.1840	4.1760	4.1040	3.8800	3.9280	4.2880
1:30:00	3.9840	4.1120	4.3200	4.0480	3.8320	3.9440	4.3600
1:45:00	4.3040	3.8320	4.3760	3.9760	3.8960	4.3760	4.2480
2:00:00	3.6960	4.1840	3.9600	4.1200	3.7840	4.0400	4.3520
2:15:00	4.1520	4.0800	3.9760	4.2640	4.1440	3.6640	4.1120
2:30:00	4.7440	3.9120	3.9680	3.7280	4.1440	4.1440	3.7280
2:45:00	4.5120	4.2400	4.3760	3.9520	3.5920	4.2880	4.4880
3:00:00	4.1840	3.7040	4.4560	3.6720	3.7520	3.8000	4.6240
3:15:00	4.2560	3.7040	4.2800	3.9680	3.8000	3.8080	4.1120
3:30:00	4.4480	3.9600	4.2160	3.9600	3.4800	4.1200	4.4640
3:45:00	4.2800	4.0800	4.1840	3.6880	3.7920	3.8720	4.1840
4:00:00	4.6560	3.4320	4.3760	4.1040	4.1120	4.0640	3.6720
4:15:00	4.1040	3.8480	4.2640	4.0480	3.2640	4.1280	5.3280
4:30:00	4.3440	3.8960	4.3680	4.0000	4.0640	4.0480	4.2640
4:45:00	4.4400	3.9120	4.9760	4.4640	3.9680	3.9360	3.9600
5:00:00	4.3760	4.3440	4.5760	4.6720	3.4640	4.7520	4.1920
5:15:00	4.9200	4.2000	4.6720	4.7920	4.3040	4.2800	4.5840
5:30:00	4.8640	4.4000	4.8320	5.2160	4.6080	4.5600	3.8800
5:45:00	4.2160	4.7040	5.1760	4.9920	4.9920	4.4000	3.6480
6:00:00	4.0160	4.3440	4.6240	4.4400	4.7600	3.7840	3.2560
6:15:00	4.0880	4.1520	4.5200	4.9600	4.4320	3.8880	2.6800
6:30:00	3.5120	4.3040	3.7680	4.7760	4.1920	4.2960	2.5280
6:45:00	3.8000	4.2160	3.9760	4.3840	3.6480	3.4320	2.8000
7:00:00	3.2560	3.6800	3.7280	3.8160	3.8960	3.1440	2.5360
7:15:00	3.0640	3.7840	3.5200	3.7680	3.4240	3.4480	2.2720
7:30:00	3.7360	3.9040	3.0320	3.1360	3.5280	2.6480	2.2960
7:45:00	3.8240	3.5120	3.1920	3.7600	3.7520	2.6640	2.7520
8:00:00	3.2880	4.0320	3.1520	3.7760	4.7520	3.0560	2.6320

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 3							
8:15:00	3.5360	3.7360	3.3280	3.5520	3.8480	3.1440	2.6800
8:30:00	3.4800	3.6160	3.5840	4.0240	3.9600	2.7520	3.1520
8:45:00	3.3680	4.1600	3.7920	4.5040	3.7120	3.2320	3.1040
9:00:00	3.8800	3.8240	2.9600	3.7360	4.0080	3.1440	2.6160
9:15:00	3.6720	3.4880	3.6880	3.9840	3.5680	2.7360	3.3200
9:30:00	3.5520	3.6000	3.4480	3.9920	3.9040	3.2480	3.7520
9:45:00	3.9120	4.0640	4.4160	4.0480	3.6080	3.5680	3.8720
10:00:00	4.0240	4.1920	3.1920	3.8000	3.8480	3.3200	3.8000
10:15:00	4.3200	3.6720	3.4880	3.7680	3.9360	3.9040	4.3520
10:30:00	5.1840	4.0560	4.4400	3.8960	3.6560	3.7200	3.8960
10:45:00	4.5520	3.9920	4.9840	4.2240	3.9360	3.5040	3.9040
11:00:00	5.6160	3.9680	4.4080	4.0240	4.2480	3.7440	3.9360
11:15:00	5.2400	3.9120	5.3680	3.7200	3.7200	4.0000	4.0720
11:30:00	5.0240	4.1040	4.4640	3.9760	3.9120	3.2640	3.9520
11:45:00	4.3680	3.5120	4.1520	3.7840	3.1600	3.3360	3.5360
12:00:00	3.9440	5.1520	3.8080	4.2640	3.6960	3.6560	4.1360
12:15:00	4.0080	3.8080	4.0960	3.7120	3.9280	3.6240	3.8560
12:30:00	4.4000	3.7040	4.0560	4.0800	3.5520	3.5120	3.5520
12:45:00	4.5200	4.3280	4.0000	3.8960	3.4720	3.8800	5.0160
13:00:00	3.8480	4.2080	3.8000	3.8080	3.4160	3.5280	4.5520
13:15:00	4.1920	4.1040	3.6160	3.6320	3.2400	3.9360	4.3280
13:30:00	4.0880	4.8480	3.3920	3.3920	3.4000	3.7040	4.9600
13:45:00	4.0560	4.3920	3.6640	3.9120	3.7840	3.0640	3.6560
14:00:00	4.0960	3.4880	3.2880	3.5440	3.5280	3.5360	3.7840
14:15:00	3.9280	4.0640	3.2560	3.4240	3.3120	3.3440	3.6000
14:30:00	4.2800	3.9920	3.7760	4.0640	3.9040	3.6000	4.1520
14:45:00	4.3120	3.8400	4.4880	4.5040	3.2960	3.3600	3.4240
15:00:00	3.8800	4.8080	4.2240	4.2960	3.5280	3.8240	3.6080
15:15:00	4.1840	3.5840	5.2640	3.9280	3.6080	3.3760	4.1760
15:30:00	4.2560	4.2000	5.0640	4.5360	4.2240	3.6880	3.5120
15:45:00	3.3840	3.7440	4.8560	3.8800	3.9280	3.6320	3.6800
16:00:00	4.0000	4.1360	4.4320	3.8640	3.9440	3.3600	4.2080
16:15:00	4.0160	4.4800	4.4080	4.4800	5.0400	3.6720	5.0720
16:30:00	3.9520	5.1680	4.5360	4.0880	4.7600	4.1120	4.8320
16:45:00	3.9840	4.7280	4.5520	4.1120	4.3120	3.9840	5.0640
17:00:00	4.4800	5.4000	5.0800	4.7440	4.1360	3.8160	4.5920
17:15:00	4.5600	5.4000	5.5360	5.4960	4.6240	4.4800	4.9440
17:30:00	5.5920	5.5040	5.4880	5.0880	5.9040	4.8160	5.7760

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 3							
17:45:00	7.4640	6.4160	6.6640	6.1200	5.6960	5.4000	6.1200
18:00:00	7.6320	7.6960	7.9120	7.7360	7.1200	6.1200	7.7280
18:15:00	8.4080	7.6800	8.1040	8.1840	8.9120	7.0560	7.4000
18:30:00	7.7200	8.0960	8.2320	8.8240	7.9680	7.2400	7.4560
18:45:00	8.7520	7.8160	8.4720	8.7200	8.2480	6.9520	7.3360
19:00:00	8.8960	8.4000	8.0880	8.3520	8.2640	7.2080	7.9280
19:15:00	9.0240	9.0960	7.7760	8.4240	7.8320	6.6000	7.7200
19:30:00	7.9680	8.3200	7.9040	8.3280	7.5680	7.0080	7.4000
19:45:00	8.1440	8.4320	8.4000	8.2880	8.0080	7.2160	6.9520
20:00:00	7.5360	8.6960	8.1920	8.3360	7.8640	6.9600	7.7520
20:15:00	8.0800	8.7920	8.1280	8.2000	7.5600	7.3040	7.7280
20:30:00	7.8640	8.6560	7.5280	7.9360	7.8000	7.3040	7.8320
20:45:00	8.3520	7.9360	7.4160	8.2560	8.1120	6.8640	7.4560
21:00:00	8.2720	6.9920	7.3600	8.4800	8.6480	7.4720	7.1520
21:15:00	7.9840	7.2240	7.3600	7.9200	8.0320	7.1440	7.2480
21:30:00	7.8240	7.2800	7.1040	7.5120	7.7120	6.7840	7.6880
21:45:00	7.4960	6.6480	7.1200	6.9360	7.0080	7.1520	6.7120
22:00:00	7.0480	6.5920	7.3680	6.5200	6.8880	6.3840	6.2720
22:15:00	7.5040	6.0240	6.7840	6.1840	6.7920	5.9600	6.2720
22:30:00	7.0000	5.9280	6.4480	6.0560	6.4480	5.6640	6.0000
22:45:00	7.1760	6.2400	6.0800	6.0880	5.9760	5.4000	6.0400
23:00:00	6.1120	5.4400	6.1840	5.7280	5.5920	4.8240	5.6720
23:15:00	5.3200	4.7840	5.8560	5.5520	4.6880	4.7680	5.2400
23:30:00	5.1760	5.2240	5.1760	5.3680	4.8960	5.7040	5.1120
23:45:00	4.8800	4.8800	4.6720	5.1280	4.4480	5.1680	4.9200

Tabla 23 Consumo de potencia en Octubre del Transformador 3

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 3							
HORA	LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLE S 3	JUEVES 4	VIERNES 5	SABADO 6	DOMINGO 7
0:00:00	5.8160	5.0480	4.9200	5.2000	5.1440	4.3280	4.6080
0:15:00	4.8320	4.7920	4.8240	5.1520	5.2640	4.5760	4.4560
0:30:00	4.0720	4.3280	4.7840	4.7120	4.5040	4.4320	4.7840
0:45:00	4.2560	4.5680	4.5760	4.8720	4.3200	4.4160	4.5760
1:00:00	3.9600	3.8320	4.4160	4.5840	4.3120	5.1680	4.3760

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 3							
1:15:00	4.2880	4.1360	4.9040	4.6720	4.3200	3.9200	4.3520
1:30:00	4.3360	4.4080	4.3680	4.9440	4.0480	3.5360	4.1440
1:45:00	3.9920	4.4560	3.9520	4.8480	4.0960	4.2400	4.0960
2:00:00	4.1040	4.1360	3.9920	4.2720	4.2480	3.9360	4.0000
2:15:00	3.9600	4.0880	4.2320	4.5280	3.8320	3.6960	3.9760
2:30:00	4.3200	3.8880	4.0080	4.4320	4.2960	4.0000	3.8480
2:45:00	3.7840	3.9360	3.8800	4.1680	3.9680	3.8720	3.8800
3:00:00	4.2400	4.3120	4.0480	4.6240	4.0480	3.9120	3.9600
3:15:00	3.9200	4.0480	3.9200	4.3200	4.3120	4.4160	3.6160
3:30:00	3.9280	4.1440	4.1120	4.3200	4.0400	3.7120	3.8800
3:45:00	4.2560	3.8800	3.8880	4.5200	4.0320	3.8080	4.2080
4:00:00	3.7680	3.9520	4.0400	4.1200	4.0560	3.7520	3.5360
4:15:00	3.9200	3.9600	4.1280	4.3520	4.0880	3.8320	3.7200
4:30:00	4.0240	4.1680	3.8880	4.5360	4.0880	4.4080	3.5840
4:45:00	3.8400	4.3200	4.2400	4.2400	3.9760	4.9040	3.7280
5:00:00	4.1520	4.4160	4.3680	4.7760	4.1520	4.7120	3.9680
5:15:00	4.1440	4.9760	4.5200	5.1920	4.6320	4.4160	4.1360
5:30:00	4.1520	4.0080	4.1360	4.7680	4.4720	4.0720	4.1920
5:45:00	4.1360	4.0720	3.8880	5.9040	4.6080	3.0240	4.1440
6:00:00	4.2880	4.4320	4.1520	4.6720	4.7680	3.1840	3.4960
6:15:00	3.8480	4.1360	4.6320	4.6480	4.6320	3.3200	3.0560
6:30:00	3.3840	3.8160	4.2080	4.2240	4.0560	3.1600	3.0960
6:45:00	3.1280	3.4320	3.5040	3.8640	4.1280	3.6160	2.6960
7:00:00	2.9840	3.4640	3.1680	3.4320	3.7440	3.1840	2.8880
7:15:00	3.3680	2.8720	2.9440	3.4720	3.6720	3.3360	3.0240
7:30:00	3.2560	2.9040	3.0000	2.9360	3.9520	3.8320	3.1920
7:45:00	3.1760	2.9920	3.0640	3.3680	3.4800	2.9440	3.2080
8:00:00	3.0960	3.1520	3.3840	3.8640	3.3360	3.5360	3.1360
8:15:00	2.8640	3.0800	3.4480	3.1040	3.8640	3.6640	3.3920
8:30:00	3.0000	3.4080	3.1120	3.3920	3.3840	3.6640	3.3600
8:45:00	3.2720	3.3680	4.3840	3.3520	3.4640	3.8080	3.8160
9:00:00	3.2880	3.6880	4.4000	3.3600	3.5440	3.5200	3.8080
9:15:00	3.1120	4.0000	5.3120	3.9440	3.5440	3.3440	3.8720
9:30:00	3.1840	4.3600	4.2160	3.8240	3.7920	3.4320	3.6800
9:45:00	2.9680	4.0000	4.1520	5.6720	3.8960	3.9520	3.1840
10:00:00	3.6000	4.0800	3.8480	3.4960	3.5200	3.5120	3.4800
10:15:00	3.9840	3.8880	3.9520	3.8320	3.9360	4.1200	3.6640
10:30:00	3.6320	4.1280	3.8720	3.7680	3.8480	4.4160	3.5840

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 3							
10:45:00	3.9200	3.8560	3.3680	4.3440	3.6880	4.1520	4.4000
11:00:00	3.8160	3.6160	3.7360	3.8880	4.2560	4.0320	3.4560
11:15:00	3.7920	3.9200	4.3760	3.7600	4.0800	4.9360	3.7040
11:30:00	4.1040	3.7760	3.3920	3.8640	4.6640	5.3200	3.7680
11:45:00	4.3680	3.5840	3.8240	3.5520	5.3200	3.8080	4.5440
12:00:00	4.8080	5.6960	3.5680	4.0480	5.4960	4.2240	4.7520
12:15:00	4.1760	5.5360	3.7120	5.0880	5.6000	4.7440	4.7200
12:30:00	4.8960	5.0640	3.8560	4.7840	5.2800	4.4880	4.8080
12:45:00	4.2800	5.2400	3.8880	5.4880	6.0080	4.7680	5.0160
13:00:00	4.0400	5.7680	3.5920	5.2400	5.7200	4.3280	4.0800
13:15:00	4.0480	5.3760	3.5520	5.2800	5.2960	3.9440	3.5760
13:30:00	4.0480	4.2640	3.7680	4.2240	3.7360	4.2080	4.1840
13:45:00	4.2560	4.0880	3.9280	4.2080	3.9920	4.5440	4.0320
14:00:00	4.2560	4.3600	3.7200	4.1280	3.8880	4.6320	4.2880
14:15:00	4.6480	4.3520	4.0480	3.4480	4.0160	4.1280	3.6960
14:30:00	4.3440	3.8960	4.0640	4.2880	3.9680	3.5840	3.9840
14:45:00	4.6800	4.2240	3.5840	4.2880	4.4720	4.0800	3.7520
15:00:00	4.1680	3.9280	3.7520	4.1280	4.6320	4.3520	3.6240
15:15:00	4.5440	4.0320	3.6880	3.9200	3.9760	4.0640	3.8640
15:30:00	4.4080	3.8880	3.5920	4.1760	4.4240	4.2800	3.7200
15:45:00	3.9120	3.9520	3.5840	3.9520	4.4320	3.9840	4.0880
16:00:00	3.8400	3.5200	4.0480	4.0400	3.9680	4.0720	3.9200
16:15:00	4.3440	3.7440	3.5600	4.1120	4.0880	4.5280	3.9920
16:30:00	4.4080	3.6160	3.7760	4.5840	4.1040	4.3920	4.1920
16:45:00	4.5920	3.4240	3.6880	4.6960	4.0320	5.0720	4.3920
17:00:00	4.4480	4.7520	4.0320	4.2720	4.2560	5.4080	4.5280
17:15:00	5.2400	5.8480	4.6640	4.3920	4.5040	5.2160	4.4160
17:30:00	5.3440	6.6800	5.3760	4.4080	5.1280	5.3280	4.8880
17:45:00	5.6640	6.8640	6.2080	5.1120	6.3760	5.4800	5.5920
18:00:00	6.8640	8.1280	7.8960	6.7680	7.6160	6.3840	6.5280
18:15:00	8.1040	8.9280	8.5840	8.0240	7.9040	7.1200	8.0800
18:30:00	8.1840	8.4320	8.5360	7.9520	8.3120	8.0480	7.8800
18:45:00	8.4640	8.5680	8.3120	8.1920	9.0240	7.4480	7.6640
19:00:00	8.7840	8.4560	8.8720	8.0480	8.6080	7.6560	8.2320
19:15:00	8.4880	8.5440	8.4640	8.0400	10.3440	7.4000	7.8960
19:30:00	8.4960	9.4880	8.2160	8.2720	9.2320	7.2720	7.7920
19:45:00	8.4960	9.7520	8.9280	8.1200	8.9920	7.8560	7.8240
20:00:00	8.4640	9.3040	8.8160	7.6080	8.8240	7.6320	8.2960

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 3							
20:15:00	8.3680	9.2240	8.5120	7.8080	8.4480	7.5040	8.0320
20:30:00	8.5920	8.4320	8.4400	7.9040	8.7760	7.4880	7.7920
20:45:00	8.5520	9.0240	8.7120	7.6000	8.4400	8.1600	7.7200
21:00:00	8.0160	8.2400	9.3840	8.0320	7.9600	8.0480	6.8480
21:15:00	8.1760	8.4240	9.2320	7.2480	7.9440	7.5760	6.4080
21:30:00	8.5760	7.5040	9.3040	7.1360	7.2240	7.2880	6.3760
21:45:00	8.0960	7.3920	8.4000	6.9680	7.4400	6.6960	6.1440
22:00:00	8.1920	7.2880	7.5600	6.6000	6.7200	6.2960	5.5600
22:15:00	8.1040	6.8960	7.5200	7.0720	6.6080	6.2560	6.0720
22:30:00	7.2640	6.0720	7.6240	6.4880	6.1440	5.9520	6.0560
22:45:00	6.4640	6.2480	6.3680	6.5040	5.8400	6.1840	5.4560
23:00:00	6.5840	6.3920	6.0960	6.7760	5.5760	5.9840	4.9360
23:15:00	5.6640	6.0560	6.0000	5.1840	4.8400	5.7920	5.2400
23:30:00	5.9680	5.6720	5.4640	5.3120	4.4400	5.6080	4.5920
23:45:00	4.9440	5.2000	5.2000	5.2880	4.3600	5.5280	4.4400

Tabla 24 Consumo de potencia en Diciembre del Transformador 3

3.7. Pérdidas

Es importante que un sistema eléctrico funcione de manera eficiente, es decir, que durante el proceso de generación, transmisión y distribución se logre reducir las pérdidas de energía hasta un mínimo establecido por un organismo regulador, que en nuestro país es el CONELEC.

Las pérdidas de energía desde el punto de vista económico son pérdidas de dinero, desde el punto de vista eléctrico es energía generada, pero no utilizada para producir trabajo.

Podemos clasificar las pérdidas de energía en: Pérdidas Técnicas y Pérdidas no Técnicas.

3.7.1. Pérdidas técnicas

Son pérdidas propias de los elementos del sistema y que suceden en las líneas primarias y secundarias de distribución, en el transformador, acometida y medidor.

Estos valores de pérdidas pueden aumentar o disminuir dependiendo de la cantidad de energía que se transporte y de las características del sistema, es importante señalar que no existe sistema eléctrico sin pérdidas, pero se trata de reducirlas utilizando equipos y diseños apropiados según el tipo de carga.

3.7.1.1. Pérdidas en el transformador de distribución

Este tipo de pérdidas depende del diseño del transformador, es decir, del material con que está construido el núcleo y el tipo de conductor que se utiliza en el devanado de alta y baja tensión.

Las pérdidas en los devanados se calculan de la misma manera que las pérdidas en la línea de distribución mientras que las pérdidas en el núcleo también conocidas como pérdidas de corrientes de Eddy y debidas al fenómeno de histéresis no dependen de la carga conectada, sino de la composición del núcleo.

Para reducir las pérdidas de corriente de Eddy se construye un núcleo laminado, éstas láminas deben estar orientadas en la misma dirección del flujo magnético, de esta manera se reduce las corrientes parásitas inducidas que se forman en el núcleo.

Las pérdidas por histéresis se originan debido a la energía que se necesita para proporcionar el campo magnético al núcleo, según la dirección de la corriente alterna el flujo cambia de dirección, ésta energía se manifiesta en forma de calor y se disipa en el ambiente.

Para reducir las pérdidas de histéresis se utiliza materiales de alta calidad que posean una mejor permeabilidad magnética.

A continuación se presenta los valores de pérdidas en transformadores de distribución según su capacidad nominal y el tipo de aislamiento.

CAPACIDAD KVA	CLASE DE AISLAMIENTO					
	Hasta 15KV		Hasta 25KV		HASTA 34.5KV	
	En Vacío	Total	En Vacío	Total	En Vacío	Total
5	30	107	38	112	63	118
10	47	178	57	188	83	199
15	62	244	75	259	115	275
25	86	368	100	394	145	419
37.5	114	513	130	552	185	590
50	138	633	160	684	210	736
75	186	834	215	911	270	968

Tabla 25 Pérdidas en vacío y total máxima permitida (Unidad en W) ⁶

[6] <http://www.monografias.com/trabajos82/perdidas-potencia-transformadores/image012.jpg>

3.7.1.2. Pérdidas en alumbrado Público

Durante el levantamiento de campo nos dimos cuenta que las luminarias encontradas en las zonas de estudio estaban conectadas por medio de hilos pilotos, es decir tomadas directamente de la red secundaria. El departamento de alumbrado público nos facilitó los valores de pérdidas de cada una de estas luminarias. A continuación presentamos dichos valores en la siguiente tabla 3.18.

Tipo Luminaria	Pérdidas en Balastos (%)	Pérdidas en Balastos (W)
Na-70W-Otra	14.55%	10.185
Na-100W-Otra	14.55%	14.55
Hg-125W-Otra	9.67%	12.0875
Na-150W-Abierta	15.70%	23.55
Hg-175W-Abierta	10.03%	17.5525
Na-250W-Cerrada	15.94%	39.85
Refl-250W-Na	10.76%	26.9
Refl-400W-Na	8.91%	35.64
Refl-1500W-Na	9.71%	145.65
Refl-2000W-Na	9.71%	194.2

Tabla 26 Pérdida de potencia en lámparas tipo Cobra

Dependiendo del número de lámparas instaladas en la zona de estudio, podemos determinar las pérdidas que se generan en el sistema de distribución y que contribuyen al consumo del transformador de distribución.

Desarrollamos una ecuación general para calcular las pérdidas de alumbrado público de la siguiente manera.

$$\mathbf{PAP (z) = \Sigma NLAP * PLAMP} \qquad \mathbf{Ec. (3.1)}$$

Dónde:

PAP (z) es la pérdida de alumbrado público en la zona de estudio

NLAP es el número de lámparas instaladas en la zona

PLAMP es la pérdida en la lámpara según su potencia.

Normalmente las pérdidas de potencia en las lámparas tipo cobra están dadas en potencia activa (W), para obtener las pérdidas en potencia aparente (KVA) utilizamos la ecuación aprendida en clase:

$$\mathbf{KVA= KW * FP} \qquad \mathbf{Ec. (3.2)}$$

Dónde:

KVA es la potencia aparente de la lámpara tipo cobra

KW es la potencia reactiva de la lámpara tipo cobra

FP es el factor de potencia del balasto

3.7.2. Pérdidas no técnicas en un sistema de distribución

Podemos definir como pérdidas no técnicas a causas ajenas al sistema de distribución pero que directamente influyen en los registros, cobros o estudios de carga en un sistema eléctrico, entre las más comunes tenemos:

- Medidor en mal estado
- Acometida clandestina
- Acometida sin medidor
- Mediciones erróneas
- Error en las lecturas

Para determinar el valor de una pérdida no técnica se tiene que identificar las causas y a su vez un plan para eliminar o reducir al máximo las pérdidas. A continuación identificamos algunos problemas que originan pérdidas no técnicas.

3.7.2.1. Medidor en mal estado

Son muy pocos los medidores averiados que se pueden encontrar en las residencias de los abonados, pero existen, normalmente suceden cuando existen puntos calientes en la conexión interna, donde se fija la acometida o por daño propio del medidor.

En nuestro recorrido no se pudo evidenciar medidores con avería.

3.7.2.2. Acometida clandestina:

El consumidor utiliza una conexión directa desde la red secundaria a la vivienda, en este tipo de conexión no se

tiene un equipo de medición del consumo de energía, el consumidor utiliza el servicio sin pagar.

En nuestro recorrido a los abonados sujetos a la red secundaria de análisis no se evidenció éste tipo de conexión.

3.7.2.3. Acometida sin medidor:

En este caso hay una autorización previa de la empresa eléctrica para que el consumidor esté conectado a la red sin el equipo de medición de energía. La empresa eléctrica estima su consumo, la cual puede estar o no cerca al consumo real del abonado.

3.7.2.4. Mediciones erróneas:

Son originadas por el registro errado del equipo de medición a causa del deterioro o la manipulación voluntaria por una persona ajena a los autorizados por las empresas eléctricas.

3.7.2.5. Error en las lecturas:

Son muy común este tipo de errores por parte del personal encargado del registro de consumo eléctrico a los consumidores, este error es generalmente involuntario y origina errores en la facturación mensual del abonado.

Las pérdidas no técnicas resultan de la diferencia entre las pérdidas totales menos las pérdidas técnicas.⁶

En la siguiente tabla se puede notar que el indicador de pérdidas del grupo de la CNEL se situó en 24,67%, valor que presenta un desvío de -3,87% respecto a su meta de 20,8%, las pérdidas de energía de CNEL-Regional Sto. Domingo se encuentran dentro de márgenes aceptables; en tanto que, en el grupo de empresas eléctricas el indicador de pérdidas se ubicó en 11,99%, registrándose una disminución de 0,21% respecto a su meta de 12,2%.⁷

[6] Reglamento de tarifas vigentes Art. 12. CONELEC 003/99

[7] CONELEC Plan Maestro de Electrificación 2012-2021 Pág. 41

Distribuidora	PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA						Meta SIGOB Dic 2010
	Total (GWh)	Técnica (GWh)	No Técnica (GWh)	Total (%)	Técnica (%)	No Técnica (%)	
CNEL - Manabí	446.51	171.03	275.48	34.78	13.32	21.46	29.09
CNEL - Los Ríos	97.95	38.71	59.24	30.46	12.04	18.42	20.0
CNEL - Esmeraldas	120.54	56.68	63.86	28.00	13.17	14.84	20.0
CNEL - Milagro	143.45	46.96	96.50	24.80	8.12	16.68	20.0
CNEL - Sucumbíos	44.05	25.87	18.18	22.78	13.38	9.40	22.0
CNEL - Guayas Los Ríos	318.51	165.80	152.71	22.81	11.88	10.94	20.0
CNEL - El Oro	128.23	60.53	67.71	19.06	8.99	10.06	15.5
CNEL - Bolívar	10.75	7.84	2.91	16.66	12.15	4.52	14.0
CNEL - Sta. Elena	64.32	46.19	18.13	15.88	11.41	4.48	15.0
CNEL - Sto. Domingo	46.29	39.64	6.65	11.25	9.63	1.62	12.0
TOTAL CNEL	1,420.6 1	659.23	761.38	24.67	11.45	13.22	20.8
Eléctrica de Guayaquil	782.23	409.02	373.20	16.81	8.79	8.02	17.0
E.E. Riobamba	35.75	24.67	11.08	13.17	9.09	4.08	13.0
E.E. Sur	31.53	25.15	6.38	12.50	9.97	2.53	12.0
E.E. Norte	51.20	25.41	25.80	10.99	5.45	5.53	10.0
E.E. Galápagos	2.98	2.03	0.95	9.13	6.21	2.92	7.0
E.E. Ambato	40.36	32.83	7.53	8.53	6.94	1.59	9.0
E.E. Cotopaxi	32.51	21.31	11.20	8.35	5.48	2.88	9.0
E.E. Quito	289.15	252.05	37.10	7.91	6.90	1.02	8.0

Distribuidora	PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA						Meta SIGOB Dic 2010
	Total (GWh)	Técnica (GWh)	No Técnica (GWh)	Total (%)	Técnica (%)	No Técnica (%)	
E.E. Centro Sur	56.40	45.00	11.40	7.23	5.77	1.46	6.9
E.E. Azogues	4.71	3.08	1.62	5.04	3.30	1.74	5.5

Tabla 27 Desglose de energía disponible y pérdidas según meta SIGOB en el sistema de distribución a Diciembre del 2010. ⁸

3.8. Consumo máximo del transformador de distribución

Para determinar el consumo máximo de un transformador de distribución y determinar si está funcionando bajo condiciones de carga apropiadas en el desarrollo de ésta tesis se consideran las pérdidas en el transformador de distribución KVA (T), pérdidas en las lámparas de alumbrado público tipo cobra según la zona de estudio KVA (zona), pérdidas no técnicas PS1 y el consumo registrado en el medidor totalizador en las horas pico S.

[8] CONELEC, Plan Maestro de Electrificación 2012-2021

Desarrollamos una ecuación en la que se consideren todas estas variables en términos de potencia aparente (KVA).

$$\mathbf{S \text{ (total)} = KVA \text{ (T)} + KVA \text{ (zona)} + PS1 + S} \quad \mathbf{Ec. (3.3)}$$

Dónde:

S (total) es el consume máximo del transformador

KVA (T) son las pérdidas en el transformador

KVA (zona) son las pérdidas en lámparas de alumbrado público

PS1 son las pérdidas No Técnicas

S es el consumo máximo registrado en el medidor totalizador

3.9. Curvas de carga

A continuación realizaremos los diagramas de curvas de carga de la energía obtenida de los transformadores de distribución ubicados en cada una de las zonas de estudio. Los valores obtenidos de los diagramas de curvas de carga serán diarios, para de esta forma llegar a un mejor análisis.

3.9.1. Registro en la zona 1 del 20 - 26 de octubre del 2014

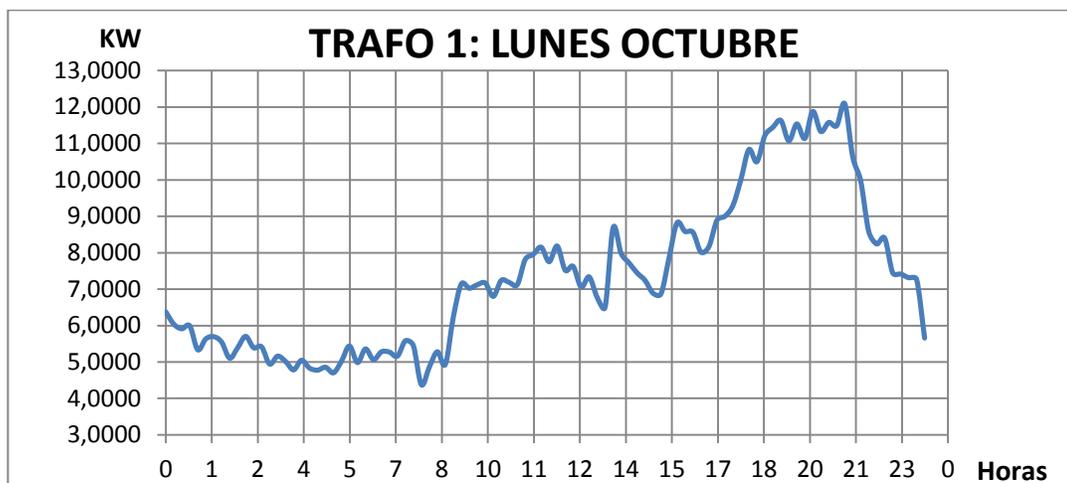


Figura 3. 1 Curva de Carga de Octubre del Transformador 1 en el día lunes

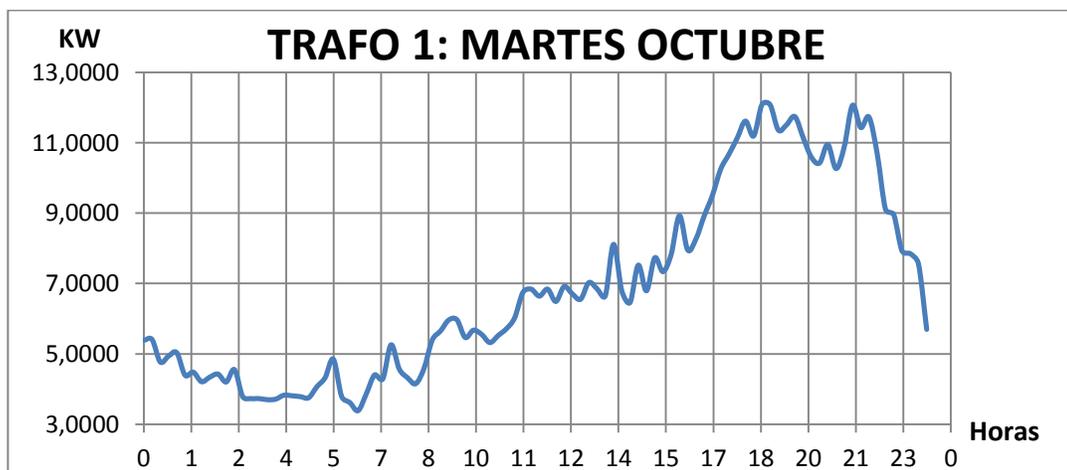


Figura 3. 2 Curva de Carga de Octubre del Transformador 1 el día martes

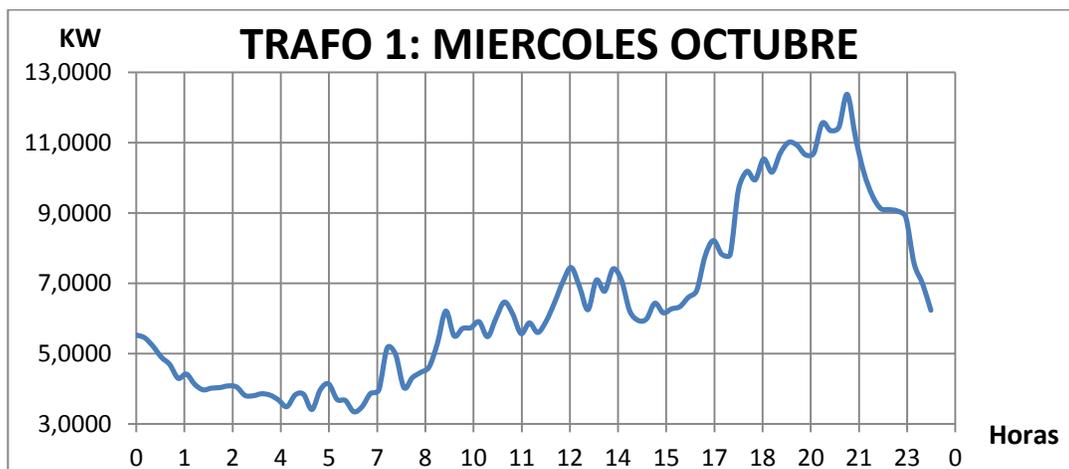


Figura 3. 3 Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día miércoles



Figura 3. 4 Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día jueves

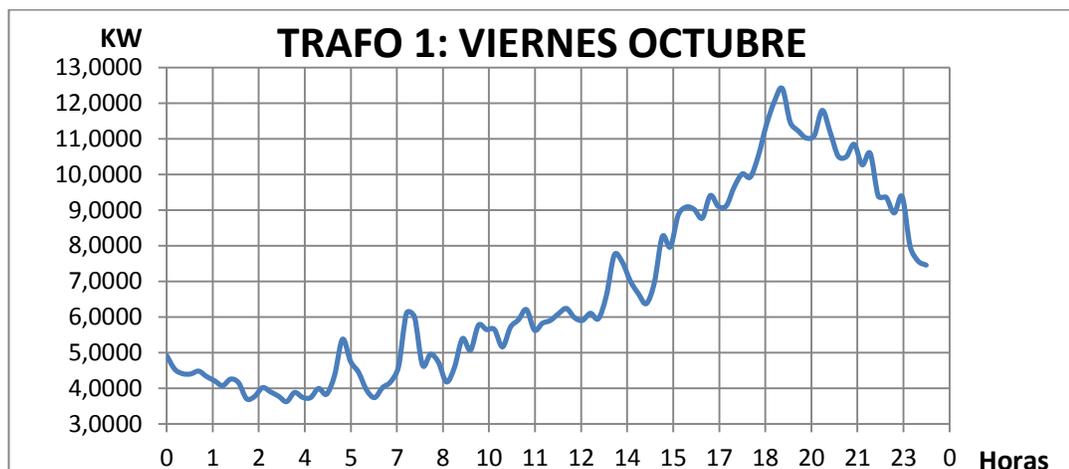


Figura 3. 5 Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día viernes

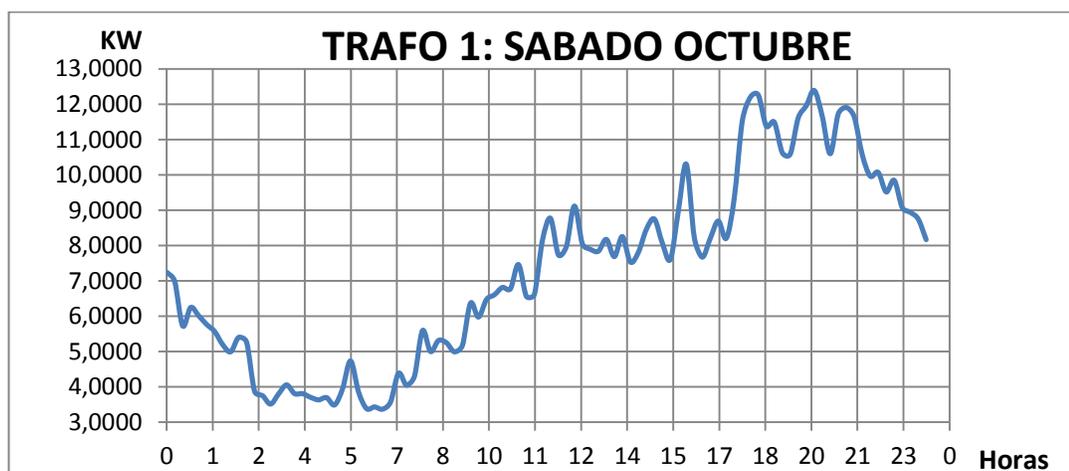


Figura 3. 6 Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día sábado



Figura 3. 7 Curva de Carga de Octubre del transformador 1 el día domingo

Para la Zona 1 de la semana de estudio del mes de octubre podemos darnos cuenta que el día de mayor consumo de esa semana es el Jueves con una potencia de consumo de 13,0240 KW a las 19:00 PM. En la siguiente tabla vemos los días y las horas de mayor consumo de potencias de la semana de estudio y el promedio de consumo obtenido en esa semana.

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 1								
HORA	LUNES 20	MARTES 21	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26	PROMEDIO
18:00:00								
18:15:00								
18:30:00							9,9520	
18:45:00		12,0800						
19:00:00				13,0240				
19:15:00					12,4160			
19:30:00								
19:45:00								
20:00:00								
20:15:00						12,3920		
20:30:00								
20:45:00								
21:00:00								
21:15:00	12,0880		12,3760					
21:30:00								
21:45:00								
22:00:00								
	12,0880	12,0800	12,3760	13,0240	12,4160	12,3920	9,9520	12,0469

Tabla 28 Consumo de Potencia de Octubre del Transformador 1

Por medio de las curvas de carga podemos observar que en esta semana de estudio del mes de Octubre los usuarios tienen un promedio máximo de consumo de 12,0469 KW, y su rango horario empieza desde las 18:30 a las 21:15 PM. No existen variaciones grandes de consumo excepto el domingo que tiene una pequeña disminución en el consumo, podríamos decir que su consumo se mantiene casi en el promedio.

3.9.2. Registro en la Zona 1 del 1 al 7 de diciembre del 2014

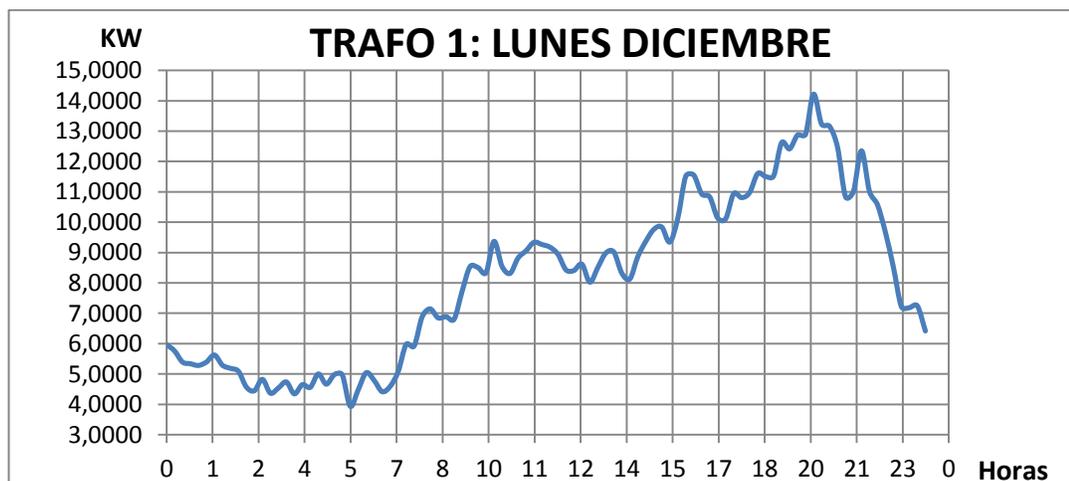


Figura 3. 8 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día lunes

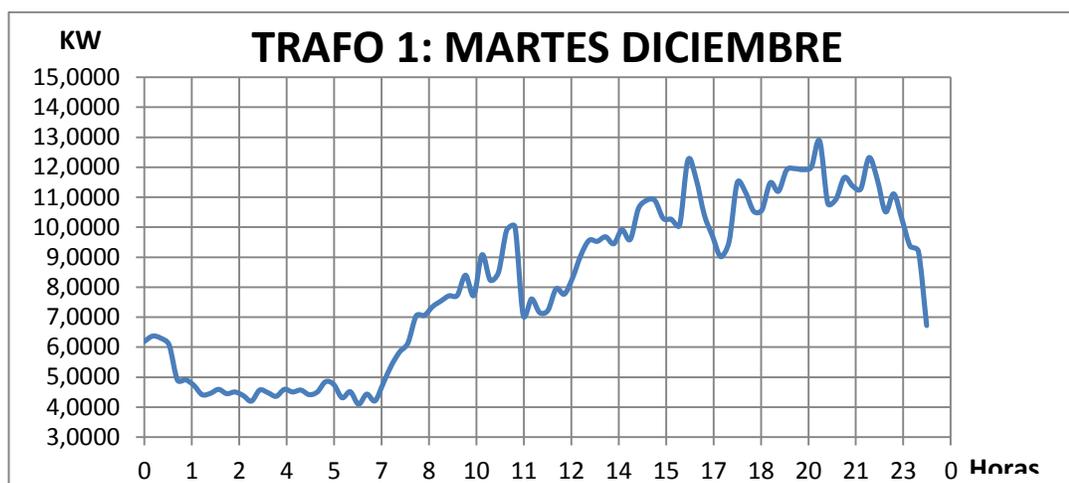


Figura 3. 9 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día martes

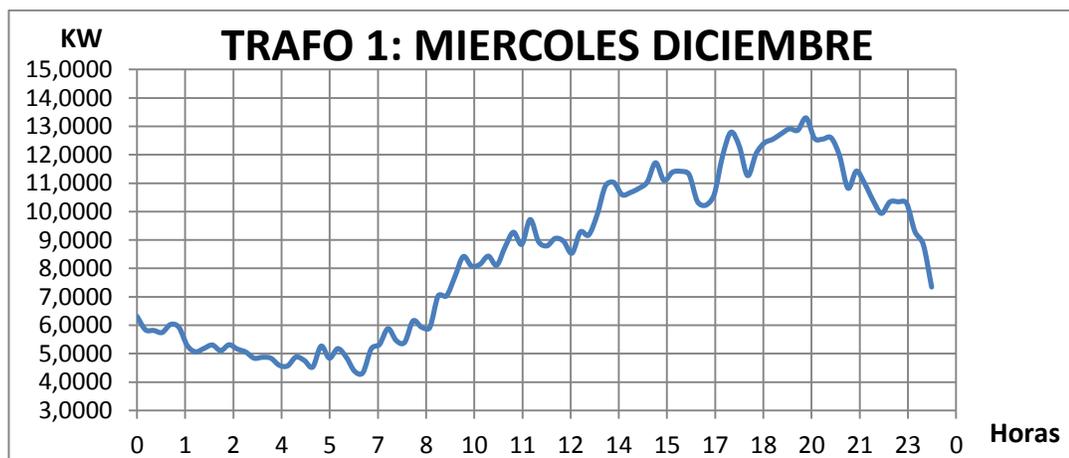


Figura 3. 10 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día miércoles



Figura 3. 11 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día jueves

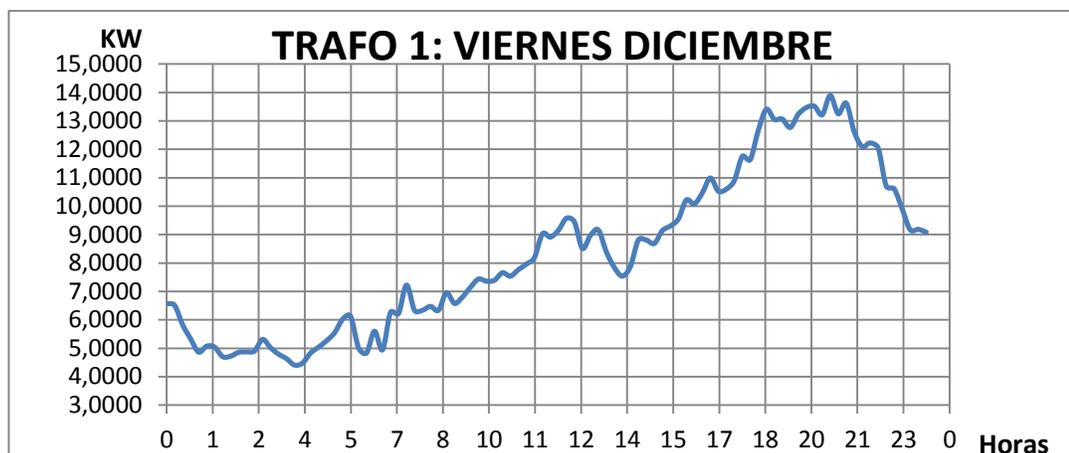


Figura 3. 12 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día viernes

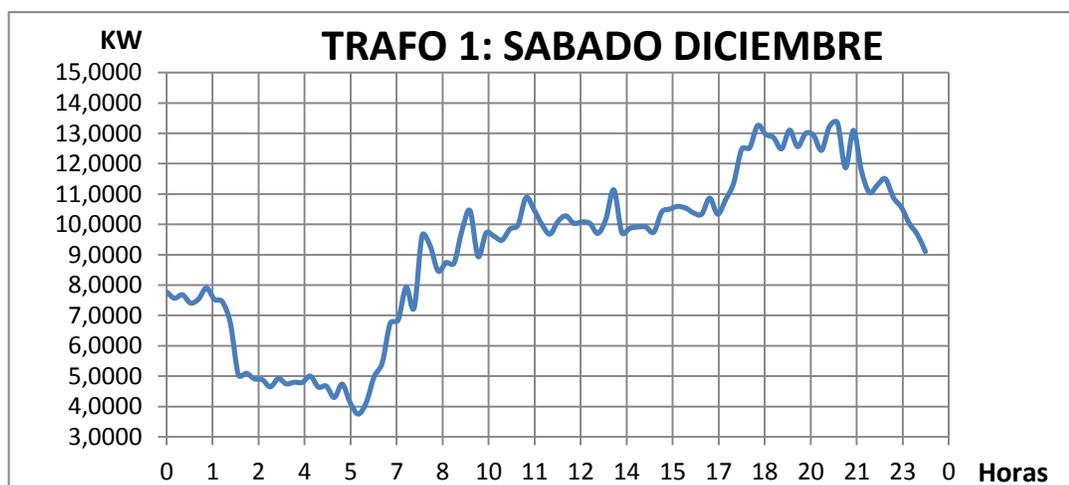


Figura 3. 13 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día sábado

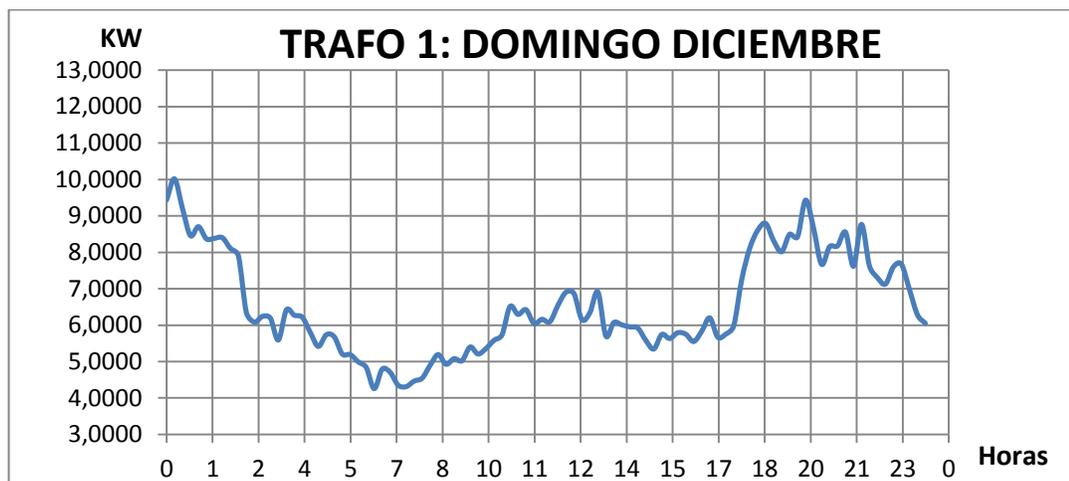


Figura 3. 14 Curva de Carga de Diciembre del transformador 1 el día domingo

Para la semana de estudio del mes de Diciembre podemos darnos cuenta que el día de mayor consumo de potencia es el Lunes, con una potencia de 14,2160 KW a las 20:15 PM. En la siguiente tabla vemos los días y las horas de mayor consumo de energía, y la potencia promedio obtenida en esa semana.

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 1								
HORA	LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLES 3	JUEVES 4	VIERNES 5	SABADO 6	DOMINGO 7	PROMEDIO
19:00:00								
19:15:00								
19:30:00								
19:45:00								
20:00:00			13,2960					
20:15:00	14,2160							
20:30:00		12,8800		13,1680				
20:45:00					13,8960			
21:00:00						13,3440		
21:15:00								
21:30:00								
21:45:00								
0:15:00							10,0160	
	14,2160	12,8800	13,2960	13,1680	13,8960	13,3440	10,0160	12,9737

Tabla 29 Consumo de Potencia de Diciembre del Transformador 1

Por medio de las curvas de cargas podemos observar el valor promedio de consumo de los usuarios de esta zona en el mes de diciembre que es de 12,9737 KW, y que a diferencia del mes de octubre no existe mucha variación en su promedio. Mantienen un rango horario muy pequeño que empieza desde las 20:00 hasta las 21:00 PM, con excepción del domingo el cual su consumo máximo es a las 00:15 AM.

El valor de potencia activa que se selecciona en base a los requerimientos de esta tesis para determinar bajo qué condiciones funciona el transformador en la zona 1 es el día lunes, con una

potencia de 14,2160 KW a las 20:15 PM, en términos de potencia aparente y a un factor de potencia de 0.99 tenemos $S_1=14.073$ KVA

3.9.3. Registro en la Zona 2 del 20 – 26 de octubre del 2014

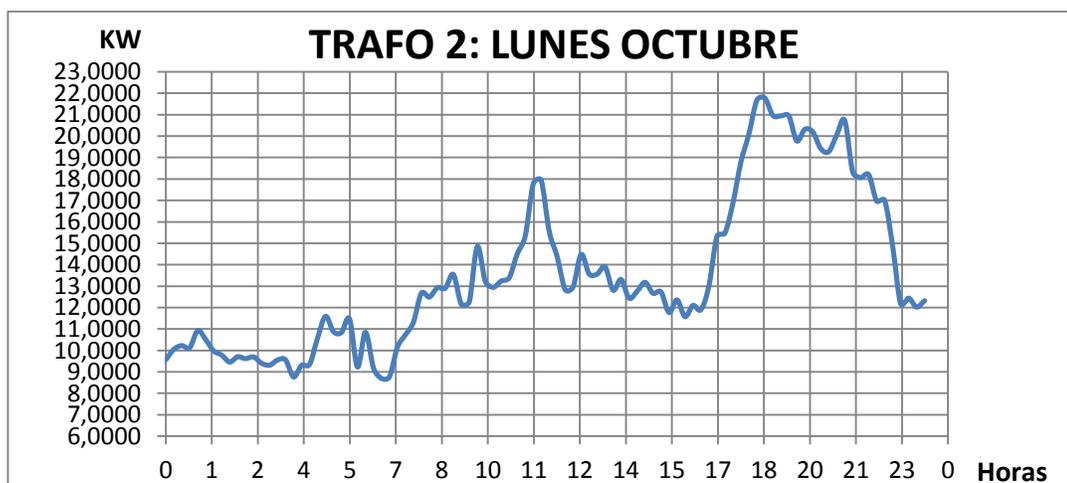


Figura 3. 15 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día lunes

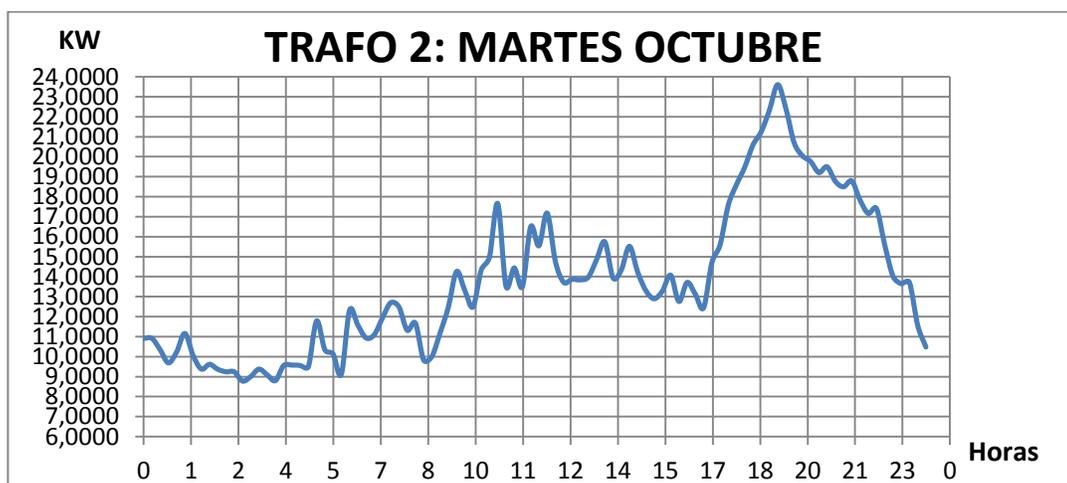


Figura 3. 16 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día martes

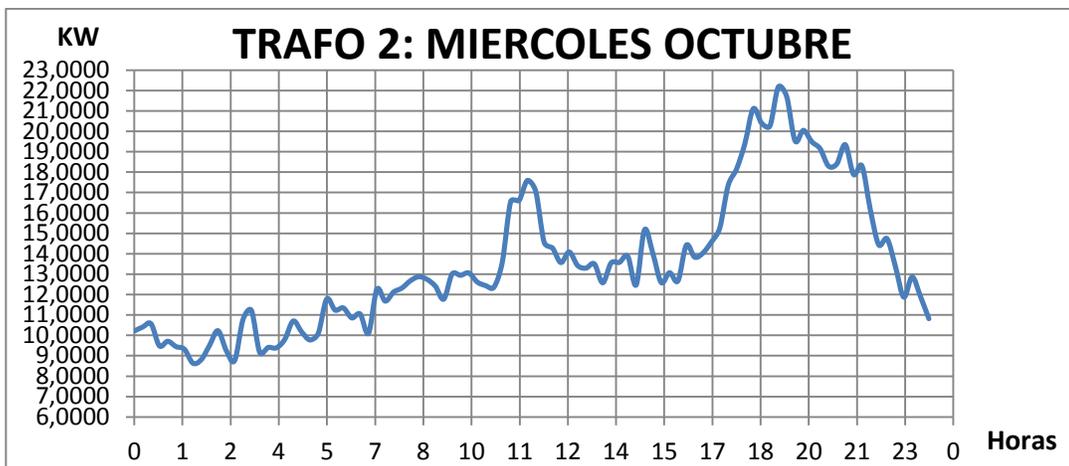


Figura 3. 17 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día miércoles

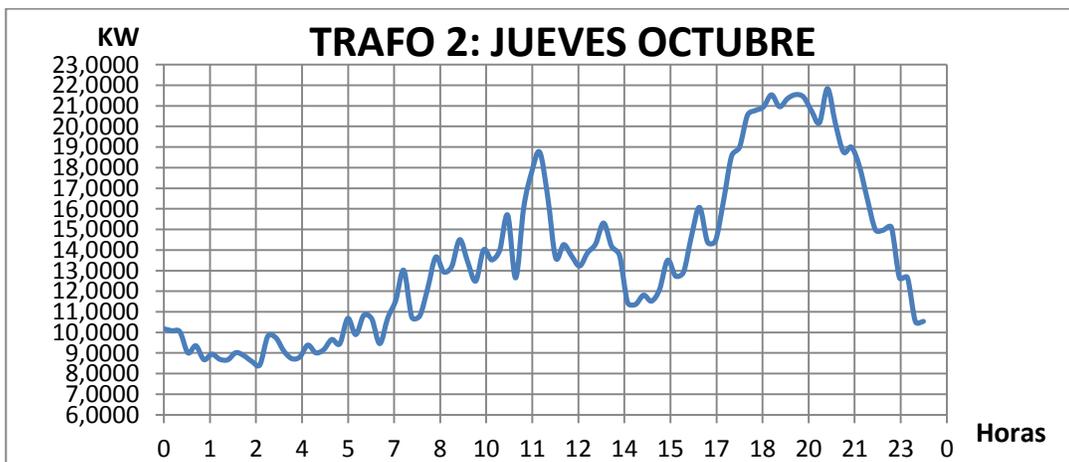


Figura 3. 18 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día jueves

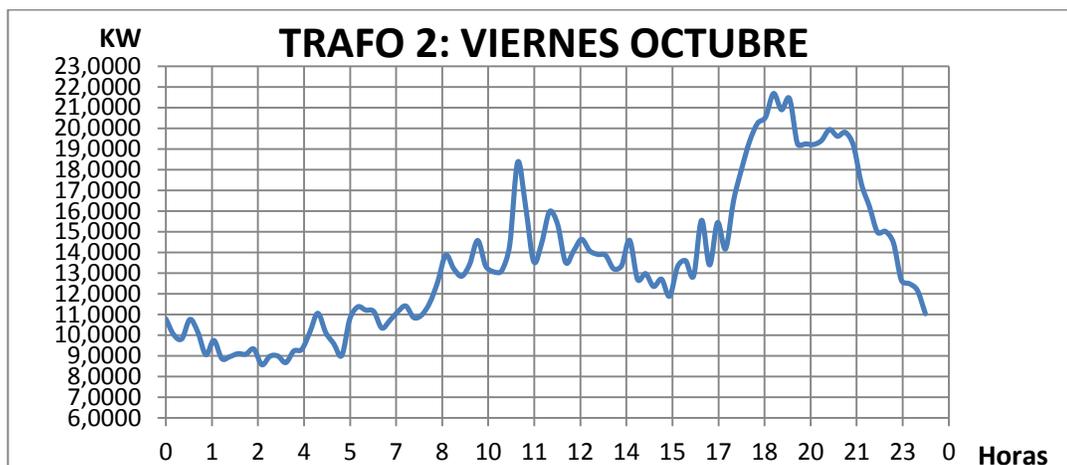


Figura 3. 19 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día viernes

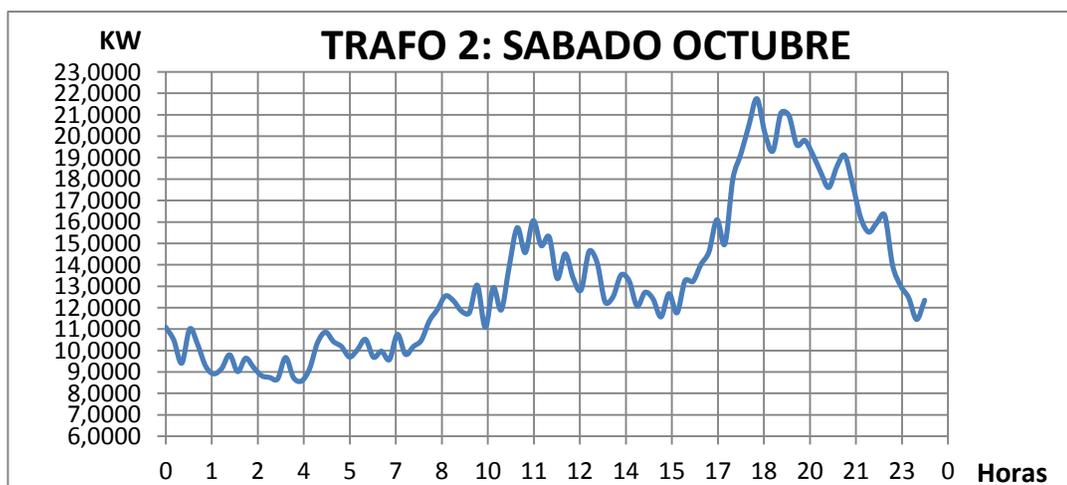


Figura 3. 20 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día sábado

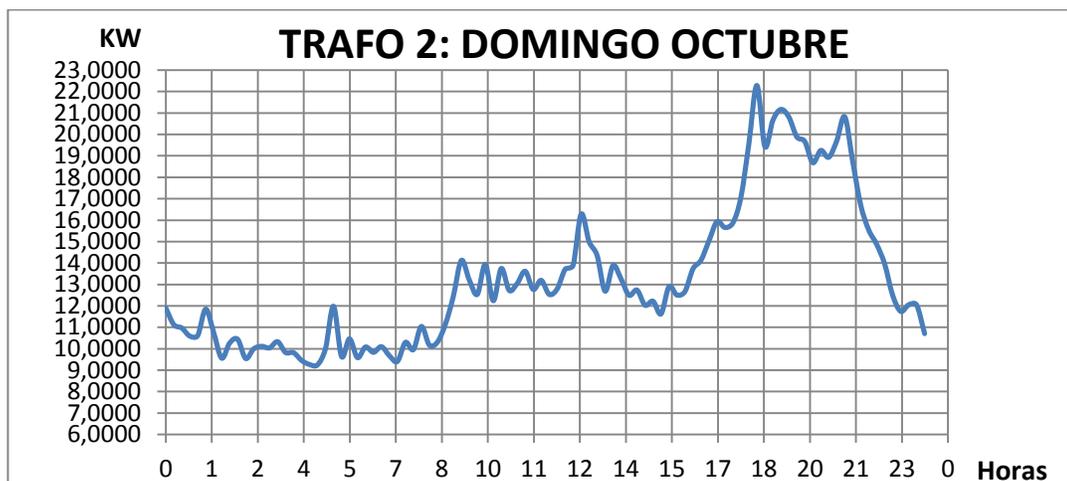


Figura 3. 21 Curva de Carga de Octubre del transformador 2 el día domingo

Para la Zona 2 de la semana de estudio del mes de Octubre podemos darnos cuenta que el día de mayor consumo de potencia es el Martes, con una potencia de 23,6080 KW a las 19:15 Pm. En la siguiente tabla vemos los días y las horas de mayor consumo de energía, y la potencia promedio obtenida en esa semana.

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 2								
HORA	LUNES 20	MARTES 21	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26	PROMEDIO
18:00:00								
18:15:00								
18:30:00						21,7520	22,2880	
18:45:00	21,7760							
19:00:00					21,6800			
19:15:00		23,6080	22,1760					
19:30:00								
19:45:00								
20:00:00								
20:15:00								
20:30:00								
20:45:00				21,8400				
21:00:00								
21:15:00								
21:30:00								
	21,7760	23,6080	22,1760	21,8400	21,6800	21,7520	22,2880	22,1600

Tabla 30 Consumo de Potencia de Octubre del Transformador 2

En la segunda zona de estudio del mes de octubre podemos decir que los usuarios tienen un consumo promedio de 22,1600 KW, y que su rango horario empieza a partir de las 18:30 hasta las 19:15 PM, con excepción del día jueves en el cual su consumo máximo empieza a las 20:45 PM. En esta zona los usuarios mantienen un comportamiento normal de consumo ya que no existe mucha variación con respecto al promedio.

3.9.4. Registro en la Zona 2 del 1 al 7 de diciembre del 2014

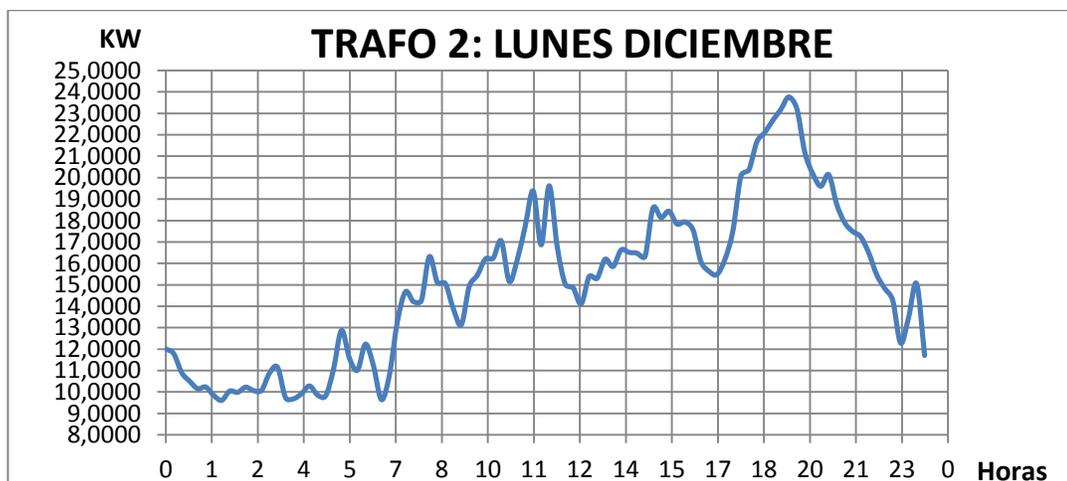


Figura 3. 22 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día lunes

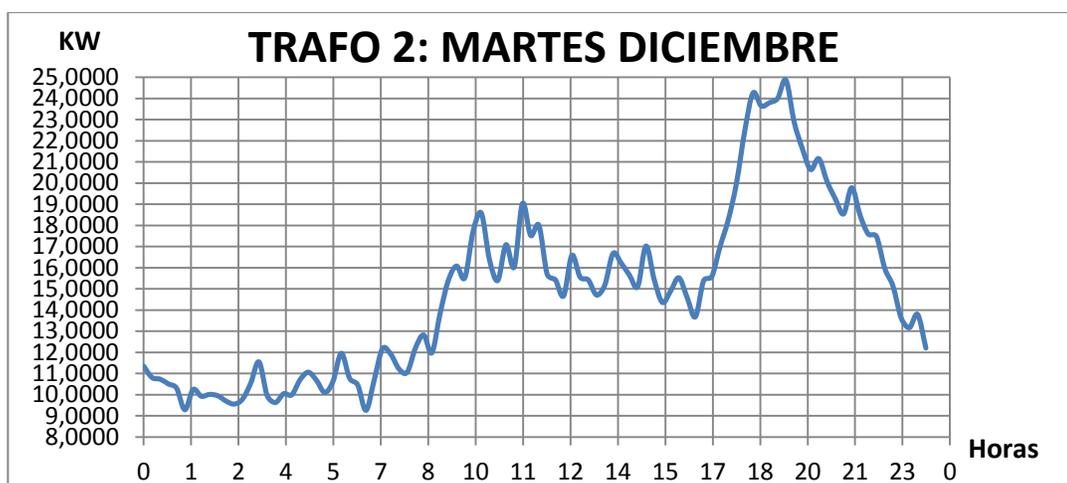


Figura 3. 23 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día martes

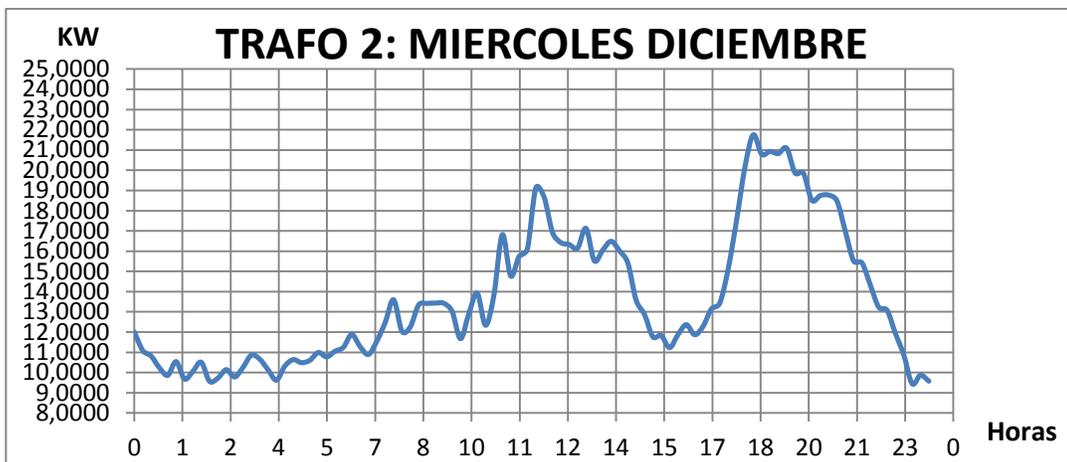


Figura 3. 24 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día miércoles



Figura 3. 25 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día jueves

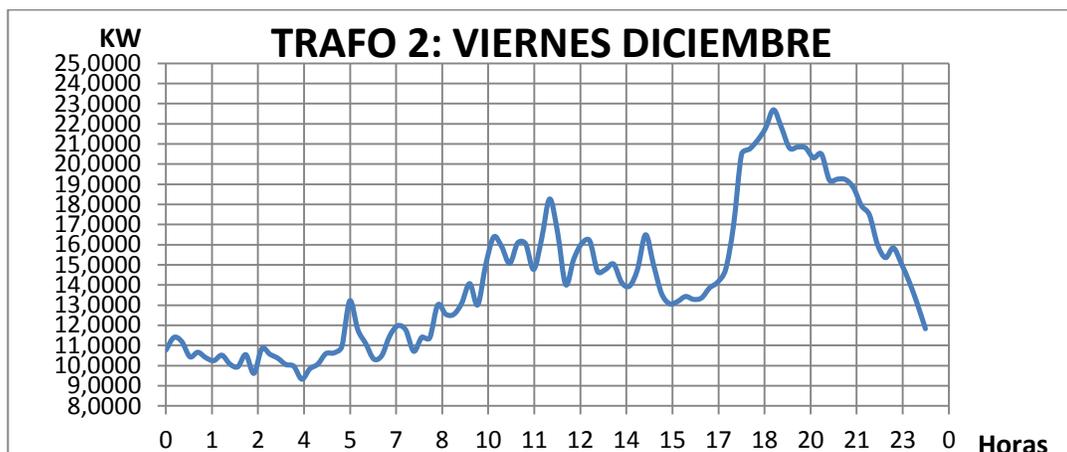


Figura 3. 26 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día viernes

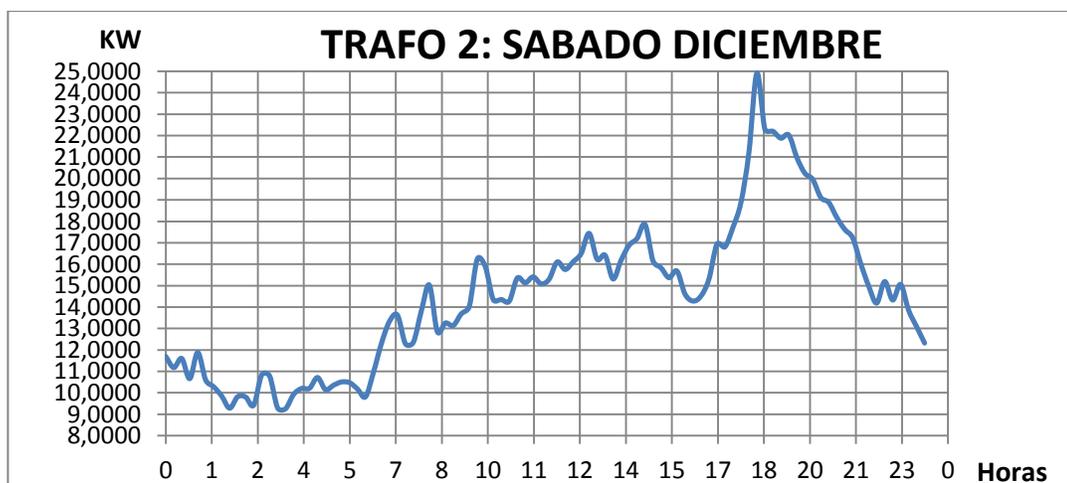


Figura 3. 27 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día sábado



Figura 3. 28 Curva de Carga de Diciembre del transformador 2 el día domingo

Para la Zona 2 de la semana de estudio del mes de Diciembre podemos darnos cuenta que el día de mayor consumo de potencia es el Sábado, con una potencia de 24,9120 KW a las 18:30 Pm. En la siguiente tabla vemos los días y las horas de mayor consumo de energía, y la potencia promedio obtenida en esa semana.

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 2								
HORA	LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLES 3	JUEVES 4	VIERNES 5	SABADO 6	DOMINGO 7	PROMEDIO
18:00:00								
18:15:00								
18:30:00			21,7520			24,9120		
18:45:00								
19:00:00					22,6960			
19:15:00				23,6080			20,3920	
19:30:00	23,7680	24,8640						
19:45:00								
20:00:00								
	23,7680	24,8640	21,7520	23,6080	22,6960	24,9120	20,3920	23,1417

Tabla 31 Consumo de Potencia de Diciembre del Transformador 2

Para este mes de estudio podemos decir que su promedio máximo de potencia aumento a 23,1417 KW, a diferencia del mes de octubre, y que su rango horario empieza desde las 18:30 hasta las 19:30 PM. También podemos darnos cuenta que los días de mayor y menor consumo son los días sábado y domingo sucesivamente. Tienen un consumo normal ya que no hay mucha variación con respecto al promedio.

El valor de potencia activa que se selecciona en base a los requerimientos de esta tesis para determinar bajo qué condiciones funciona el transformador en la zona 2 es el día Sábado, con una

potencia de 24,9120 KW a las 18:30 Pm, en términos de potencia aparente y a un factor de potencia de 0.99 tenemos $S_2=24.66288$ KVA

3.9.5. Registro en la Zona 3 del 20 al 26 de octubre del 2014

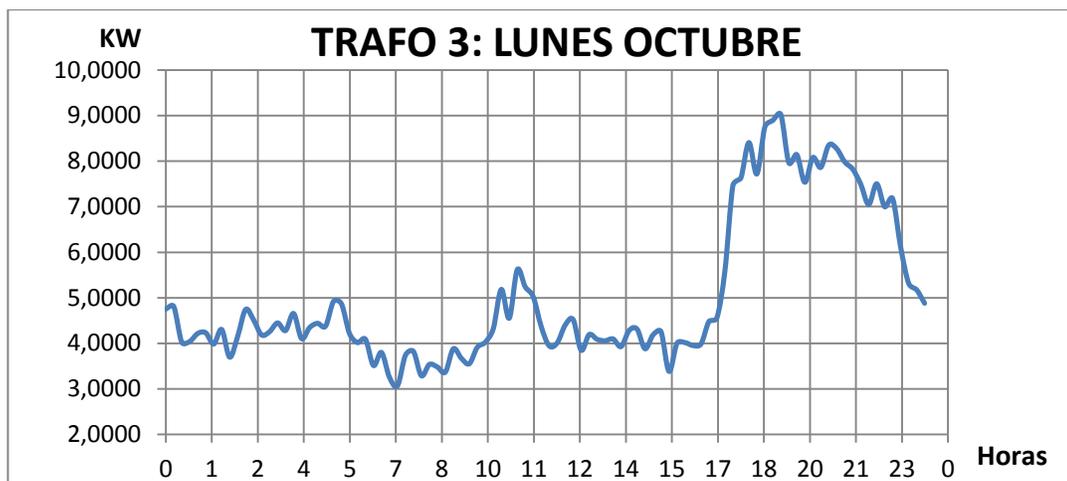


Figura 3. 29 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día lunes

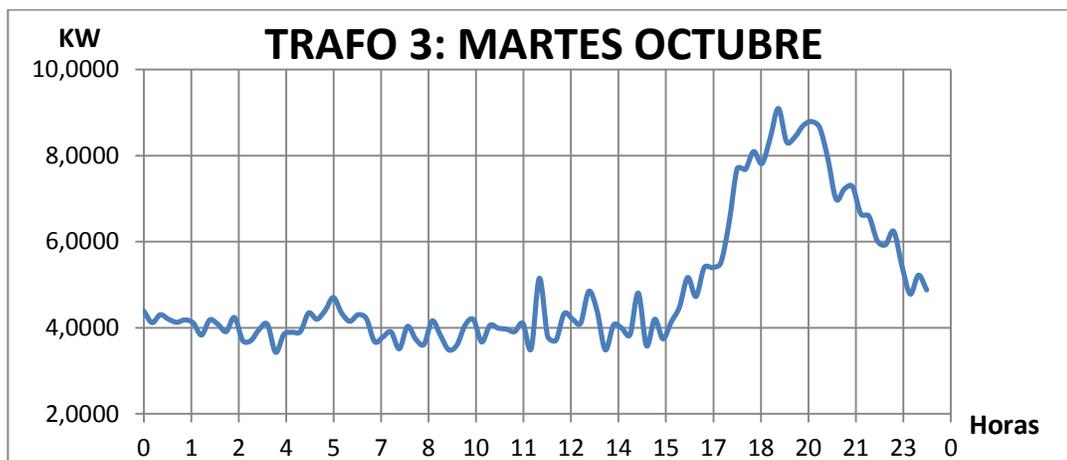


Figura 3. 30 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día martes

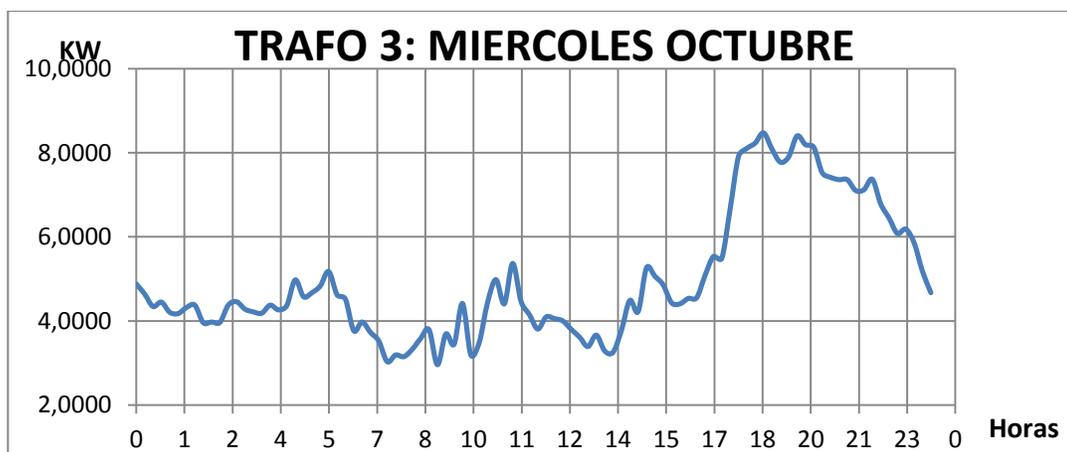


Figura 3. 31 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día miércoles

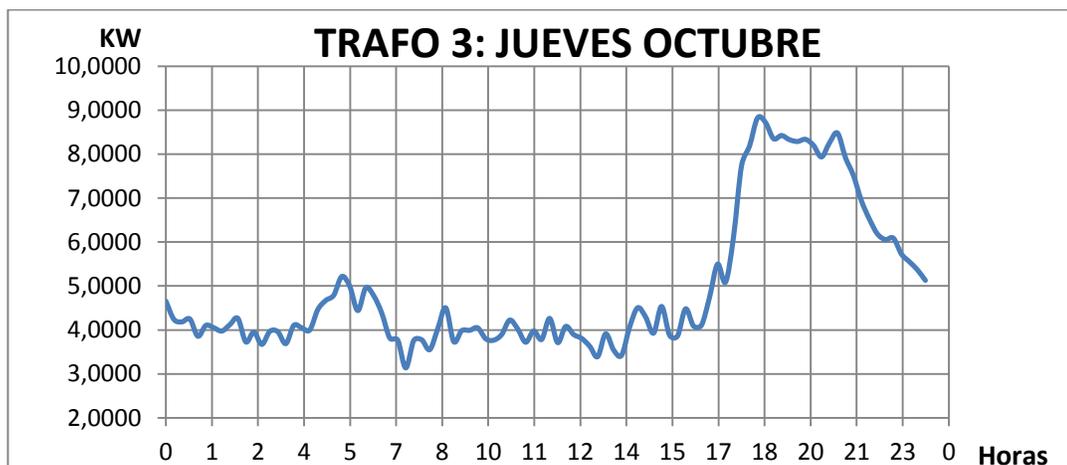


Figura 3. 32 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día jueves

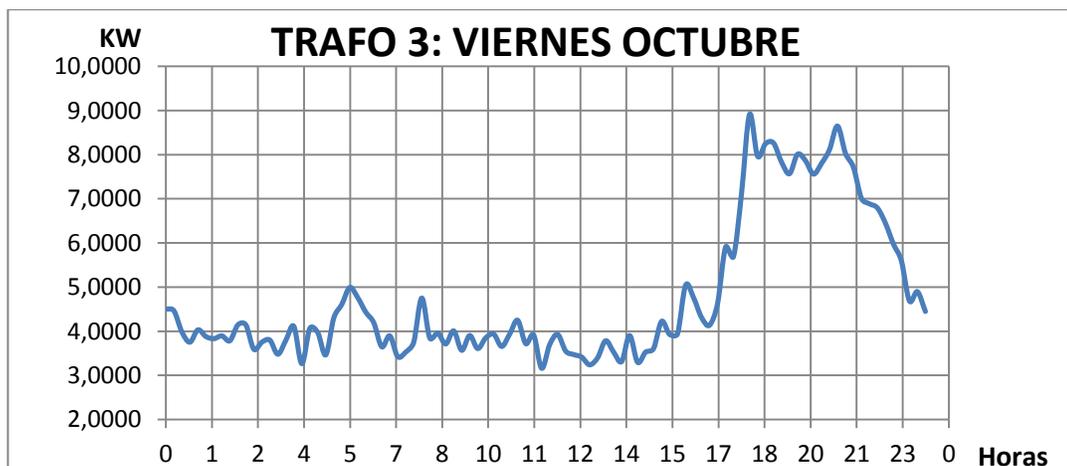


Figura 3. 33 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día viernes

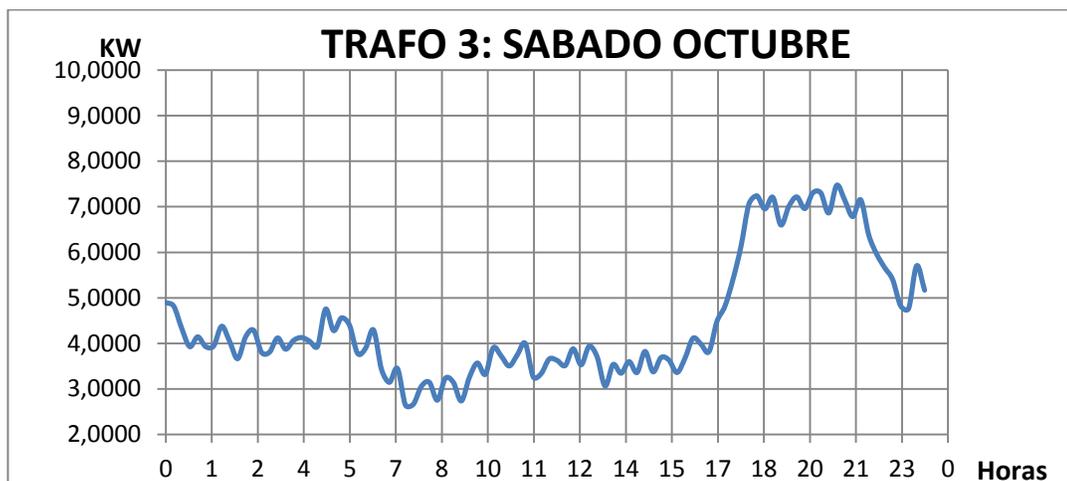


Figura 3. 34 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día sábado

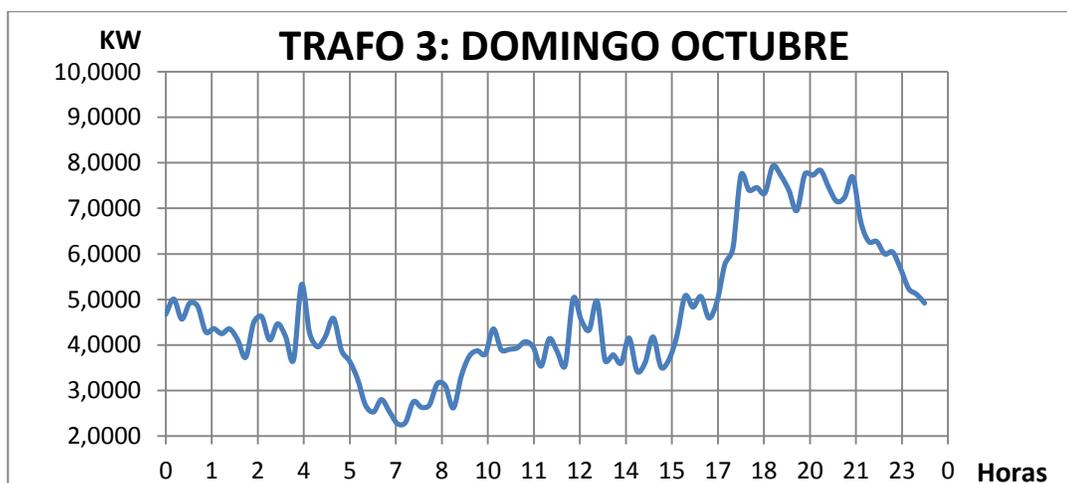


Figura 3. 35 Curva de Carga de Octubre del transformador 3 el día domingo

Para la Zona 3 de la semana de estudio del mes de Octubre podemos darnos cuenta que el día de mayor consumo de potencia

es el Sábado, con una potencia de 9,0240 KW a las 19:15 Pm. En la siguiente tabla vemos los días y las horas de mayor consumo de energía, y la potencia promedio obtenida en esa semana.

CONSUMO DE POTENCIA OCTUBRE (KW) TRAF0 3								
HORA	LUNES 20	MARTES 21	MIERCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24	SABADO 25	DOMINGO 26	PROMEDIO
18:00:00								
18:15:00					8,9120			
18:30:00				8,8240				
18:45:00			8,4720					
19:00:00							7,9280	
19:15:00	9,0240	9,0960						
19:30:00								
19:45:00								
20:00:00								
20:15:00								
20:30:00								
20:45:00								
21:00:00						7,4720		
21:15:00								
21:30:00								
	9,0240	9,0960	8,4720	8,8240	8,9120	7,4720	7,9280	8,5326

Tabla 32 Consumo de Potencia de Octubre del Transformador 3

Podemos observar que la zona tres es de bajo consumo a diferencia de las otras dos zonas. Su potencia promedio del mes de octubre es de 8,5326 KW y su rango horario de las potencias máximas empieza desde las 18:15 hasta las 19:15 PM con excepción del sábado el cual su potencia máxima es a las 21:00 PM. Tienen un consumo normal con respecto a su promedio es decir su variación es mínima.

3.9.6. Registro en la Zona 3 del 1 al 7 de diciembre del 2014

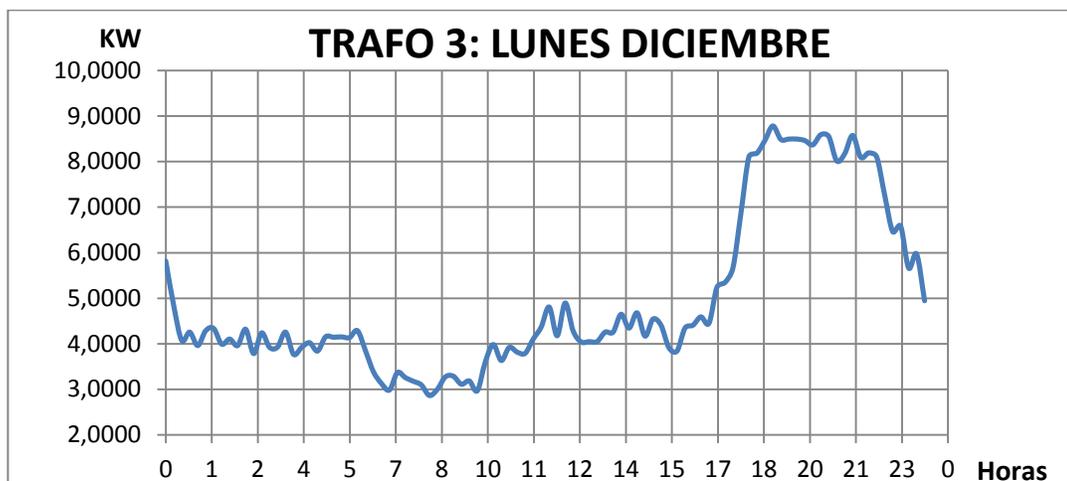


Figura 3. 36 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día lunes

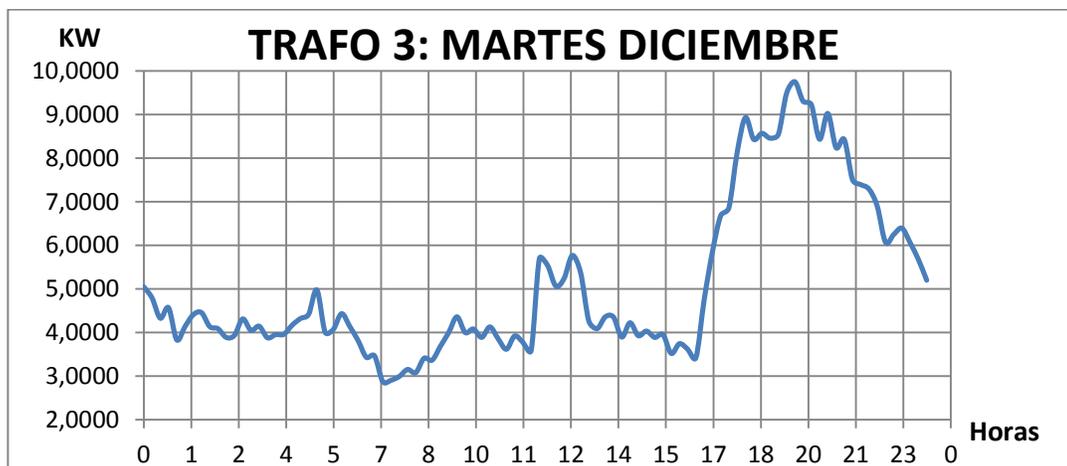


Figura 3. 37 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día martes

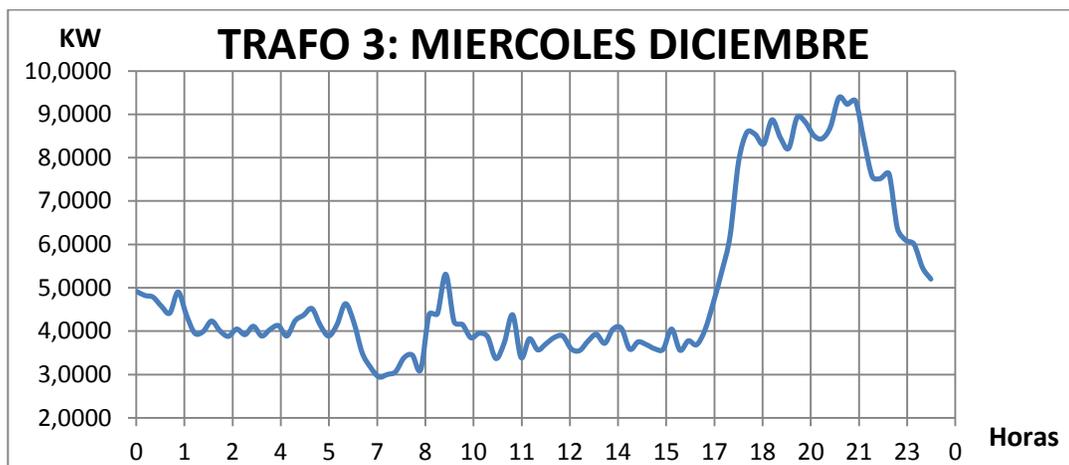


Figura 3. 38 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día miércoles

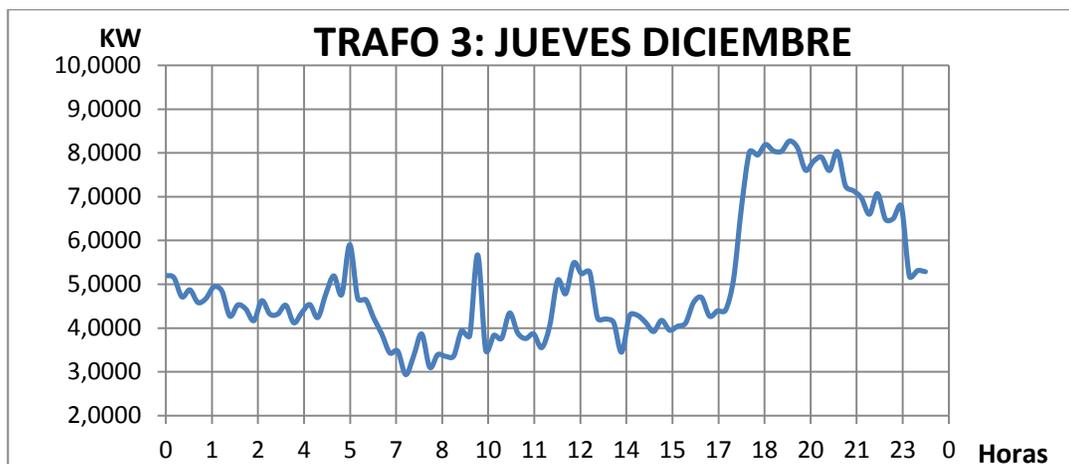


Figura 3. 39 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día jueves

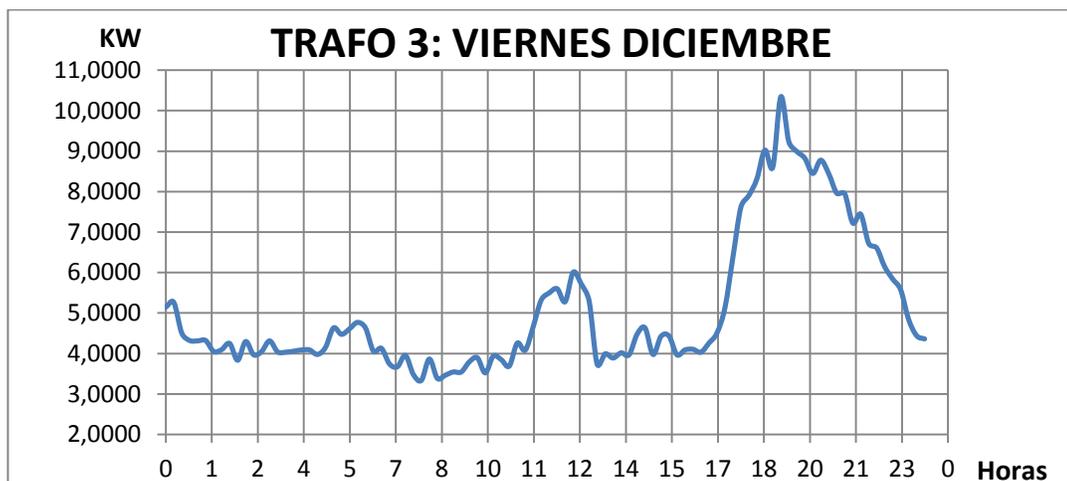


Figura 3. 40 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día viernes

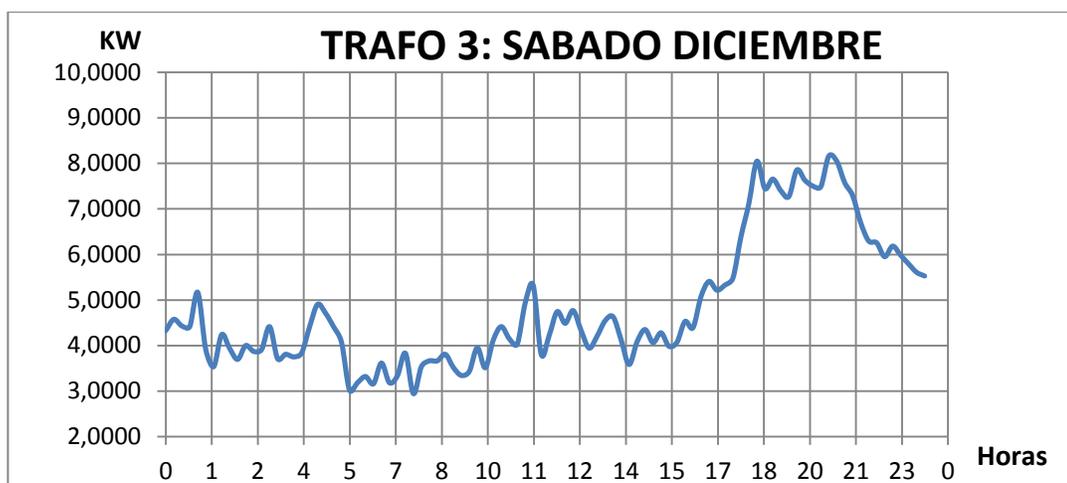


Figura 3. 41 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día sábado



Figura 3. 42 Curva de Carga de Diciembre del transformador 3 el día domingo

Para la Zona 3 de la semana de estudio del mes de Diciembre podemos darnos cuenta que el día de mayor consumo de potencia es el Viernes, con una potencia de 10,3440 KW a las 19:15 Pm. En la siguiente tabla vemos los días y las horas de mayor consumo de energía, y la potencia promedio obtenida en esa semana.

CONSUMO DE POTENCIA DICIEMBRE (KW) TRAF0 3								
HORA	LUNES 1	MARTES 2	MIERCOLES 3	JUEVES 4	VIERNES 5	SABADO 6	DOMINGO 7	PROMEDIO
18:30:00								
18:45:00								
19:00:00	8,7840							
19:15:00					10,3440			
19:30:00				8,2720				
19:45:00		9,7520						
20:00:00							8,2960	
20:15:00								
20:30:00								
20:45:00						8,1600		
21:00:00			9,3840					
21:15:00								
21:30:00								
	8,7840	9,7520	9,3840	8,2720	10,3440	8,1600	8,2960	8,9989

Tabla 33 Consumo de Potencia de Diciembre del Transformador 3

Por medio de las curvar de carga de la zona tres del mes de diciembre podemos darnos cuenta que no existe mucha variación en el promedio de potencias la cual es de 8,9989 KW con respecto al mes de octubre. Su rango horario es más disperso y empieza desde las 19:00 hasta las 21:00 PM. El viernes es el día de mayor consumo y esto se puede deber, a que es el último día laborable y las personas se encuentran más tiempo en sus hogares.

El valor de potencia activa que se selecciona en base a los requerimientos de esta tesis para determinar bajo qué condiciones funciona el transformador en la zona 3 es el día Viernes, con una potencia de 10,3440 KW a las 19:15 Pm, en términos de potencia

aparente y a un factor de potencia de 0.98 tenemos $S_3=10.13712$ KVA

Separando los datos de nuestro interés de consumo máximo de potencia en una sola tabla según las curvas de carga tenemos los siguientes valores en KVA:

	Transformador 1 (KVA)	Transformador 2 (KVA)	Transformador 3 (KVA)
Potencia Máxima (KVA)	14.07384	24.66288	10.13712

Tabla 34 Potencia Aparente Máxima en las zonas 1,2 y 3

CAPÍTULO 4

CÁLCULO DE PÉRDIDAS ELÉCTRICAS

4.1. Pérdidas en alumbrado público

4.1.1. Zona 1

Considerando el alumbrado público de las lámparas tipo cobra, podemos establecer según registros de campo que en la zona 1 se tiene 1 lámpara de 70W y 4 lámparas de 150W. Determinamos las pérdidas de alumbrado público según la tabla 26 y la Ec. 3.1 de la siguiente manera:

$$\text{PAP (zona 1)} = 1(14.55) + 4(23.55) = 104.385\text{W}$$

El tipo de luminaria que se utiliza es de alto factor de potencia. En el kit eléctrico se utiliza un capacitor para aumentar el rendimiento y

disminuir costos. Generalmente las lámparas de éste tipo tienen un factor de potencia mayor a 0.9.

Utilizando la Ecuación 3.2 determinamos el consumo de la lámpara en KVA.

$$\text{KVA (zona1)} = 0.104385 * 0.9 = 0.0939465 \text{ KVA}$$

4.1.2. Zona 2

Considerando el alumbrado público de las lámparas tipo cobra, podemos establecer según registros de campo que en la zona 2 se tiene 1 lámpara de 100W, 3 lámparas de 150W y 2 lámparas de 250W. Determinamos las pérdidas de alumbrado público según la tabla 26 y la Ec. 3.1 de la siguiente manera:

$$\text{PAP (zona 2)} = 1(14.55) + 3(23.55) + 2(39.85) = 164.9\text{W}$$

El tipo de luminaria que se utiliza es de alto factor de potencia. En el kit eléctrico se utiliza un capacitor para aumentar el rendimiento y disminuir costos. Generalmente las lámparas de éste tipo tienen un factor de potencia mayor a 0.9.

Utilizando la Ecuación 3.2 determinamos el consumo de la lámpara en KVA.

$$\text{KVA (zona2)} = 0.1649 * 0.9 = 0.14841 \text{ KVA}$$

4.1.3. Zona 3

Considerando el alumbrado público de las lámparas tipo cobra, podemos establecer según registros de campo que en la zona 3 se tienen 6 lámparas de 100W. Determinamos las pérdidas de alumbrado público según la tabla 26 y la Ec. 3.1 de la siguiente manera:

$$\text{PAP (zona 3)} = 6(14.55) = 87.3\text{W}$$

El tipo de luminaria que se utiliza es de alto factor de potencia. En el kit eléctrico se utiliza un capacitor para aumentar el rendimiento y disminuir costos. Generalmente las lámparas de éste tipo tienen un factor de potencia mayor a 0.9.

Utilizando la Ecuación 3.2 determinamos el consumo de la lámpara en KVA.

$$\text{KVA (zona3)} = 0.0873 * 0.9 = 0.07857 \text{ KVA}$$

El valor de potencia total en el transformador de distribución 1 lo determinamos de la siguiente manera:

4.2. Selección de pérdidas en el transformador

4.2.1. Zona 1

Se determina el valor de pérdidas que se generan en el transformador de 37.5KVA en base a la tabla 25 para un nivel de aislamiento de 15KV, el transformador se encuentra conectado al alimentador municipio y se energiza desde la subestación Carolina a un FP de 0.99.

$$P1= 513W$$

Utilizando la Ecuación 3.2 determinamos el consumo en KVA.

$$KVA (T1)= 0.513*0.99=0.50787KVA$$

4.2.2. Zona 2

Se determina el valor de pérdidas que se generan en el transformador de 37.5KVA en base a la tabla 25 para un nivel de aislamiento de 15KV, el transformador se encuentra conectado al

alimentador Suburbio y se energiza desde la subestación San Vicente a un FP de 0.99.

$$P1= 513W$$

Utilizando la Ecuación 3.2 determinamos el consumo en KVA.

$$KVA (T2)= 0.513*0.99 = 0.50787KVA$$

4.2.3. Zona 3

Se determina el valor de pérdidas que se generan en el transformador de 25KVA en base a la tabla 25 para un nivel de aislamiento de 15KV, el transformador se encuentra conectado al alimentador Suburbio y se energiza desde la subestación San Vicente a un FP de 0.98.

$$P1= 368W$$

Utilizando la Ecuación 3.2 determinamos el consumo en KVA.

$$KVA (T3)= 0.368*0.98=0.36064KVA$$

4.3. Determinación de pérdidas no técnicas

En base a la meta SIGOB de los sistemas de distribución a diciembre del 2010 en la península de Santa Elena registrado en el plan maestro de electrificación, se determina que las pérdidas no técnicas alcanzan un porcentaje del 4.48% del consumo.

Del registro de consumo de energía máximo seleccionado en las curvas de carga que se muestran en la tabla 27, determinamos el valor de las pérdidas de potencia No Técnicas para las tres zonas al 4.48% del consumo.

En la zona 1 tenemos $PS1=0.630508032KVA$

En la zona 2 tenemos $PS2=1.104897024KVA$

En la zona 3 tenemos $PS3=0.454142976KVA$

4.4. Cálculo del consumo máximo de potencia.

Para determinar si el transformador de distribución está operando bajo condiciones de carga superiores a las nominales, nos enfocamos en las curvas de cargas que registran los valores picos de potencia activa desde el medidor totalizador en el mes de octubre o diciembre del 2014 y las

pérdidas que se generan en el sistema de distribución en las diferentes zonas.

4.4.1. Zona 1

Utilizando la ecuación 3.3 determinamos el consumo máximo de potencia en la zona 1 donde:

$$\text{KVA (T1)} = 0.50787 \text{ KVA}$$

$$\text{KVA (zona1)} = 0.0939465 \text{ KVA}$$

$$\text{PS1} = 0.630508032 \text{ KVA}$$

$$\text{S1} = 14.07384 \text{ KVA}$$

El consumo máximo total del transformador 1 en la zona 1 se lo obtiene reemplazando los valores en KVA.

$$\text{S1 (total)} = 0.50787 + 0.0939465 + 0.630508032 + 14.07384$$

$$\text{S1 (total)} = 15.30616453 \text{ KVA}$$

4.4.2. Zona 2

Utilizando la ecuación 3.3 determinamos el consumo máximo de potencia en la zona 2 donde:

$$\text{KVA (T2)} = 0.50787 \text{ KVA}$$

$$\text{KVA (zona2)} = 0.14841 \text{ KVA}$$

$$\text{PS2} = 1.104897024 \text{ KVA}$$

$$\text{S2} = 24.66288 \text{ KVA}$$

El consumo máximo total del transformador 2 en la zona 2 se lo obtiene reemplazando los valores en KVA.

$$\text{S2 (total)} = 0.50787 + 0.14841 + 1.104897024 + 24.66288$$

$$\text{S2 (total)} = 26.424057025 \text{ KVA}$$

4.4.3. Zona 3

Utilizando la ecuación 3.3 determinamos el consumo máximo de potencia en la zona 3 donde:

$$\text{KVA (T3)} = 0.36064 \text{ KVA}$$

$$\text{KVA (zona3)} = 0.07857 \text{ KVA}$$

$$\text{PS3} = 0.454142976 \text{ KVA}$$

$$\text{S3} = 10.13712 \text{ KVA}$$

El consumo máximo total del transformador 3 en la zona 3 se lo obtiene reemplazando los valores en KVA.

$$\text{S3 (total)} = 0.36064 + 0.07857 + 0.454142967 + 10.13712$$

$$\text{S3 (total)} = 11.03047297 \text{ KVA}$$

En la siguiente tabla se registra los valores de potencia máxima total calculada, la potencia nominal del transformador según la zona de estudio y el porcentaje de funcionamiento teniendo como base el valor nominal del transformador.

	Transformador 1	Transformador 2	Transformador 3
Potencia Total Máxima (KVA)	15.30616453	26.424057025	11.03047297
Potencia Nominal (KVA)	37.5	37.5	25
% de Funcionamiento	40	70.45	44.12

Tabla 35 Potencia consumida, potencia nominal y diferencia porcentual

4.5. Análisis de resultados

Es necesario determinar si un transformador está o no sobrecargado debido a que si está funcionando por encima de los valores establecidos por el fabricante puede llevar a la saturación del núcleo por el incremento de corrientes parásitas lo que genera sobrecalentamiento y en casos extremos la ruptura del aislamiento teniendo finalmente el fallo total del transformador.

En los registros obtenidos en la zona 1 tenemos que el transformador 1 está entregando en las horas picos una potencia de 15.3KVA, se

encuentra a un 40% del valor nominal que es 37.5KVA, en este caso se puede apreciar que bajo éstas condiciones se tiene un transformador sobredimensionado, pero el objetivo de ésta tesis es determinar si en las horas picos el transformador trabaja en los límites permitidos, podemos establecer que no hay riesgo de que el transformador trabaje bajo condiciones de sobrecarga.

En los registros obtenidos en la zona 2 tenemos que el transformador 2 está entregando en las horas picos una potencia de 26.4KVA, se encuentra a un 70.45% del valor nominal que es 37.5KVA, en este caso se puede apreciar que bajo éstas condiciones se tiene un transformador funcionando bajo condiciones óptimas, con un margen posible de incremento de carga de 29.55%, podemos establecer que no hay riesgo de que el transformador trabaje bajo condiciones de sobrecarga.

En los registros obtenidos en la zona 3 tenemos que el transformador 3 está entregando en las horas picos una potencia de 11.03KVA, se encuentra a un 44.12% del valor nominal que es 25KVA, en este caso se puede apreciar que bajo éstas condiciones se tiene un transformador sobredimensionado, pero el objetivo de ésta tesis es determinar si en las horas picos el transformador trabaja en los límites permitidos, podemos

establecer que no hay riesgo de que el transformador trabaje bajo condiciones de sobrecarga.

4.6. Reglamentaciones y normas relativas al sector residencial de Santa Elena

El proyecto tiene como base fundamental ciertas directrices que están relacionadas directamente con el medio ambiente, principalmente con las emisiones de CO₂ originados por las generadoras térmicas. Existe una norma cuyos estándares son a nivel mundial, es reconocido en cuanto a programas de ahorro y eficiencia energética como es la norma ACM0002.

4.6.1. Norma acm0002

4.6.1.1. Factor de emisión de CO₂

La metodología ACM0002, estima la reducción de emisiones atribuible a proyectos que generan energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Sin embargo, los proyectos con reservorios deben cumplir un requisito excluyente: el cociente entre la potencia de la central y el área del embalse en su máximo nivel no debe ser inferior a 4[W/m²].

La definición de la Línea de Base en los proyectos del sector eléctrico debe permitir demostrar que en ausencia del proyecto propuesto, sería provista por otras plantas, futuras o existentes conectadas a la red. Dentro de esta metodología, se debe considerar el cálculo de los siguientes parámetros:

Margen de Operación OM: Es el conjunto de centrales de generación que están conectadas a una red eléctrica, cuya generación es afectada por el ingreso de un proyecto MDL.

Margen de Construcción BM: Es el conjunto de centrales que han ingresado a la red eléctrica durante los últimos 5 años y que representen el 20% de la generación del año en estudio.

Margen Combinado CM: Es la relación que existe entre el Margen de Operación y el Margen de Construcción.

4.6.2. Norma de medio ambiente ISO 50001

La gestión energética de este proyecto incluye temas como: eficiencia de energía, desempeño energético, suministro de energía, prácticas de adquisición de equipos y sistemas que utilizan energía, el uso y la medición actual de la energía, la implementación de sistemas de medición para documentar, reportar y validar la mejora continua en el área de gestión de la energía y para ello es importante la LEY ISO 5001 cuyas primeras directrices en cuanto a medio ambiente se refiere de entre de ellos esta:

La reducción del consumo de energía tiene los siguientes beneficios potenciales.

- a) Reducir costos
- b) Reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
- c) Mejorar la seguridad del suministro.
- d) Todo ello dentro del contexto de la ISO 50001, el IIE realiza estudios y trabajos:
- e) Análisis del comportamiento de la demanda

f) Estudios de usos finales (potencia en espera stand By)

g) Proyectos de captura de CO₂

Cabe recalcar que esta norma ISO 50001 es compatible con otras normas de gestión ISO, pero, además incluye tecnología vinculada a los sistemas y procesos industriales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se cumple lo aprendido en clase sobre las características de las curvas de carga para el sector residencial y los picos de carga que suceden entre las 19h00 pm y las 20h00 pm.
2. En base a los resultados obtenidos en el desarrollo de esta tesis se demuestra que el transformador 1 no está funcionando en sobrecarga y que el tiempo de consumo máximo en todos los perfiles de carga ocurren en un período de tiempo máximo de 30 minutos

3. Para que el transformador 1 se encuentre funcionando en condiciones de sobrecarga tendría que existir un incremento de carga o de consumo del 60% del consumo máximo existente.
4. En base a los resultados obtenidos en el desarrollo de esta tesis se demuestra que el transformador 2 no está funcionando en sobrecarga y que el tiempo de consumo máximo de potencia en todos los perfiles de carga ocurren en un período de tiempo máximo de 30 minutos.
5. Para que el transformador 2 se encuentre funcionando en condiciones de sobrecarga tendría que existir un incremento de carga o de consumo del 30% del consumo máximo existente.
6. En base a los resultados obtenidos en el desarrollo de esta tesis se demuestra que el transformador 3 no está funcionando en sobrecarga y que el tiempo de consumo máximo de potencia en todos los perfiles de carga ocurren en un período de tiempo máximo de 30 minutos.
7. Para que el transformador 3 se encuentre funcionando en condiciones de sobrecarga tendría que existir un incremento de carga o de consumo del 60% del consumo máximo existente.

Recomendaciones

1. De ser posible se recomienda cambiar los transformadores instalados en las zonas 1 y 3 debido a que se encuentran sobredimensionados. La capacidad que se recomienda instalar en el sitio es del 50% de la capacidad existente en las respectivas zonas.
2. Se debe incentivar en el desarrollo de programas de ahorro de energía, ya que se reduce de manera significativa el impacto medio ambiental, se reduce los costos de inversión por parte de las empresas distribuidoras, se produce un ahorro final en los usuarios y se logra tener un sistema eficiente en las redes de distribución.
3. El uso de la nueva tecnología, en unión con la administración y buen uso de la potencia en espera de algunos electrodomésticos aumentaría el nivel del confort y demanda de energía en los abonados residenciales en la península de Santa Elena.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Normas de Acometida Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para Sistemas de Electricidad “NATSIM”, 2012.
<http://www.electricaguayaquil.gob.ec>, fecha de Consulta Octubre 2014.
- [2] Eléctrica de Guayaquil – Calculo de Consumo
<http://www.electricaguayaquil.gob.ec/index.php/calculo-de-consumo>, fecha de Consulta enero 2015.
- [3] Agencia de Regulación y Control de Electricidad – pliego tarifario 2014
<http://www.conelec.gob.ec/documentos.php?cd=3073&l=1>,
Fecha de Consulta noviembre 2014.
- [4] Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC
<http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=1107&l=1>, fecha de Consulta noviembre 2014.

- [5] Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad – CNEL EP, <http://www.cnel.gob.ec/quienes-somos.html>, fecha de Consulta Diciembre 2014.
- [6] Guía práctica de la energía consumo eficiente y responsable, <http://www.idae.es/uploads/documentos/Gu%C3%ADa%20Pr%C3%A1ctica%20Energ%C3%ADa.pdf>, fecha de Consulta noviembre 2014.
- [7] CENACE, Informe Anual 2014, SEPTIEMBRE 2014. http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=6:phocatinfanuales&Itemid=1, fecha de Consulta noviembre 2014.
- [8] Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022. Volumen 2: estudio y gestión de la demanda eléctrica, <https://www.celec.gob.ec/electroquayas/files/vol2.pdf>, fecha de Consulta noviembre 2014.
- [9] CENACE, Informe Anual 2011, Diciembre 2011.
- [10] CONELEC, Cargos Tarifarios, 2012.

- [11] Banco Central del Ecuador, Estadísticas Macroeconómicas, www.bce.fin.ec, fecha de consulta abril 2011.
- [12] MINISTERIO DE ELÉCTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE, Plan maestro de electrificación 2012-2021, año 2012.
- [13] CONELEC, Regulación 004/01, Calidad del servicio eléctrico de distribución, aprobado el 23 de mayo de 2001.
- [14] CONELEC, Regulación 003/99, Reducción anual de pérdidas no técnicas en las empresas de distribución, aprobado el 30 de marzo de 1999.
- [15] Base de dato de CNEL Santa Elena. Departamento de planimetría.
- [16] Base de dato de CNEL Santa Elena. Departamento de planificación.
- [17] Base de dato de CNEL Santa Elena. Departamento de pérdidas.