



ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE GRADO

**“AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA
DEL EJERCITO.”**

FRANKLIN MARCELO NÚÑEZ SALGUERO

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTROMECAÁNICA

Latacunga- Ecuador

NOVIEMBRE - 2005

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. FRANKLIN MARCELO NÚÑEZ SALGUERO como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN ELECTROMECAICA.

Ing. PABLO MENA
DIRECTOR DE TESIS

Ing. WASHINTONG FREIRE
CODIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres quienes me dieron la vida, enseñándome a trabajar con amor y me apoyaron en todo sentido para seguir adelante y conseguir una preparación profesional e intelectual adecuada para poderme desempeñar positivamente en mi vida profesional.

TEMARIO

AUDITORIA ENERGETICA ELECTRICA DE LA ESPE-LATACUNGA.

GENERALIDADES	1
Antecedentes.....	1
Objetivos.....	2

Capitulo I

I.- INTRODUCCION.

1.1.- La energía en la Industria y Educación.....	3
1.2.- La Optimización de la energía.....	3
1.3.- Para qué realizamos esta auditoria.....	4
1.4.- Definiciones de Auditoria Energética.....	4
1.5.- Tipos de Auditorias Energéticas Eléctricas.....	5
1.5.1.- Vista de Inspección.....	5
1.5.2.- Mini – Auditoria Energética.....	6
1.5.3.- Maxi – Auditoria Energética.....	6
1.6.- Pasos necesarios para realizar una Auditoria Energética Eléctrica en una Institución o Entidad.....	6
1.6.1.- Recolección de información básica e inventario general de las instalaciones.....	6
1.6.2.- Elaborar balances de energía.....	6
1.6.3.- Determinar la incidencia del consumo de energía.....	7
1.6.4.- Obtener índices de consumo de energía.....	7
1.6.5.- Determinar los potenciales de ahorro de energía.....	7
1.6.6.- Identificar las medidas apropiadas de ahorro de energía.....	7
1.6.7.- Evaluación de los ahorros de energía en términos de costos.....	8
1.7.- Quien debe realizar una auditoria Energética Eléctrica.....	8
1.8.- Pasos para mejorar Energéticamente una Entidad o Empresa.....	9

Capitulo II

METODOLOGIA DE UNA AUDITORIA ENERGETICA ELECTRICA.

2.1.- Pasos para desarrollar la metodología.....	11
2.1.1.- Vista de inspección.....	11
2.1.1.1.- Definir quien realiza la Auditoría Energética Eléctrica.....	11

2.1.1.2.- Visita a la Planta.....	12
2.1.2.- Mini – auditoria energética eléctrica.....	12
2.1.2.1.- Análisis Estadístico del Consumo de Energía Eléctrica.....	12
2.1.2.2.- Diagrama Unifilar y Planos electricos.....	12
2.1.2.3.- Mediciones de Parámetros Eléctricos.....	13
2.1.2.3.1.- Intensidad de Corriente.....	13
2.1.2.3.2.- Voltaje.....	13
2.1.2.3.3.- Potencia.....	14
2.1.2.3.4.- Factor de Potencia.....	14
2.1.3.- Maxi – auditoria energética eléctrica.....	15
2.1.3.1.- Análisis de Datos.....	15
2.1.3.2.- Estudio Técnico.....	15
2.1.3.3.- Optimización.....	15
2.2.- Análisis de la rentabilidad de las inversiones.....	15
2.2.1.- Definiciones básicas.....	16
2.2.2.- Parámetros de evaluación económica de primer orden.....	16
2.2.3.- Parámetros de evaluación económica de segundo orden.....	17

Capitulo III

APLICACIÓN DE LA METOLOGIA PARA AUDITORIAS ENERGETICA EN LA “ESPE-LATACUNGA”.

3.1.- Antecedentes.....	19
3.2.- Vista de inspección.....	19
3.2.1.- Quien realizara el proyecto de auditoria energética eléctrica en la “Escuela Politécnica del Ejercito”.....	19
3.2.2.- Visita a las instalaciones de la Espe- Latacunga.....	19
3.3.- Mini – auditoria energética eléctrica.....	21
3.3.1.- Análisis estadístico del consumo de energía eléctrica en la Espe- Latacunga.....	21
3.3.2.- Diagramas unifilares.....	21
3.3.3.- Mediciones efectuadas en la “Espe- Latacunga”.....	22
3.4.- Maxi – auditoria energética eléctrica.....	23
3.4.1.- Análisis de las curvas de carga obtenidas en la Espel.....	23

3.4.2.- Estudio técnico del sistema eléctrico de la Espel.....	24
3.4.2.1.- Estado actual del sistema eléctrico de la “Escuela Politécnica del Ejército”.....	24
3.4.2.2.- Censo de carga, cálculos de las demandas y consumo, capacidades de transformadores y caídas de tensión en los circuitos utilizando los diagramas de lujos de carga.....	43
3.4.3.- Optimización	
3.4.3.1.- Readequación del Sistema Eléctrico de la “Espe – Latacunga”.....	44
3.4.3.2.- Alternativas Técnicas.....	51
3.4.3.3.-Opciones de Facturación.....	52
3.4.3.4.-Uso racional de la Energía Eléctrica.....	54

Capítulo IV

ANÁLISIS ECONÓMICO EN LA ESPE - LATACUNGA.

4.1.- Identificación de las oportunidades de ahorro energético.....	57
4.2.- Ahorro en la utilización de la energía.....	57
4.2.1.- Propuestas de ahorro de energía: Cambio del sistema de iluminación.....	57
4.2.2.-Propuesta de ahorro de energía: Cambio de motores estándar por motores de alta eficiencia.....	64
4.2.3.-Propuesta de ahorro de energía: Cambio de conductor en circuitos con excesiva caída de tensión.....	66

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.....	68
Recomendaciones.....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71

AUDITORIA ENERGETICA ELECTRICA DE LA ESPE-LATACUNGA.

GENERALIDADES.

Antecedentes

El 10 de Octubre de 1996, en el Suplemento al Registro Oficial No. 43, se publica la Ley de Régimen del Sector Eléctrico como respuesta a la necesidad de reformular el grado de participación estatal en este sector, y plantea como objetivo proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad, para garantizar su desarrollo económico y social, dentro de un marco de competitividad en el mercado de producción de electricidad, para lo cual, se promoverán las inversiones de riesgo por parte del sector privado. Todo lo anterior, estará orientado fundamentalmente a brindar un óptimo servicio a los consumidores y a precautelarse sus derechos, partiendo de un serio compromiso de preservación del medio ambiente.

Durante los últimos años se ha venido tomando conciencia en todo el mundo acerca de la importancia del uso eficiente de los recursos Energéticos. La conservación de la Energía y dentro de ella el manejo eficiente de la Energía Eléctrica sea destacado como la mejor forma de contribuir a optimizar los requerimientos de inversión del sector Energético.

En el Ecuador existe una política de incremento de los costos, incremento que preocupa al consumidor final debido a los pagos elevados que deben mensualmente hacerse y que inciden en la utilidad en el caso del sector comercial e industrial, y en la disponibilidad de efectivo para cubrir otras necesidades en el sector residencial.

El uso racional de energía no significa bajar la producción o desmejorar las condiciones de vida hasta ahora logradas puesto que el uso racional de la energía representa el aspecto de distribución óptima y uso de los recursos en toda la economía en general.

OBJETIVOS

Una herramienta fundamental en el desarrollo de los programas de optimización de Energía es la AUDITORIA ENERGETICA, estudio que es

esencial ya que determina tanto la viabilidad técnica como económica de una amplia serie de oportunidades de conservación de energía.

El objetivo de este estudio es el de realizar una metodología de una AUDITORIA ENERGETICA DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS con la finalidad de reducir los costos de la planilla eléctrica por medio de la ejecución de propuestas fundamentadas de optimización del uso y administración de energía; para lo cual deberá llevarse a cabo un estudio de los sistemas que funcionan con energía eléctrica (sistemas de iluminación, motores eléctricos, sistemas de distribución). Además este estudio permitirá conocer como y donde se utiliza la energía eléctrica con el fin de establecer el gasto innecesario de la misma.

Por otra parte se tiene como objetivo la información y concientización del uso de la energía eléctrica, ya que a más de los objetivos tradicionales de economía y seguridad existen otros efectos positivos relacionados con el ahorro como son:

Eliminación del despilfarro de energía.

Conservación de los recursos energéticos no renovables.

Disminución a los daños del medio ambiente y el riesgo ecológico.

Cubrir necesidades que eviten una demanda excedente de recursos energéticos.

CAPITULO I

1.- INTRODUCCION

1.1.- LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA Y EDUCACION.-

Toda planta industrial es un sistema de transformación de energía, materia prima y mano de obra; los productos de esta conversión son los bienes, desecho de material y de energía. Para maximizar beneficios, la gerencia trata de mantener los costos de los insumos tan bajos como sea posible.

Anteriormente, el costo de la energía eléctrica frente a otros insumos era tan bajo que se lo ignoraba, sin embargo en los últimos tiempos estos costos se han incrementado.

A pesar de que existen grandes potencialidades de mejoramiento de eficiencia del uso de la energía en la pequeña y mediana industria, los empresarios no han implementado las medidas necesarias; probablemente, debido a los obstáculos técnicos e institucionales que enfrentan y a su percepción respecto de la incidencia poco significativa del gasto de la electricidad en sus costos totales.

1.2.- LA OPTIMIZACION DE LA ENERGIA.

La conservación de la energía es el conjunto de actividades encaminadas a lograr una utilización eficiente y equilibrada de los recursos energéticos, con relación al producto obtenido, para reducir los desperdicios de energía.

Las formas básicas de reducir costos de energía son: mejorar la eficiencia en su transformación y transportación, reciclar desechos de energía y rehusar desechos de material.

El ahorro de energía como fuente, representa la diferencia entre la demanda de energía existente y la demanda óptima relativa:

$$\text{AHORRO DE ENERGIA COMO FUENTE} = \text{DEMANDA EXISTENTE} - \text{DEMANDA OPTIMA RELATIVA}$$

La diferencia denominada ahorro de energía como fuente constituye el excedente energético resultante de un uso racional y eficiente de la energía y

como tal cambia su condición de energía potencialmente consumida a la de energía potencialmente disponible.

La energía no puede ser ahorrada hasta no conocerse dónde y cómo está siendo usada y donde su eficiencia puede ser mejorada; por esto el primer paso para lograr el objetivo de conservación de energía es la implementación de un PROGRAMA DE GERENCIA DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA, el cual incluye una AUDITORIA ENERGETICA.

1.3.- PARA QUÉ REALIZAMOS ESTA AUDITORÍA.

- Reducir los costos energéticos.
- Conocer mediante el diagrama unifilar, como se distribuyen las cargas eléctricas de los principales equipos y/o sectores de la Planta.
- Mejorar nuestra eficiencia energética mediante el conocimiento de nuestros consumos y cargas al interior de la Institución.
- Ver la necesidad de tener instrumentos de registro que nos den en tiempo real la información de nuestros consumos.
- Mediante el análisis de los vatios y el factor de carga estimar nuestro potencial de ahorro.
- Conocer la capacidad requerida del banco de condensadores necesario para compensar el consumo de energía reactiva de la Institución.
- Mediante las mediciones realizadas, conocer el estado en que se encuentra nuestra red de alimentación eléctrica.
- Elaborar el plan de acción de ahorro de Energía.

1.4.- DEFINICIONES DE AUDITORIA ENERGETICA.

Se denomina Auditoria Energética a la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de evaluar las posibilidades de ahorro de energía y la cuantificación de las mismas, así como para determinar la conveniencia de la oportunidad económica de ejecutarlas.

Por Auditoria de Energía se entiende la revisión sistemática y organizada del flujo y utilización de la energía en una planta industrial. Puede incluir un solo equipo o un conjunto de ellos en un proceso global.

La Auditoria Energética representa un estudio sistemático y organizado del uso de la energía y sirve para determinar la viabilidad técnica y económica de una

serie de oportunidades de conservación de energía. Si se lleva a cabo rigurosamente, la Auditoría Energética puede predecir el resultado de un programa de conservación de energía antes de invertir dinero y mano de obra.

A la Auditoría se la define también como el conjunto de acciones encaminadas a identificar áreas que en una empresa consumen energía eléctrica y las oportunidades de ahorro energético existentes.

Se puede conceptuar a la Auditoría Energética como un proceso analítico que basado en información histórica y puntual, mediante la toma de datos y mediciones sistematizadas, verifique el estado de eficiencia energética de los equipos y sistemas, de forma que permita, no sólo detectar los posibles puntos de ahorro energético, sino también poder evaluarlos cuantitativamente.

La Auditoría Energética permite, una vez que ésta ha sido realizada, estimar de manera cierta, los costos y beneficios (ahorro de energía) que el cliente puede conseguir en muchos casos, los costos involucrados son despreciables, en otros, se pueden considerar inversiones adicionales.

Se puede dar como concepto definitivo de Auditoría Energética que es uno de los pasos primordiales para lograr la eficiencia energética en una planta industrial, pero un programa exitoso sólo se da con el apoyo y la participación activa de la gerencia y el personal.

Una auditoría energética es un análisis progresivo que revela dónde y cómo se usa la energía en las instalaciones de una empresa. La auditoría energética puede efectuarla el personal de mantenimiento de la misma institución.

1.5.- TIPOS DE AUDITORIAS ENERGÉTICAS ELÉCTRICAS.

Las auditorías energéticas eléctricas se clasifican en tres tipos o categorías; las cuales son dependientes una de la otra. En orden de aplicación se tiene:

1.5.1.- VISTA DE INSPECCION

Consiste en un recorrido a lo largo de la planta industrial o instalación para recoger datos, familiarizarse con los sistemas instalados y con el problema de mantenimiento existente, detectando las oportunidades potenciales de ahorro de energía eléctrica.

1.5.2.- MINI – AUDITORIA

Requiere la realización de pruebas y mediciones que permitan cuantificar el uso y las pérdidas de energía, para evaluar, en términos económicos, la factibilidad de posibles cambios en el sistema energético instalado.

1.5.3.- MAXI – AUDITORIA

Es mucho más extensa que la mini-auditoria y más costosa. Mediante este tipo de auditoria se hace una evaluación de toda la energía consumida en cada parte del sistema, por separado. Se analiza el patrón de consumo y se toma un año base para hacer predicciones.

1.6.- PASOS NECESARIOS PARA REALIZAR UNA AUDITORIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN UNA INSTITUCIÓN O ENTIDAD.

La ejecución práctica de una Auditoria Energética, debe seguir un cierto orden general. A continuación se enumera las etapas fundamentales a seguir para el desarrollo de una Auditoria Energética:

1.6.1.- RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA E INVENTARIO GENERAL DE LAS INSTALACIONES.

Identificación del proceso productivo y/o áreas principales.

Identificación de las fuentes de energía.

Identificación de los consumidores de energía, capacidad instalada y horas de operación.

Información histórica de las facturas de los suministradores de energía.

1.6.2.- ELABORAR BALANCES DE ENERGÍA.

Con el objeto de conocer la distribución de energía en las diferentes fases del proceso productivo y/o áreas, es decir la caracterización de carga.

Toma de datos.

Registros y mediciones puntuales.

Las diferentes formas de energía que entran o salen del sistema deben estar referidas a un mismo periodo de tiempo y expresadas en las mismas unidades.

- Los balances deben regirse por el principio de que la energía que se aporta al sistema es idéntica a la que éste cede.

1.6.3.- DETERMINAR LA INCIDENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA.

Para la determinación de la incidencia del consumo de energía se lo debe realizar para cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

1.6.4.- OBTENER ÍNDICES DE CONSUMO DE ENERGÍA.

Los cuales pueden ser usados para determinar la eficiencia energética de las operaciones, y consecuentemente, el potencial de ahorro de energía. Índices típicos:

Consumo específico de energía.

Factor de carga.

1.6.5.- DETERMINAR LOS POTENCIALES DE AHORRO DE ENERGÍA.

La determinación de los potenciales de ahorro de energía se lo realiza por equipos, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los diferentes campos, como:

Sistemas eléctricos: evaluación de la transformación y distribución, cargas eléctricas, generación propia.

Sistemas mecánicos: evaluación de sistemas de aire comprimido, sistemas de bombeo, sistemas de manejo de aire, manejo de materiales sólidos.

Sistemas térmicos: generación de vapor, sistemas de recuperación de calor residual, redes de distribución de fluidos térmicos, sistemas de refrigeración y aire acondicionado, hornos industriales, sistemas de quemadores, etc.

1.6.6.- IDENTIFICAR LAS MEDIDAS APROPIADAS DE AHORRO DE ENERGÍA.

Una vez realizados los pasos anteriores, se analiza toda la información recolectada con el fin de Identificar las Medidas Apropriadas de ahorro de Energía, las mismas que pueden ser de dos tipos:

a) De operación y mantenimiento (a corto plazo): Son rápidamente aplicables, sin ninguna inversión y que consisten en adoptar medidas simples como el apagado de luces innecesarias, arranque programado y secuencial de motores,

mantenimiento previo y correctivo de motores e instalaciones eléctricas. Los estudios similares a este han demostrado que puede reducirse el costo energético en un 10% con la adopción de este tipo de medidas.

b) Medidas intensivas (a largo plazo): Son medidas que requieren la inversión del capital y tiene tiempos de recuperación del mismo de varios meses, e inclusive años. Las medidas intensivas proponen la implementación de nuevas tecnologías, o equipos avanzados que consumen menos cantidad de energía eléctrica y que, debido a su alta eficiencia incurren en menores pérdidas que los equipos convencionales.

1.6.7.- EVALUACIÓN DE LOS AHORROS DE ENERGÍA EN TÉRMINOS DE COSTOS.

Se lleva a cabo una evaluación económica que permite realizar un análisis en función de los desembolsos requeridos para poner en práctica las recomendaciones de la auditoría.

1.7.- QUIEN DEBE REALIZAR UNA AUDITORIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA.

Para determinar la respuesta correcta a esta pregunta, se tiene tres soluciones:

1.- Auditoría energética eléctrica realizada por personal exterior.-

VENTAJAS:

- Conocimiento de los sistemas eléctricos y de la sistemática para su entendimiento.
- Amplitud de puntos de vista derivada del estudio anterior de múltiples instalaciones.
- Experiencia sobre el resultado práctico de las modificaciones posibles.
- Independencia de criterios y libertad de exposición.
- Dedicación plena al estudio energético, sin intervención de los problemas diarios de la empresa o institución.

DESVENTAJAS:

- Desconocimiento inicial de la instalación concreta a estudiar
- Necesidad de estudiar numerosos aspectos del proceso que son familiares al personal de planta.
- Entrega al exterior de datos.

2.- Realización de la auditoria energética eléctrica por personal propio.-

VENTAJAS:

- Familiaridad con el sistema eléctrico, por lo que reduce el estudio teórico del mismo.
- Mayor facilidad para disponer de los datos de fabricación en diversas circunstancias.
- Posibilidad de coordinar los ensayos convenientes con el programa de actividades de la empresa o institución.

DESVENTAJAS:

- Familiaridad con el proceso, por cuanto dificulta la crítica de condiciones de operación y datos normalmente aceptados.
- Constantes interrupciones por estar sometido a las exigencias perentorias de la empresa o institución.
- Libertad de expresión limitada en aquellos puntos en contraposición con los criterios de los superiores, o que dejen al descubierto la actuación inadecuada de los compañeros.
- Desconocimiento de las técnicas específicas de los estudios energéticos.

3.- Realización de la auditoria energética eléctrica por personal mixto.-

Esta Auditoría Energética Eléctrica es la más recomendable, se obtiene un ahorro de tiempo al momento de analizar la situación inicial en que se encuentra la instalación y además se tiene un órgano crítico externo sin restricción de libertad de expresión.

1.8.- PASOS PARA MEJORAR ENERGÉTICAMENTE UNA ENTIDAD O EMPRESA.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- a.- Decisión de realizar una auditoría energética precisando su alcance y fines.
- b.- Designación del equipo para la realización de la auditoría.
- c.- Preparación previa del equipo.
- d.- Información previa necesaria.
- e.- Toma de datos reales en operación en diversas condiciones.
- f.- Elaboración de documentos que reflejen las condiciones de operación.
- g.- Realizar un análisis energético de la empresa o institución.
- h.- Considerar las posibles mejoras.

i.- Estudio económico.

j.- Implantación de las medidas correctoras.

k.- Mantenimiento de las medidas correctoras y aumento de su eficacia.

l.- Nuevas mejoras no previstas inicialmente.

CAPITULO II

METODOLOGIA DE LA AUDITORIA ENERGETICA EN LA “ESPE-LATACUNGA”.

Al momento de reducir consumos y ahorrar energía eléctrica en una Institución o empresa, muchas de las veces ocurre que no se sabe como actuar, ni se suele disponer de los datos necesarios para la obtención de resultados y conclusiones que sean la base que conduzca a un ahorro de energía eléctrica.

Con el objeto de tener una visión más clara de lo que se debe hacer para que una empresa o institución funcione eficaz y eficientemente en la parte eléctrica, desarrollaremos una Metodología de Auditorías Energéticas Eléctricas.

Con una buena base sobre las fuentes disponibles dentro de la empresa o Institución, se tiene que hacer un estudio para averiguar cómo, dónde, y para qué se usan los diferentes energéticos.

2.1.- PASOS PARA DESARROLLAR LA METODOLOGÍA

Los pasos a seguir dentro de la Metodología de la Auditoría Energética Eléctrica son:

Vista de Inspección:

Definir quien realiza la Auditoría Energética Eléctrica

Visita a la planta o identificación

Mini – Auditoría:

Análisis Estadístico del consumo de energía

Planos y diagramas eléctricos

Mediciones

Maxi – Auditoría:

Análisis de datos

Estudio Técnico

Optimización

2.1.1.- VISTA DE INSPECCIÓN:

2.1.1.1.- Definir quien realiza la Auditoría Energética Eléctrica

Para definir quien realiza la Auditoría, es de facultad de la Institución, y con el asesoramiento de las personas encargadas del área eléctrica. Estas Auditorías

pueden ser realizadas por personas propias de la Institución, o personas externas, o la más recomendable una comisión mixta.

2.1.1.2.- Visita a la Planta

Mediante esta visita, el auditor energético designado y acompañado de miembros de la Institución, obtendrá la siguiente información:

- Ubicación de la Empresa o Institución. Ver PLANO 2
- Organización del área eléctrica
- Sistemas Eléctricos Existentes
- Información general de las instalaciones: Forma de pago por energía eléctrica consumida, problemas técnicos y físicos, etc.

Si se observa que se tiene posibilidades de optimizar y tener ahorros de energía en el sistema eléctrico de la Institución, se debe continuar con la mini - auditoría energética eléctrica.

2.1.2.- MINI – AUDITORIA ENERGÉTICA ELECTRICA:

2.1.2.1.- Análisis Estadístico del Consumo de Energía Eléctrica.

El análisis estadístico expresa en términos económicos el consumo energético. Para el trazado de estos perfiles se recogen las informaciones sobre el comportamiento energético eléctrico de la Empresa o Institución durante los últimos seis o doce meses.

2.1.2.2.- Diagrama Unifilar y Planos electricos

El diagrama unifilar es un plano en donde constan todas las instalaciones eléctricas, el mismo que permite al personal de mantenimiento tener un panorama global y claro de la estructura y funcionamiento del sistema de distribución de la planta.

Este diagrama incluye los circuitos que van desde la acometida de la Empresa Eléctrica, transformadores, generadores, transferencias, tableros principales, subtableros y alimentadores con su carga correspondiente; se deberá indicar la ubicación de los elementos, el calibre del alimentador, el tipo de protección, detalles sobre los circuitos y observaciones generales.

En el desarrollo del diagrama es necesario efectuar desconexiones de circuitos si es necesario para comprobar la alimentación de las cargas. El

diagrama unifilar, es una guía para el departamento de mantenimiento que debe ser utilizada frecuentemente, registrando en él los cambios que se vayan realizando conforme el aumento de carga eléctrica.

2.1.2.3.- Mediciones de Parámetros Eléctricos.

Para la energía eléctrica, es conveniente disponer de un equipo de medición de parámetros eléctricos, que permita monitorear la Curva de carga de la empresa o Institución, así como conocer el comportamiento de la Cámara de Transformación, es recomendable la utilización de un registrador para poder identificar algunos detalles que se escapan a simple vista.

La Auditoría Energética Detallada provee las bases para un análisis cuantitativo del rendimiento energético de la instalación. Para reunir los datos de operación necesarios para hacer esta estimación cuantitativa, se utiliza una variedad de instrumentación fija y portátil.

Las mediciones de parámetros eléctricos constituyen una actividad de extraordinaria importancia por ser en ellas que se basan las evaluaciones energético-económicas de los sistemas.

Existen cuatro mediciones eléctricas importantes en el desarrollo de una Auditoría Energética detallada. Estas son:

2.1.2.3.1.- Intensidad de Corriente

Es la medida del flujo de electrones que todo conductor tiene cierta capacidad para llevar electrones. Al tomar mediciones en un sistema eléctrico, hay que tener cuidado de no utilizar el transductor de corriente en un conductor eléctrico desnudo. Se debe usar guantes de protección.

2.1.2.3.2.- Voltaje

Aunque el voltaje no es de primordial importancia en la conducción de la Auditoría Energética detallada, debe ser medido para asegurarse de la operación correcta de la reducción de voltaje de la instalación y del sistema de distribución. Cabe anotar que la caída de voltaje máxima permitida, según Normas Técnicas de la Empresa Eléctrica Ambato, es 1% desde el transformador o tablero principal hasta el subtablero.

2.1.2.3.3.- Potencia

Para determinar la potencia consumida por el circuito se utiliza el vatímetro. El amperímetro puede también ser usado para determinar indirectamente la potencia consumida, dado que la potencia aparente en un circuito es igual al producto de la corriente por el voltaje y por la raíz cuadrada del número de fases en el sistema. (La potencia real en un circuito es el producto de la potencia aparente y el factor de potencia)

2.1.2.3.4.- Factor de Potencia

Para determinar el factor de potencia se utiliza el COSFIMETRO, el cual físicamente es similar al vatímetro. Cuando se presenta un gran desbalance en la corriente de fase, deben hacerse mediciones adicionales del factor de potencia para cada fase.

El factor de potencia en el sistema trifásico se computa tomando el promedio de éste en relación con la corriente de fase:

$$fp = \frac{(I_a * fp_1) + (I_b * fp_2) + (I_c * fp_3)}{(I_a + I_b + I_c)} \quad (1.1)$$

donde:

I= Corriente de cada fase

fp= Factor de potencia en cada fase

La relación entre el voltaje y la corriente de cualquier carga puede expresarse por la siguiente relación:

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \text{POT. ÚTIL} / \text{POT. MAGNETIZANTE O APARENTE} = \text{COS } \phi$$

Si no existe instrumentación confiable y suficiente instalada en la empresa o Institución, es necesario hacer mediciones con instrumentos externos.

Si todavía no se puede establecer con claridad la optimización y ahorro de energía eléctrica, se prosigue al siguiente literal o maxi – auditoría energética eléctrica.

2.1.3.- MAXI – AUDITORIA ENERGÉTICA ELECTRICA:

2.1.3.1.- Análisis de Datos

Una vez recopilada toda la información sobre el comportamiento energético eléctrico de la empresa, se procede a evaluar datos para cuantificar excedentes de consumo de energía eléctrica malgastada, considerando periodos de tiempo.

2.1.3.2.- Estudio Técnico

Dentro de lo que se refiere al estudio técnico, encontraremos:

- Estado Actual de la institución: Transformadores, Luminarias, facturación, etc.
- Censo de Carga
- Demandas Unitarias, Capacidad del transformador, Cálculos de caídas de tensión utilizando los diagramas de flujos de carga, etc.

2.1.3.3.- Optimización y Rediseño del Sistema Eléctrico

La optimización se la realiza en base al estudio técnico, considerando lo siguiente:

- Rediseño y/o Readequación al Sistema Eléctrico.
- Alternativas Técnicas.
- Opciones de Facturación.
- Uso Racional de la Energía Eléctrica.

2.2.- ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE INVERSIONES:

Para alcanzar ahorros importantes, es necesario realizar modificaciones en las instalaciones, añadir o reemplazar equipos, lo cual exige inversiones. En ciertos casos, los ahorros en el costo de energía pueden amortizar la inversión en un plazo razonable. En otros, la inversión no se justifica con los precios corrientes de la energía.

Las inversiones a efectuarse deben ser respaldadas con un estudio económico, de tal manera que el ahorro justifique la inversión. Este tipo de estudio se realizará utilizando nociones básicas de evaluación económica, de esta evaluación básica, en gran parte de los casos, surge con claridad la rentabilidad de la inversión y en consecuencia el posicionamiento de la misma en lugar preferente dentro del programa general de inversiones de la empresa.

2.2.1.- DEFINICIONES BASICAS

I Costo de la inversión. Incluye la mano de obra y materiales para dejar el equipo instalado (\$).

M Costo anual del mantenimiento y operación del equipo (\$/año).

R Reducción anual del consumo de energía con el equipo (KWh/año).

P Precio actual de la energía eléctrica (\$/KWh).

P' Precio medio previsto de la energía eléctrica a lo largo de la vida prevista del equipo (\$/KWh)

V Vida estimada del equipo (años)

A Ahorro anual neto. Este ahorro es la diferencia entre el ahorro debido a la reducción del consumo de energía eléctrica y el costo anual de mantenimiento y operación.

$$A = R \times P' - M \quad (\$/año) \quad (1.2)$$

D Depreciación anual del equipo a lo largo de la vida estimada.

Suponiendo una depreciación lineal:

$$D = I / V \quad (\$/año) \quad (1.3)$$

2.2.2.- PARAMETROS DE EVALUACION ECONOMICA DE PRIMER ORDEN

Se denominan parámetros de evaluación económica de primer orden aquellos en los que no se tienen en cuenta la disminución del valor del dinero y de segundo orden a aquellos en los que si se tiene en cuenta esta disminución.

Tanto en el uno como en el otro, puede tenerse en cuenta la variación del precio de la energía eléctrica; pero no se tiene en cuenta ni la inflación, ni los impuestos, ni otro tipo de factores que complicarían el sistema de evaluación.

Para evaluar el atractivo de una inversión, se utiliza la combinación de los siguientes parámetros:

a.-) Tiempo de retorno de la inversión (Pay back): Es la relación que permite determinar si la inversión será recuperada en un tiempo razonable comparado con su vida estimada (V).

El tiempo de retorno se calcula mediante la relación entre el monto de la inversión y el ahorro que esta producirá.

$$X = I / A \text{ (AÑOS)} \quad (1.4)$$

Normalmente, si X es menor que la mitad de V, la inversión es rentable.

b) Tasa interna de retorno (T.I.R): Es un interés que reduce a cero el valor presente de una serie de ingresos y egresos. Este parámetro tiene en cuenta la vida estimada (V) del equipo a través de la depreciación (D).

Para justificar la inversión, es preciso que el T.I.R correspondiente al equipo analizado sea mayor que al correspondiente a otras alternativas de inversión.

2.2.3.- PARAMETROS DE EVALUACION ECONOMICA DE SEGUNDO ORDEN

Se tratará la relación Beneficio - Costo que es la que reflejará con mayor facilidad el atractivo de la inversión. Para plantear este parámetro se necesita conocer los siguientes términos:

F= Factor de actualización del valor. Es el coeficiente por el que hay que multiplicar el ahorro actual (A) para obtener el valor actual del ahorro que se va a ir obteniendo a lo largo de los años de vida estimada (V) del equipo. Este factor depende de:

d= Descuento (%). Porcentaje que disminuye el valor del dinero anualmente.

V= Vida estimada del equipo (años).

En la TABLA 01 se muestran valores para el cálculo de F.

VA Valor actual del ahorro

$$VA = F \times A \quad (1.5)$$

A partir de los valores indicados se calcula la relación Beneficio / Costo (B / C).

$$B/C = VA / I = F \times A / I \quad (1.6)$$

Donde: B = Beneficio y C = Costo

Un valor mayor a 1 en la relación B/C, indica que la inversión es aconsejable desde el punto de vista económico.

Tabla 01: CALCULO DE F: Factor de Actualización del Valor

V	5%	10%	15%	20%	25%
1	0.952	0.909	0.870	0.833	0.800
2	1.859	1.732	1.626	1.528	1.440
3	2.723	2.487	2.283	2.106	1.952
4	3.546	3.170	2.855	2.589	2.362
5	4.329	3.791	3.452	2.991	2.689
6	5.076	4.355	3.784	3.326	2.951
7	5.786	4.868	4.160	3.605	3.161
8	6.463	5.335	4.487	3.838	3.329
9	7.108	5.759	4.772	4.031	3.463
10	7.772	6.145	5.019	4.192	3.571
11	8.306	6.495	5.234	4.327	3.656
12	8.863	6.814	5.421	4.439	3.725
13	9.394	7.103	5.538	4.553	3.780
14	9.899	7.367	5.724	4.611	3.824
15	10.38	7.606	5.847	4.675	3.859
16	10.83	7.824	5.954	4.730	3.887
17	11.27	8.022	6.047	4.775	3.910
18	11.69	8.201	6.128	4.812	3.928
19	12.08	8.365	6.198	4.843	3.942
20	12.46	8.514	6.259	4.870	3.954
21	12.82	8.649	6.312	4.891	3.963
22	13.16	8.772	6.359	4.909	3.970
23	13.48	8.883	6.399	4.925	3.976
24	13.79	8.985	6.434	4.937	3.981
25	14.09	9.077	6.464	4.948	3.985

CAPITULO III

APLICACIÓN DE LA METOLOGIA PARA AUDITORIAS ENERGETICA EN LA “ESPE-LATACUNGA”.

3.1.- ANTECEDENTES

La Escuela Superior del Ejercito tiene a bien ordenar a quien corresponda se facilite una Auditoria Energética Eléctrica con el, fin de realizar una inspección física del sistema eléctrico y presente recomendaciones para que se desarrolle dicha Auditoria.

Para esto se planteó una Auditoría Energética Eléctrica en la ESPEL-LATACUNGA por parte de la Facultad de Ingeniería de Ejecución en Electromecánica, como tema de Tesis de Grado, para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Electromecánica.

3.2.- VISTA DE INSPECCION

3.2.1.- QUIEN REALIZARÁ EL PROYECTO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN LA ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO.

El proyecto será realizado con personal mixto, conformado por:

- Director y Co-Director del Proyecto.
- Egdo., de la Facultad de Electromecánica.
- Personal del área eléctrica de la institución.

3.2.2.- VISITA A LAS INSTALACIONES DE LA ESPE- LATACUNGA.

a) Ubicación de las instalaciones:

La ESPE-LATACUNGA esta ubicada en el área designada por el municipio de Latacunga como centro Histórico, en la provincia de Cotopaxi.

b) Sistemas Eléctricos Existentes:

En las instalaciones se tiene:

- Un sistema eléctrico de media tensión (centros de transformación).

Los centros de transformación (CT) ESPEL, se lo describe a continuación:

Transformador	Capacidad (Kva)	Voltaje (Kv/V)	Impedancia (%)	Instalación
CT- 1	100	6.3/220-120	4	Cámara de Transf.
CT- 2	75	6.3/220-120	4.2	Cámara de Transf.
CT- 3	200	13.8/220-120	4	Cámara de Transf.
CT- 4	75 (Producc.)	13.8/220-120	4	Transformador Aéreo

- Sistemas eléctricos de baja tensión (circuitos internos de consumo), con cargas de diversos tipos, como se describen a continuación.

Transformador	Abastece a:
T- 1 100 Kva	Secretaría académica, Taller mecánico, Gimnasio, Autobombas, Lab. Idiomas y Copiadora.
T- 2 75 Kva	Toda el área del edificio Antiguo (Oficinas Administrativas, Biblioteca, Lab. Internet, etc), bloque de Aulas "La Nueva Patria Comienza Aquí", hasta la Subdirección.
T- 3 200 Kva	Decanatos Idiomas-Dec. Sistemas, Salón de los Marqueses, Salón de juegos, Auditorio H.C., Dormitorios, Mecánica de Patio, Bloque de Aulas "Soldado T. Néstor", Bloque de Gradas-baños, Mantenimiento de Pc, M.E.D., y Peluquería.
T- 4 75 Kva Producc.	Talleres Producción, Policlínico, Comedor, Bodegas, etc.

c) Información General de la ESPE - LATACUNGA

-Forma de Pago de la Energía Eléctrica: Desconocimiento de la forma de facturación.

-Problemas técnicos: El sistema eléctrico es manejado sin los conocimientos necesarios por las personas encargadas del mismo, no saben que es lo que tienen en su sistema eléctrico por no poseer planos de este.

-Problemas Físicos: Lo más notorio fue como están tendidas las instalaciones eléctricas, se encuentran cables por donde sea y los cajetines de Breakers están destapados sin protección alguna.

De la información recopilada en la visita, se llegó a la conclusión de que se debe proseguir con el siguiente paso de la metodología para Auditorías energéticas eléctricas, es decir con la mini – auditoria.

3.3.- MINI – AUDITORIA ENERGÉTICA ELECTRICA

3.3.1.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA ESPE -LATACUNGA.

Se obtuvieron las gráficas correspondientes al consumo de energía en Kw-h y en dólares de la ESPE – Latacunga, (ver GRÁFICO 1) los datos fueron obtenidos de las planillas de cobro de ELEPCO S.A.

En su totalidad son cinco los medidores de energía eléctrica, principales que se va analizar y dos acometidas a los medidores del Bar y Laboratorios de la parte de Atrás del estadio como se describen en los siguientes cuadros:

Medidor	Número
1) Cámara de Transformación CMT1	19025
2) Cámara de Transformación CMT2	19024
3) Auditorio CMT3	48904
4) Centro de Producción CMT4	17893
5) Centro de Producción CMT4	79628
6) Acometida de la Calle Roosevelt	76459
7) Acometida de la Calle Roosevelt	54386

3.3.2.- DIAGRAMAS UNIFILARES

a) Levantamiento de diagrama unifilar de barra, Ubicación de Equipos, Diagrama Físico de la “ESPE - LATACUNGA”.

En los diagramas unificares constan:

- Calibre de conductores.
- Transformadores.
- Carga.
- Protección.

Levantamiento del Plano físico de la ESPEL. (VER PLANO 3)

- Como esta ubicada físicamente la ESPEL.

- Como se detallan los sectores a los cuales abastecen cada uno de los transformadores.

Levantamiento del Plano de Ubicación de Equipos. (VER PLANO 2)

- Como se encuentran ubicados los Equipos, y Sistemas de Iluminación.

Levantamiento de los diagramas Unifilares de Barra.

- Como se encuentra la configuración actual del sistema eléctrico de la ESPEL. (VER PLANO 1)

3.3.3.- MEDICIONES EFECTUADAS EN LA “ESPEL- LATACUNGA”.

Es importante contar con la curva de carga del sistema que se va analizar, para lo cual se procedió a instalar un Analizador de carga en todas las cámaras de transformación con lo cual se logro registrar los consumos de cada uno de los transformadores descritos anteriormente, logrando obtener los siguientes datos:

- Voltaje
- Potencia (Activa, Reactiva y Aparente)
- Corriente y
- Factor de Potencia

Con lo anterior logramos determinar las características eléctricas sobre todo, nos muestran la distribución de cargas tanto por fase como por transformador, es decir podemos conocer el balance entre fases a más de los consumos promedio.

El Analizador de Carga fue instalado por personal de ELEPCO S.A. y permaneció tomando datos cada 30 min. Desde el 25 de noviembre hasta el 29 de noviembre., de lo cual se desprenden las gráficas:

- Curvas de cargas diarias de cada Transformador de la Espe – Latacunga. (VER ANEXO 01)

- Tablas de carga máximas y mínimas también de cada transformador.

- Además de un resumen de las lecturas incluyendo factores de potencia diarios máximos y mínimos. (VER TABLA 1)

En conclusión de la mini – auditoría energética eléctrica, anotaremos:

- Se requiere determinar cual es la carga instalada, para conocer una relación con las curvas de carga de las mediciones efectuadas.

- La única información que se posee en cuanto a facturación son las planillas de cobro de energía eléctrica.

CON LO MANIFESTADO ANTERIORMENTE SE TIENEN RAZONES VÁLIDAS PARA CONTINUAR CON LA MAXI – AUDITORÍA ENERGÉTICA ELECTRICA.

3.4.- MAXI – AUDITORIA ENERGÉTICA ELECTRICA

3.4.1.- ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE CARGA OBTENIDAS EN LA ESPEL.

Se obtuvo la curva de carga diaria con el objetivo de conocer cuando ocurre la demanda máxima y cual es el comportamiento de la Espe–Latacunga en cuanto al consumo se refiere.

Es conocido que mientras mayor sea el número de datos se obtendrá una curva de carga más aproximada a la realidad, por lo tanto para obtener la curva de carga se registró las lecturas del analizador cada treinta minutos durante siete días.

Las curvas de carga de cada transformador que se muestran en el, ANEXO 01 corresponde a los ultimos dias de clase de la Espel donde es utilizado la mayor cantidad de cargas y por lo tanto se puede observar el consumo de Potencia (W).

En la curva de carga del transformador de 100 kva se puede observar que la demanda máxima actual es de 23324 w, y un factor de potencia de 0,9 lo cual nos da una potencia aparente de 25915 VA, la demanda futura con crecimiento del 10% es de 28506 VA, la cargabilidad máxima del transformador es 70000 VA y se encuentra en el día viernes entre las 14:30 y 16:30, tiempo en el que generalmente se activa las cargas en el gimnasio, luego comienza su descenso a partir de las 17:00 pero no en su totalidad lo cual queda explicado que se debe al tiempo en que generalmente se activa el sistema de iluminación .

Otras de las curvas que se ha tomado en cuenta para el análisis es la del transformador de 75 kva en un día típico (miércoles) en el cual se observa el pico máximo en la semana, la curva se va incrementando progresivamente a partir de las 6:30 para alcanzar la demanda máxima actual de 20938 w, entre las 14:00 y 16:00, y un factor de potencia de 0,98 lo cual nos da una potencia aparente de 21365 VA, la demanda futura con crecimiento del 10% es de 23501 VA, la cargabilidad máxima del transformador es 52500 VA, la reserva del transformador es 28998 VA, lo que se justifica ya que a partir de la 6:30 se abren las puertas de la Espe y se van incrementando cargas de oficinas, aulas, etc.

En el transformador de 200 Kva., se ha tomado en cuenta la curva de carga del día martes, porque es ahí donde se encuentra la demanda máxima registrada en la semana que estuvo puesto el analizador, como se observa en la curva, la demanda máxima es de 30892 w a las 19:00, y un factor de potencia de 0,98 lo cual nos da una potencia aparente de 31522 VA, la demanda futura con crecimiento del 10% es de 28369 VA, la cargabilidad máxima del transformador es 140000 VA, la reserva del transformador es 111631 VA, lo que se justifica porque se ha utilizado cargas en las aulas, iluminación de corredores, etc.

El siguiente transformador que se analizó es el Transformador de Producción, donde ha tomado en cuenta la curva de carga del día jueves que es donde se encuentra la demanda máxima de la semana, se puede observar que la curva se va incrementando progresivamente a partir de las 7:30 lo cual se justifica por que es la hora donde ingresan el personal que labora en producción y en el policlínico, en la gráfica se observa que la demanda se encuentra en los rangos de 5000 y 8000 w, se observa también que la pico máximo es de 8330 w, y se encuentra a la 15:00, luego su descenso es progresivamente a partir de las 16:30 hasta llegar a su totalidad a las 17:00, existe un pequeño aumento de demanda a partir de las 16:30 lo cual es justificado porque se trata de la parte del comedor y una pequeña parte del sistema de iluminación.

3.4.2.- ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA ELECTRICO DE BAJA TENSIÓN DE LA ESPEL.

3.4.2.1.- Estado actual del sistema eléctrico de la “Escuela Politécnica del Ejército”

Transformadores

En las instalaciones de la ESPEL se encuentran ubicados cuatro Centros de Transformación lo cual se describe a continuación:

Transformador	Capacidad (Kva)	Voltaje (Kv/V)	Impedancia (%)	Instalación
CT- 1	100	6.3/220-120	4	Cámara de Transf.
CT- 2	75	6.3/220-120	4.2	Cámara de Transf.
CT- 3	200	13.8/220-120	4	Cámara de Transf.
CT- 4	75 (Produc.)	13.8/220-120	4	Transformador Aéreo

Dichos Transformadores toman su alimentación en MT de la subestación el “CALVARIO”, como se describe en el siguiente cuadro:

S/E N°	Denominación	Capacidad (MVA)	Voltaje (Kv.)	Alimentador Primario	Código AP.
01	El Calvario	5	22/13.8	Av. Sur	0101
		3 x 1.72	6.3	Industrial Sur	0105

En el ANEXO 02 encontraremos la placa de datos de los Transformadores de 100 y 75 Kva.

Dicho estudio se lo realizara en toda la red de baja tensión de la institución para confirmar ó cambiar: tipos de conductores, distribución de circuitos, protecciones instaladas actualmente, etc.

Dicho estudio esta basado principalmente en dos partes:

- a.- Selección del conductor a usar en cada circuito
- b.- Selección de la protección a instalarse para cada circuito

Para el primer ítem lo realizaremos mediante dos métodos, 1.- Criterio por corrientes, 2.- Criterio por Caída de tensión (ΔV), con los cuales con el conocimiento previo del tipo de circuito se CONFIRMARA, CAMBIARA el tipo de conductor ó si tendrá que plantearse un REDISEÑO.

Para el segundo ítem nos basaremos de igual manera en los estudios anteriormente señalados, en la potencia del circuito y si es el caso más un estudio de corrientes de cortocircuito, con lo cual las protecciones se RATIFICARAN ó CAMBIARAN.

EJEMPLO DE CÁLCULOS

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR – Criterio por corrientes

Paso N° 01.- Información del circuito

Potencia de la carga: 640 W

Longitud del circuito: 24 m Ej. Caso CT01-CI01 / Transformador 100KVA

Voltaje del circuito: 120 V para sectores ABC

Factor de potencia: 1

Paso N° 02.- Cálculos

$$I = (I_n + (10\% I_n)) * 1.8$$

$$I = 11.73A$$

Donde: I = corriente del criterio, In = corriente nominal

Paso N° 03.- Selección del Conductor

- Mediante la corriente calculada, se selecciona de la tabla de conductores uno que soporte dicha corriente.

Para nuestro caso corresponde a un calibre de 14 AWG

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR – Criterio por ΔV

Paso N° 01.- Información del circuito

Potencia de la carga: 640 W

Longitud del circuito: 24 m

Voltaje del circuito: 120 V

Factor de potencia: 1

Tipo de circuito: Iluminación (Sectores ABC)

ΔV normalizada c/circuito: 1.5%

Tipo de conductor. Cu $\rho=1.7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$

Paso N° 02.- Cálculos

$$S=(2 * 0.017 * L * I_n * fp) / \Delta V$$

$$S = 2.68 \text{ mm}^2$$

Donde:

S = sección transversal del conductor

L = longitud del circuito

fp = factor de potencia

Paso N° 03.- Selección del Conductor

- Mediante la sección calculada, seleccionamos de la tabla de conductores uno que contenga o se aproxime a dicha sección del conductor.

Para nuestro caso corresponde a un calibre de 14 AWG

CONCLUSIÓN

Por norma general se escoge el conductor de mayor sección transversal.

NOTAS ACERCA DE LOS CALCULOS

- Las ΔV normalizada son:

Para Iluminación y tomacorrientes $\Delta V = 1.5 \%$

Para acometidas $\Delta V = 1 \%$

Para maquinas y equipos $\Delta V = 2.5 \%$

- Para el criterio por corrientes la formula sirve tanto para sistemas monofásicos y trifásicos.

- Para el criterio por caída de tensión las formulas son:

Sistema monofásico

$$S = (2 * 0.017 * L * I_n * f_p) / \Delta V \quad (\text{mm}^2)$$

Sistema trifásico

$$S = (\sqrt{3} * 0.017 * L * I_n * f_p) / \Delta V \quad (\text{mm}^2)$$

NOTAS ACERCA DE LAS TABLAS DE SELECCIÓN

- Hoja 01: muestra las características de cada uno de los circuitos contenidos en cada uno de los breakers, determinando: Corriente de trabajo, horas de uso aproximadas por mes, perdidas de potencia mensuales, su respectiva caída de tensión comparada con la ΔV recomendada identificando un exceso en la misma.

Simbología:

- a) En la columna "Tramos" se sombrea la simbología la cual corresponde a circuitos pertenecientes a una determinada protección, los cuales llevan letras adicionales identificando el tipo de circuito.(T=circuito de tomas, I=circuito de iluminación).
- b) Columna "I. Trabajo" se sombrea la corriente calculada la cual sobrepasa la corriente admisible a la del conductor instalado.
- c) Columna " ΔV (%)" corresponde a la caída de tensión calculada para cada circuito, la cual se la sombrea sí sobrepasa de los valores recomendados en la Columna " ΔV RECOMENDADO" (la cual especifica la caída de tensión admisible para cada circuito).

- Hoja 02: seleccionamos los conductores para todos los circuitos descritos, mediante las dos formas antes expuestas, determinando el calibre apropiado para cada circuito en especial, además se realizan los cálculos de perdidas de potencia y de caída de tensión con el nuevo conductor, notándose la diferencia al comparar los resultados entre las Hojas 01 y 02.

Simbología:

- a) Columna "Tramos" igual descripción.
- b) Columna "Conductor mínimo a instalarse" como su nombre lo dice muestra los conductores seleccionados para dichos circuitos.

- c) Columna “Conductor seleccionado” este a más de los conductores seleccionados mediante cálculo toman en cuenta los instalados, analizando el conductor si merece o no el cambio del mismo.
- d) Columna “Observaciones” aquí se registra la acción a tomar mediante los resultados por cálculos.

- Hoja 03: se realizan los cálculos de protecciones, sumando las potencias de todos los circuitos que parten de dicha protección si es el caso (ver diagramas unifilares), en dicha hoja también se identifican ciertas notas importantes.

SELECCIÓN DE PROTECCIONES

Paso N° 01.- Información del circuito

Potencia de la carga: 850W (640 + 210 W dos circuitos); Ej.: mismo ejemplo

Voltaje del circuito: 120 V

Factor de potencia: 1

Tipo de circuito: Mixto

Paso N° 02.- Cálculos

$$I=(P / V * \cos\theta) * 1.25$$

I= 9.32

Paso N° 03.- Selección protección

- Del mercado seleccionamos la protección más próxima al cálculo, en nuestro caso: 10A

Los cálculos anteriormente señalados se los podrá apreciar en el Anexo 04, para todos los circuitos de baja tensión existentes en la institución, identificando de esta manera los conductores y protecciones adecuadas.

Nota:

En este capítulo podremos identificar las cargas a abastecer, diagrama general - diagramas unifilares, la carga instalada y los promedios de consumo de cada una de las cargas.

Medidores de energía eléctrica

Dentro de la ESPEL se tiene cinco medidores de energía eléctrica, dos medidores que están ubicados en la Cámara de Transformación CTM-1, en la parte Sur-Este junto a la Secretaria Académica de los cuales el uno factura a la parte del edificio Antiguo y al Bloque de Aulas “La Nueva Patria Comienza Aquí”,

el otro factura a la parte del taller, gimnasio, Autobomba, y Lab., de Control de Procesos y telecomunicaciones, los otros tres medidores están ubicados uno en la parte del Auditorio CT-3, que factura al Auditorio, Salón de los Marqueses, Dormitorios de militares, Gradas del Estadio, y el otro Bloque de Aulas “Soldado T. Néstor”.

Los otros dos se encuentran en la parte del Centro de Producción lo cual el uno factura en la parte de producción, y el otro policlínico.

Caídas de tensión

De acuerdo a los estudios realizados para cada uno de los tableros de distribución con sus respectivos circuitos (Memorias técnicas Anexo 03) y a los diagramas unifilares, se especifican las acciones a tomar debido a no cumplir las normas establecidas para cada uno de ellos, así tenemos que pueden simplemente hacerse un cambio de conductor, protección ó el rediseño parcial-total del circuito.

A continuación en la tabla 02., se describen los circuitos que tiene problemas de caída de tensión.

Tabla 02

DEPENDENCIA	CIRCUITO	LONGITUD METROS	CONDUCTOR ACTUAL	CAIDA T. ACTUAL%
TALLER MECANICO	CT 02-CI 02 I	30	14	2.2
GIMNASIO	CT 06-CI 01	13	12	2.6
	CT 06-CI 06Acom.6,1/6,2	28	10	3.0
PASILLO LAB.	CT 6.2-CI 3 I-T	25	12	4.4
BINESTAR POLITEC.	CT 05-CI 01	60	12	3.12
APOYO SALON MARQ.	CT 02-CI 04	28	14	6.03
	CT 02-CI 05	50	14	3.26
LAB. MECAN. PATIO	CT 06-CI 02	27	12	3.56
AUDITORIO	CT 09-CI 04 I	28	14	3.55
JEFATURA Y LAB. MULTIMEDIA	CT 16-CI 05 I	30	14	2.01
Ex-COMISARIATO	CT 01-CI 02	60	12	9.5
	CT 02-CI 02	48	12	4.5
	CT 02-CI 04	45	12	2.5
COMEDOR	CT 03-CI 06	45	12	6.3
TALLER METALMEC.	B21/T4 int. T.03	24	6	3.4
CARPINTERIA	CT 06-CI 06	25	12	2.7

Debido a que no se cumple con la caída de tensión máxima permisible que es de 1% para alimentadores a subtableros, desde el transformador o tablero principal

hasta el subtablero, 1,5% para Iluminación y Tomacorrientes, para Maquinas y Equipos es del 2,5% de acuerdo a la norma y procedimiento para diseño de proyectos de la empresa eléctrica Ambato.

Luminarias

Respecto al alumbrado dentro de la Espe se tiene luminarias en un excesivo número (VER PLANO 3), tanto como Fluorescentes, Incandescentes, Luz Mixta, Ahorradoras con una potencia de 40,100y 60, 250, 26 (w) respectivamente.

Estas luminarias están en proceso de ser cambiadas por unas lámparas de alta eficiencia. El cambio de tipo de lámparas se debe a la necesidad de bajar el consumo de energía eléctrica.

Facturación

La ESPEL por su potencia instalada esta dentro de los grandes clientes en las consideraciones y las políticas de ELEPCO S.A., para lo cual el cálculo de sus planillas se lo realiza en las categorías de **ENTIDAD OFICIAL CON DEMANDA MEDIDA (EODM), ENTIDAD OFICIAL CON DEMANDA SIN MEDIR (EODS), ENTIDAD OFICIAL (EO), COMERCIAL (C)**.

Los medidores usados por la EODM son medidores que disponen de un registrador de Demanda máxima, la demanda mensual facturable corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda y no podrá ser inferior al 60 % del valor de la máxima demanda de los doce últimos meses incluyendo el mes de facturación.

Miden la Demanda Actual y la Demanda Anterior, dichos factores que son importantes para el cálculo de la planilla, especialmente para determinar la tarifa por potencia que es la diferencia con las otras categorías existentes.

Los medidores usados por la EODS son medidores electromecánicos y no disponen de un registrador de demanda, la demanda facturable se computará de la siguiente manera:

- El 90% de los primeros 10Kw de carga conectada;
- El 80% de los siguientes 20Kw de carga conectada;
- El 70% de los siguientes 50Kw de carga conectada;
- El 50% del exceso de carga conectada.

A continuación analizaremos la Facturación de los tipos de usuarios que existe en el proceso de facturación de la ESPEL.

-Usuario tipo **EOMD**, Medidor de Energía Eléctrica ubicado en la parte del Auditorio, con datos reales obtenidos para el mes de Enero.

a.- Cálculo de la tarifa por potencia (TP) "demanda"

Para el cálculo de este parámetro el procedimiento a seguir es el que a continuación se especifica:

Se calcula la demanda facturada actual (DF):

$$\mathbf{D = Demd. Actual - Demd. Anterior} \quad \mathbf{(1.7)}$$

$$\text{Demd. Actual} = 30,892 \text{ kw}$$

$$\text{Demd. Anterior} = 30,117 \text{ kw}$$

$$\mathbf{D = 0,775 \text{ kw}}$$

Entonces para (DF):

$$\mathbf{DF = D * FMult}$$

El FMult. (Corresponde a los valores de la relación de transformación de los transformadores de Corriente (TC) y de los de Voltaje (TP) que alimenta al usuario. "Este valor se toma del sistema"

$$\mathbf{FMult. = ;T/P * ;T/C}$$

Para este caso el FMult., es = 40.00

Una vez obtenido el FMult. Aplicamos la fórmula:

$$\mathbf{DF = 31 \text{ Kw.}}$$

Donde:

DF: Demanda facturada actual

D : Demanda actual

FMult. : Factor de Multiplicación

Entonces la fórmula para el cálculo de la tarifa por potencia es:

$$\mathbf{TP = DF * PP}$$

Donde:

TP: Tarifa por potencia

PP: Precio de la potencia. (TABLA 2)

DF: Demanda facturada actual

Por lo tanto:

$$\mathbf{TP = 189.5712 \text{ DOLARES}}$$

b.- Cálculo de la tarifa por energía (TE) "consumo" (Consumo + P.I.T)

Para el cálculo de esta tarifa se debe seguir los siguientes pasos:

Hallamos el valor del Consumo Actual (CA):

$$\mathbf{CA = Lect. Actual - Lect. Anterior}$$

$$\text{Lect. Actual} = 24282 \text{ kwh}$$

$$\text{Lect. Anterior} = 24138 \text{ kwh}$$

$$\mathbf{CA = 144 \text{ kwh}}$$

Se calcula el consumo real (CR):

$$\mathbf{CR = (CA * FMult.)}$$

Donde:

CA : Consumo actual

FMult. : Factor de multiplicación (FMult. = 40)

$$\mathbf{CR = 6078 \text{ Kwh.}}$$

Cálculo de la tarifa por energía (TE):

$$\mathbf{TE = CR * PE}$$

Donde:

TE: Tarifa por energía

CR: Consumo real

PE: Precio de la energía. (TABLA 2)

Por último se tendría:

$$\mathbf{TE (\text{Consumo} + \text{P.I.T}) = 512.9832 \text{ dólares}}$$

c.-) Cálculo de la Comercialización (C)

Este valor es constante dependiendo del reajuste que se haya tomado en el Pliego tarifario.

Para nuestro caso es de 1.28

d.-) Cálculo de la tarifa por alumbrado público (Ap):

La fórmula para el cálculo es:

$$\mathbf{AP = 29.7/100 * (C + TE + TP)}$$

Donde:

29.7/100: Constante

TE : Tarifa por energía

TP : Tarifa por potencia

C : Comercialización

$$\mathbf{AP = 209.037 \text{ DOLARES}}$$

Tomando como referencia todo lo dado anteriormente la factura mensual vendría dada de la siguiente manera:

LATACUNGA A 08 DE FEBRERO DE 2003

SEÑOR (ES)

ESPE ITSE – 2

PRESENTE.-

ESTIMADO CLIENTE:

POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE A LA FECHA SE ENCUENTRA PARA RECAUDACIÓN LA PLANILLA DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO /2003 POR LOS SIGUIENTES RUBROS:

L. Act.T.Ant.	L.Act.T.Act.	F/Mult.	KWH.Pit	C.Med + PIT	FFPP	Tarf.
24138	24282	40.00	318	6078	1,000	EODM
L.A.Bas.An	L.A.Bas.Ac	Cons.Act.Bas	Dem.Fact.	Dem.Mes	Dem. Pico	
			31	26		

Comercialización 1.28

Consumo + P I T 512.98

Demanda 189.57

Alumbrado Público 209.037

Valor Total.....: 912.867 ~ 912.87

Valor Retención.....: 9.1287 ~ 9.13

ATENTAMENTE

Ing. Marcelo Villacís
JEFE CONTROL DE ENERGIA

Geocódigo	: 90-ESP-001-00785
Cuenta	: 32932
Cliente	: 17893
Nro. Medidor	: 48904
Vencimiento	: 24-FEBRERO-2003
Núm. Comprobante SRI:	0010110002646

Después de analizar y comparar la factura emitida por ELEPCO S.A. y la realizada por mi persona, se evidencia que no existe falla alguna:

	Valor Total
Factura ELEPCO S.A.	912.87 dólares
Factura Realizada	912.87 dólares

Error **0,00 dólares**

Como se observa no existe error. Esto quiere decir que con los datos e información obtenida en la misma ELEPCO S.A., es exactamente igual al sistema de facturación desarrollado por mi persona, es por eso que podemos saber exactamente como es facturada la ESPEL con relación a este medidor de energía analizado.

- Usuario tipo **EODS**, Medidor de Energía Eléctrica ubicado en la Cámara de Transformación junto a Secretaria Académica, pertenece al Transformador de 75Kva, con datos reales obtenidos para el mes de Enero /2003.

a.-) Cálculo de la tarifa por energía (TE) "consumo" (Consumo + P.I.T)

Para el cálculo de esta tarifa se debe seguir los siguientes pasos:

Hallamos el valor del Consumo Actual (CA):

$$\mathbf{CA = Lect. Actual - Lect. Anterior}$$

$$\text{Lect. Actual} = 86392 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Lect. Anterior} = 85222 \text{ Kwh.}$$

$$\mathbf{CA = 1170 \text{ Kwh.}}$$

Se calcula el consumo real (CR) o C. Med + PIT

$$\mathbf{CR = (CA * FMult.) + KWH. Pit}$$

El **FMult.** (Corresponde a los valores de la relación de transformación de los transformadores de Corriente (TC) y de los de Voltaje (TP) que alimenta al usuario. "Este valor se toma del sistema":

$$\mathbf{FMult. = ;T/P * ;T/C}$$

Para este caso el FMult. es = 1

Kwh. P.I.T = Pérdidas internas de transformadores (son perdidas que se tiene en él transformador, estos transformadores son privados del usuario)., para este calculo usamos la **TABLA 3**, de pérdidas Internas de Transformadores.

Para calcular el P.I.T se toma en cuenta los siguientes datos:

Datos del Transformador:	Capacidad	Transformador
	75 Kva.	Trifásico

$$\mathbf{P.I.T = Valor Fijo + Valor \% del consumo * CA}$$

$$P.I.T = 260.23 \text{ Kwh.}$$

Entonces el C. Med. + PIT = **1430.23 Kwh.**

Cálculo de la tarifa por energía (TE):

$$TE = C. Med. + PIT * PE$$

Donde:

TE: Tarifa por energía

C.Med. (CR): Consumo real

PE: Precio de la energía. (TABLA 2)

Por último se tendría:

$$TE (\text{Consumo} + P.I.T) = 120.71 \text{ dólares.}$$

b.-) Cálculo de la Comercialización (C)

Este valor es constante dependiendo del reajuste que se haya tomado en el Pliego tarifario.

Para nuestro caso es de 1.28

c.-) Cálculo de la tarifa por potencia (TP) "demanda"

Para calcular esta tarifa se calcula primero la demanda Facturable (**DF**) o Dem. Fact., en Kw, pero para esto vemos la potencia del transformador, "dato visto en el sistema o en el campo". Pero en nuestro caso el tipo de Tarifa es EODS se toma de dato la Dem. Mes. Para nuestro caso la potencia es:

Potencia = 80 Kw

Aplicamos el siguiente procedimiento con la **TABLA 4**

$$DF=10 * 0.9 + 20 * 0.8 + (80 - 10 - 20) * 0.7$$

$$DF = 60 \text{ KW}$$

Entonces la fórmula para el cálculo de la tarifa por potencia es:

$$TP = DF * PP$$

Donde:

TP: Tarifa por potencia

PP: Precio de la potencia. (TABLA 2)

DF: Demanda facturada

Por lo tanto:

$$TP = 366.912 \text{ DOLARES}$$

d.-) Cálculo de la tarifa por alumbrado público (Ap):

La fórmula para el cálculo es:

$$AP = 29.7/100 * (C + TE + TP)$$

Donde:

29.7/100: Constante

TE : Tarifa por energía

TP : Tarifa por potencia

C : Comercialización

AP = 145.20 DOLARES

Tomando como referencia todo lo dado anteriormente la factura mensual vendría dada de la siguiente manera:

LATACUNGA A 08 DE FEBRERO DE 2003						
SEÑOR (ES)						
ESPE ITSE – 2						
PRESENTE.-						
ESTIMADO CLIENTE:						
POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE A LA FECHA SE ENCUENTRA PARA RECAUDACIÓN LA PLANILLA DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO /2003 POR LOS SIGUIENTES RUBROS:						
L. Act.T.Ant.	L.Act.T.Act.	F/Mult.	KWH.Pit	C.Med + PIT	FFPP	Tarf.
85222	86392	1.00	260.23	1430.23	1.000	EODS
L.A.Bas.An	L.A.Bas.Ac	Cons.Act.Bas	Dem.Fact.	Dem.Mes	Dem. Pico	
			60	80		
Comercialización		1.38				
Consumo + P I T		120.711				
Demanda		366.912				
Alumbrado Público		145.198				

Valor Total.....:		634.101				
Valor Retención.....:		6.34101				
ATENTAMENTE						
Ing. Marcelo Villacís JEFE CONTROL DE ENERGIA						

Después de analizar y comparar la factura emitida por ELEPCO S.A. y la realizada por mi persona, se evidencia que no existe falla alguna:

	Valor Total
Factura ELEPCO S.A.	634.08 dólares
Factura Realizada	634.08 dólares

Error	0,00 dólares

Como se observa no existe error. Esto quiere decir que con los datos e información obtenida en la misma ELEPCO S.A., es exactamente igual al sistema de facturación desarrollado por mi persona, es por eso que podemos saber exactamente como es facturada la ESPEL con relación a este medidor de energía analizado.

- Usuario tipo EO, Medidor de Energía Eléctrica ubicado en Producción (Policlínico), pertenece al Transformador de 75Kva (Producción), con datos reales obtenidos para el mes de Junio /2003.

a.-) Cálculo de la tarifa por energía (TE) "consumo"

Para el cálculo de esta tarifa se debe seguir los siguientes pasos:

Hallamos el valor del Consumo Actual (CA):

$$\mathbf{CA = Lect. Actual - Lect. Anterior}$$

$$\text{Lect. Actual} = 117 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Lect. Anterior} = 7 \text{ Kwh.}$$

$$\mathbf{CA = 110 \text{ Kwh.}}$$

Se calcula el consumo real (CR) ó C. Med + PIT

$$\mathbf{CR = (CA * FMult.)}$$

El **FMult.** (Corresponde a los valores de la relación de transformación de los transformadores de Corriente (TC) y de los de Voltaje (TP) que alimenta al usuario. "Este valor se toma del sistema":

$$\mathbf{FMult. = ;T/P * ;T/C}$$

Para este caso el FMult., es = 1

Cálculo de la tarifa por energía (TE):

Se debe tomar en cuenta en el pliego tarifario para esta tarifa, que los primeros 300Kwh se multiplica por el Precio de la Energía y luego el exceso, como en este caso solo tenemos 110 Kwh., entonces la formula nos queda:

$$\mathbf{TE = C. Med. + PE}$$

Donde:

TE: Tarifa por energía

C.Med. (CR): Consumo real

PE: Precio de la energía. (TABLA 2)

Por último se tendría:

$$\mathbf{TE (Consumo Energía) = 8.723 \text{ dólares.}}$$

b.-) Cálculo de la Comercialización (C)

Este valor es constante dependiendo del reajuste que se haya tomado en el Pliego tarifario.

Para nuestro caso es de 1.39

c.-) Cálculo de la tarifa por alumbrado público (Ap):

La fórmula para el cálculo es:

$$\mathbf{AP = 29.7/100 * (C + TE)}$$

Donde:

29.7/100: Constante

TE : Tarifa por energía

TP : Tarifa por potencia

C : Comercialización

$$\mathbf{AP = 3.00 \text{ DÓLARES}}$$

Tomando como referencia todo lo dado anteriormente la factura mensual vendría dada de la siguiente manera:

LATACUNGA A 08 DE JULIO DE 2003						
SEÑOR (ES)						
ESPE ITSE - 2						
PRESENTE.-						
ESTIMADO CLIENTE:						
POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE A LA FECHA SE ENCUENTRA PARA RECAUDACIÓN LA PLANILLA DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CORRESPONDIENTE AL MES DE ENERO /2003 POR LOS SIGUIENTES RUBROS:						
L. Act.T.Ant.	L.Act.T.Act.	F/Mult.	KWH.Pit	C.Med + PIT	FFPP	Tarf.
7	117	1.00		110	1.000	EO
L.A.Bas.An	L.A.Bas.Ac	Cons.Act.Bas	Dem.Fact.	Dem.Mes	Dem. Pico	
			12	12		
Comercialización		1.39				
Consumo de Energía		8.72				
Alumbrado Público		3.00				

Valor Total.....:		13.11				
Valor Retención.....:		0.13				
 ATENTAMENTE 						
Ing. Marcelo Villacís JEFE CONTROL DE ENERGIA						
Geocódigo : 90-ESP-001-00770						
Cuenta : 98166						
Cliente : 17893						
Nro. Medidor : 79628						
Vencimiento : 22-JULIO-2003						
Núm. Comprobante SRI: 0010110007081						

Después de analizar y comparar la factura emitida por ELEPCO S.A. y la realizada por mi persona, se evidencia que no existe falla alguna:

Valor Total

Factura ELEPCO S.A.	13.11 dólares
Factura Realizada	13.11 dólares

Error **0,00 dólares**

Como se observa no existe error. Esto quiere decir que con los datos e información obtenida en la misma ELEPCO S.A., es exactamente igual al sistema de facturación desarrollado por mi persona, es por eso que podemos saber exactamente como es facturada la ESPEL con relación a este medidor de energía analizado.

- Usuario tipo C, Medidor de Energía Eléctrica ubicado en el Bar, con datos reales obtenidos para el mes de Agosto /2003.

a.-) Cálculo de la tarifa por energía (TE) "consumo"

Para el cálculo de esta tarifa se debe seguir los siguientes pasos:

Hallamos el valor del Consumo Actual (CA):

$$\mathbf{CA = Lect. Actual - Lect. Anterior}$$

$$\text{Lect.. Actual} = 1416 \text{ Kwh.}$$

$$\text{Lect. . Anterior} = 0000 \text{ Kwh.}$$

$$\mathbf{CA = 1416 \text{ Kwh.}}$$

Se calcula el consumo real (CR) ó C. Med + PIT

$$\mathbf{CR = (CA * FMult.)}$$

El **FMult.** (Corresponde a los valores de la relación de transformación de los transformadores de Corriente (TC) y de los de Voltaje (TP) que alimenta al usuario. "Este valor se toma del sistema":

$$\mathbf{FMult. = ;T/P * ;T/C}$$

Para este caso el FMult. es = 1

Cálculo de la tarifa por energía (TE):

Se debe tomar en cuenta en el pliego tarifario para esta tarifa, que los primeros 300Kwh se multiplica por el Precio de la Energía y luego el exceso, como en este caso tenemos 1146 Kwh., entonces aplicamos la siguiente formula:

$$\mathbf{TE = 141.5268 \text{ dólares}}$$

b.-) Cálculo de la Comercialización (C)

Este valor se va incrementando mes a mes, dependiendo del reajuste que se haya tomado en el Pliego tarifario.

Para nuestro caso es de 1.44

c.-) Cálculo de la tarifa por alumbrado público (Ap):

La fórmula para el cálculo es:

$$AP = 29.7/100 * (C + TE)$$

Donde:

29.7/100: Constante

TE : Tarifa por energía

TP : Tarifa por potencia

C : Comercialización

$$AP = 3.00 \text{ DOLARES}$$

d.-) Cálculo de la tarifa por Bomberos:

Este valor es fijo, dado por el CONELEC para todas las Empresas Eléctricas del país y es por clase de Consumidor.

Para nuestro caso es:

Bomberos = 1.83 dólares

e.-) Cálculo de la tarifa por Electrificación Rural o FERUN:

Su Formula es:

$$FERUN = 10\% (TE + C)$$

Entonces la formula nos queda:

$$FERUN = 14.31 \text{ dólares.}$$

f.-) Cálculo de la Tarifa por Seguro Contra Incendios (SCI):

Este valor es fijo, dado por el CONELEC para todas las Empresas Eléctricas del país y es por rango.

Para nuestro caso el SCI = 0.02 dólares.

Tomando como referencia todo lo dado anteriormente la factura mensual vendría dada de la siguiente manera:

LATACUNGA A 08 DE SEPTIEMBRE DE 2003

SEÑOR (ES)

ESPE ITSE - 2

PRESENTE.-

ESTIMADO CLIENTE:

POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE A LA FECHA SE ENCUENTRA PARA RECAUDACIÓN LA PLANILLA DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CORRESPONDIENTE AL MES DE AGOSTO /2003 POR LOS SIGUIENTES RUBROS:

L. Act.T.Ant.	L.Act.T.Act.	F/Mult.	KWH.Pit	C.Med + PIT	FFPP	Tarf.
0	1416	1.00		1416	1.000	C
L.A.Bas.An	L.A.Bas.Ac	Cons.Act.Bas	Dem.Fact.	Dem.Mes	Dem. Pico	
			6	6		

Comercialización	1.44
Consumo de Energía	141.64
Bomberos	1.83
Electrificación Rural	14.31
Alumbrado Público	7.60
Seguro Incendio	0,02

Valor Total.....:	166.84
Valor Retención.....:	1.51

ATENTAMENTE

Ing. Marcelo Villacís
JEFE CONTROL DE ENERGIA

Geocódigo : 90-ESP-001-00750

Cuenta : 98165

Cliente : 17893

Nro. Medidor : 79459

Vencimiento : 22-SEPTIEMBRE-2003

Núm. Comprobante SRI: 001010412962

Después de analizar y comparar la factura emitida por ELEPCO S.A. y la realizada por mi persona, se evidencia que no existe falla alguna:

	Valor Total
Factura ELEPCO S.A.	166.84 dólares
Factura Realizada	166.84 dólares

Error	0,00 dólares

Como se observa no existe error. Esto quiere decir que con los datos e información obtenida en la misma ELEPCO S.A., es exactamente igual al sistema de facturación desarrollado por mi persona, es por eso que podemos saber exactamente como es facturada la ESPEL con relación a este medidor de energía analizado.

3.4.2.2.- Censo de carga, y Capacidades de transformadores utilizando los diagramas de flujos de carga.

Para establecer la cantidad de carga instalada por transformador que se tiene en la “Escuela Politécnica del Ejército”, se procedió a realizar un censo de luminarias, toma-corrientes y equipo eléctrico existente. Se adopto valores de watts, y KiloWatts de acuerdo a las normas de diseño para cada elemento censado.

Conociendo la carga instalada de la “Escuela Politécnica del Ejército”, realizamos los cálculos de Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Consumo, como se puede observar en las memorias técnicas. (VER ANEXO 03).

Del estudio técnico realizado al comparar la potencia instalada de la Espe con la capacidad de los transformadores, se nota que existe una gran diferencia y aparentemente los transformadores no están en la capacidad de abastecer a la carga, pero en realidad las cargas no funcionan simultáneamente y al máximo de su capacidad; los motores nunca operan a plena carga ya que por lo general se

dimensionan un 30% de mayor capacidad que la de su carga máxima.

3.4.3.- OPTIMIZACION

3.4.3.1.- Readequación del Sistema Eléctrico de la “Espe-Latacunga “.

Este punto del proyecto es uno de los más importantes, ya que mediante este se logrará distribuir de mejor manera la energía para cada uno de los puntos de consumo de la institución.

Para el rediseño del sistema eléctrico se tomará como base a los siguientes conocimientos previos:

- a. Determinación de la demanda por transformador – analizador
- b. Determinación de carga por transformador - levantamiento
- c. Determinación de carga por dependencia - levantamiento
- d. Determinación de consumos por dependencias - estudio
- e. Estudio de conductores - cálculos
- f. Estudio de protecciones – cálculos

Con toda esta información se plantea que la ESPEL tenga la siguiente distribución de energía, mediante los centros de transformación existentes.

Especificaciones:

En la tabla 03 se podrá apreciar detalladamente las zonas las cuales serán alimentadas por los distintos transformadores al servicio:

Tabla 03

Transformador	Zonas a Abastecer	Motivo	Observaciones
TRANSF. 100 KVA	-Lab.Taller mecánico, -Mecánica de patio, -Gimnasio, -Auto bombas y -Labs. estadio.	-Capacidad suficiente -Evitar caídas bruscas de tensión y armónicos	-No afectan sistemas informáticos ó de oficina
TRANSF. 75 KVA	-Todo el edificio antiguo, -Edificio de aulas “La nueva patria comienza aquí”, -Labs. electrónica, copiadora y bodega -Cafetería estudiantes	-Capacidad suficiente	-La Cafetería estudiantes tendrá un medidor interno
TRANSF. 200 KVA	-Edificio de aulas “Soldado T. Néstor”, -El auditorio “Héroes del Cenepa”, -MED, peluquería, sastrería y -Bloque de dormitorios. -Policlínico, comedor y Ex comisariato.	-Por ser un usuario de ELEPCO S.A. -Evitar caídas bruscas de tensión y armónicos	
TRANSF. 75 KVA PRODUCCIÓN	-Talleres Producción y exhibición – Ventas..	-Economía del centro de producción	

REDISEÑO ESPECÍFICO

En los estudios realizados para cada uno de los tableros de distribución con sus respectivos circuitos, se especifican las acciones a tomar debido a no

cumplir las normas establecidas para cada uno de ellos. Así tenemos que puede simplemente hacerse un cambio de conductor, protección ó el rediseño parcial – total del circuito.

A continuación se enumerara los problemas más complejos que son los de REDISEÑO de circuitos y algunas observaciones importantes.

TRANSFORMADOR DE 100 KVA

Tabla 04

Circuito	Problema	Solución
SECRETARÍA ACADEMICA		
CT01 – CI02 C	-Carga excesiva (Calefactor y Cafetera)	-Recomendación: No usarlos en el mismo circuito (departamento)
TALLER MECÁNICO		
CT02 – CI01 T	-Carga excesiva	-Dividir en dos circuitos
CT02 – CI02 I	-Alta caída de tensión	-El 1er circuito dividirlo en dos -El 3er circuito debe estar mas cerca
No existe	- Acometida a Soldadoras	-Crear tablero independiente
CT04 – CI01	-Carga excesiva (Acometida Tornos)	-Crear tablero independiente
CT05 – CI02	- Carga excesiva -Protecciones desproporcionadas	- Crear tablero independiente
GIMNASIO		
CT06 – CI01	-Alta caída de voltaje	-Crear tablero independiente
CT06 – CI06	-Acometida inadecuada	-Crear tablero independiente
CT06 – CI09	-Acometida inadecuada	-Crear tablero independiente
CT06 – CI010	-Acometida inadecuada	-Crear tablero independiente
PASILLOS LAB. IDIOMAS		
CT6-2 / T1	-Mala distribución de carga e instalación defectuosa	-Redistribuir carga
CLUB DE CERÁMICA		
CT6-3 / T1	-Demasiados breakers	-Redistribuir carga

Tabla 05 - TRANSFORMADOR DE 75 KVA

Circuito	Problema	Solución
AUDITORIO PEQUEÑO		
CT01 – CI01	-Circuito mixto	-Separar circuitos Iluminación-Tom.
CAJA – Frente a patio central		
CT03 / T2	-Breakers en mal estado -Mala distribución de carga -Circuito de tomas Facultad Electrónica deficiente	-Cambiar protecciones (ver cálculos) -Redistribuir carga -Completar canales entre tomas.
BIENESTAR POLITECNICO – Corredores		
CT05 – CI01	-Excesiva caída de tensión	-Formar dos circuitos de luminarias
CAJA MADRE 01 – Entre baños		
CT06 – CI04	-Excesiva carga x ser circuito mixto	Separar circuito de iluminación de tomas con secadores de manos
BIBLIOTECA		
CT6.1 – CI01	-Circuito mixto	-Separar circuitos
DEP. FINANCIERO		
CT7.1 – CI03 T	-Excesiva carga	-Crear dos circuitos de Tomas.
LAB. AUTOTRÓNICA		
Circuitos de Tomas	-Existe carga sin ubicación fija (módulos de práctica), posible excesiva ΔV	-Fijar a sus módulos de práctica a un circuito fijo, No con PC's
LAB. DE CIRCUITOS		
CT11 / T2	-Caja en condiciones muy insegura	-Crear un tablero de distribución en condiciones más seguras

Tabla 06 - TRANSFORMADOR DE 200 KVA

Circuito	Problema	Solución
APOYO SALÓN DE LOS MARQUESES		
CT02 – CI04 T	-Caída excesiva de voltaje	-Individualizar circuitos con secadoras de mano
CT02 – CI05	-Caída excesiva de voltaje	-Crear dos circuitos de Iluminación
MECANICA DE PATIO		
CT06 – CI02	-Circuito mixto, excesiva ΔV -Maquinas sin punto determinado (fijo) de alimentación.	-Separar circuitos Ilumin. y Tomas -Determinar punto fijo de alimentación para maquinaria -Caja en mal estado con breakers innecesarios
CT08 – CI01	-Breakers monofásicos como trifásicos	-Instalar protección adecuada Ver cálculos
AUDITORIO “H. C.”		
CT09 – CI02	-Circuito mixto, excesiva ΔV	-Independizar circuitos
EDIFICIO DE GRADAS		
CT14 – CI04 T	-Excesiva carga , con secadores de manos	-Formar circuitos independientes entre pisos
LAB. MULTIMEDIA		
CT18 – CI05 T	-Carga excesiva, alta ΔV	-Crear dos circuitos de tomas indiv.

Tabla 07 - TRANSFORMADOR DE 75 KVA -PRODUCCIÓN

Circuito	Problema	Solución
COMEDOR		
CT02 – CI05 I-T	-Instalación inadecuada	-Derivar a una caja cercana
CT02 – CI06	-Circuito de tomas Salón, con secadores de mano	-Separar circuito de tomas Salón, de los secadores de mano
CT02 – CI07	-Carga excesiva	-Formar dos circuitos de tomas
Ex COMISARIATO		
CT03 / T4	-Caja en mala posición	-Readecuar su posición
CT04 / T4	-Caja sin carga definida	-Rediseñar sistema de Tomas. e Iluminación del ex comisariato
CARPINTERÍA		
B3 / T4 Int T. 03	-Cálculo de Acometida de un diámetro muy elevado	-Subdividir la carga a una segunda caja de distribución
CT05 – CI09	-Iluminación Producto terminado, excesiva ΔV	-Delegar el circuito a una caja más cercana
CT05 – CI10	-Circuito con dos duchas, calculo de conductor muy elevado	-Delegar el circuito a una caja más cercana
CARPINTERÍA MAQUINARIA		
B3 / T4 Int T. 03	-Cálculo de Acometida de un diámetro muy elevado	-Redistribuir la carga a dos Breakers principales (dos acometidas)
EXHIBICIÓN Y VENTAS		
CT07– CI01,02, 03,05, 08,12	-Breakers sin carga -Flojos, chispeantes, sin tapa	-Dirigirlos a tomar carga que beneficie a liberar carga de carpintería (CT05 / T4)
TALLER DE METALMECANICA		
B4 / T4 Int T. 04	-Acometida calculada con un calibre demasiado grueso	-Distribuir la carga a dos cajas independientes (crear una nueva)

CT08 – CI09	-Circuitos de tomas monofásicos para cargas de 2000 W	-Deben ser cortos con un calibre mínimo de 10 AWG
CT08 – CI10	-Circuito de Producto terminado	-Delegar a otro tablero mas cercano, -Crear circuitos de tomas de 220 V que escasean en el Taller de Metalmecánica

Tabla 08 - SISTEMA ELECTRICO BAR-CAFETERÍA

Circuito	Problema	Solución
CT BAR – CI01	-Carga excesiva, conductor calculado demasiado grueso	-Crear dos circuitos de tomas independientes
CT BAR – CI02	-Carga excesiva, conductor calculado demasiado grueso	-Crear dos circuitos de tomas independientes

Gracias a las observaciones, definiciones, problemas y soluciones identificadas en las últimas tablas dieron forma al rediseño ó Nuevo Diseño para el sistema eléctrico ESPE-L, el cual se lo observa en los planos (Diagramas de barras y unifilares más representativos), acompañado de los diagramas de Disposición de Equipo para una mayor comprensión.

De igual forma se realizaron los estudios de conductores y protecciones para el nuevo sistema conformando completamente el estudio de circuitos de bajo tensión. Ver Anexo 05 (Cálculos correspondientes a los diagramas rediseñados y expresados anteriormente).

JUSTIFICACIÓN DEL NUEVO SISTEMA ELECTRICO

Los sistemas eléctricos actuales, modernos de primera línea se caracterizan por:

- a. Poseer un tablero principal
- b. Distribución sectorizada - Ordenada
- c. Cumplimiento de normas vigentes
- d. Mantenimiento planificado

El Rediseño planteado para los sistemas de baja tensión de los cuatro transformadores contienen los aspectos anteriormente enumerados los cuales ampliamos a continuación:

a. Tablero principal – cada transformador poseerá un tablero principal ó de mando los cuales contendrán los contadores de energía electrónicos, la protección principal y las de mando secundario.

Mediante el tablero se logra sectorizar el mantenimiento, evitar desequilibrios en la red, caídas de tensión entre otras.

b. Distribución sectorizada – ordenada La distribución se la realizara a través de los interruptores secundarios de mando, por tuberías individuales hacia las zonas de carga previamente seleccionadas.

Las zonas seleccionadas corresponden a la geografía de consumidores, conformando bloques de cargas representativas.

c. Cumplimiento de normas En el capítulo dos encontramos las normas más importantes las cuales se las tomará muy en cuenta en la implementación del nuevo diseño.

d. Mantenimiento planificado Gracias al presente proyecto se cuenta actualmente con toda la información del sistema eléctrico, con lo cual el departamento de mantenimiento podrá realizar una planificación ordenada, permanente, evitando caer en el desorden, en la producción de accidentes, fallas eléctricas y desequilibrio del mismo, dando de esta manera al departamento de mantenimiento un papel protagónico e importante dentro de la institución.

3.4.3.2.- Alternativas Técnicas

Luminarias

Lo que se pretende es lo más adecuado, reemplazando las lámparas T12 de 40 w por lámparas T8 de 32 w se obtendrá un rendimiento en lúmenes mayor (3050 lúmenes) y una vida útil de 20000 horas, un IRC mayor (82). Con la ventaja de que gracias a su diámetro de 25mm el efecto de sombra disminuye, tienen mayor eficacia que las T12 con las lámparas T8 tendremos una disminución de consumo en potencia activa; representando un costo a favor, esto en cuanto a lámparas fluorescente se trata.

En cambio con las Lámparas incandescentes de 60 o 100 (w) lo que se trata es reemplazarlas con lámparas ahorradoras compactas o lámparas

fluorescentes compactas 26 (w) respectivamente se obtendrá un rendimiento alto en lúmenes y una vida útil de 10000 horas, alta eficiencia y excelente reproducción cromática.

Y por ultimo el cambio de las lámparas Mixtas de 250 w con lámparas de Mercurio Elipsoidal E, con capa difusora de 125 w así mismo se tendrá buen rendimiento en lúmenes y en reproducción cromática.

b) Medidores de energía eléctrica

Lo mas recomendable sería la adquisición de medidores electrónico de energía eléctrica, así se tendrá mayor control sobre el consumo de energía y otros parámetros eléctricos. Con esto se conocerá cuando y porque (de acuerdo a una planificación) se consumió determinada energía eléctrica y como afectó esto al sistema. Hay que anotar que con este medidor electrónico se conoce la variación en periodos de tiempo de los kw, KVAr, kVA y fp.

c) Puestas a tierra

Colocar puestas a tierra en todas las instalaciones, especialmente en las que tenga mayor carga instalada, cuidando de que no se causen interferencias entre ellas.

d) Control de operación de los equipos

Llevar un control de las actividades en las que se utiliza la energía eléctrica, de manera que se pueda conocer el porque del incremento o decremento en el consumo.

3.4.3.3.- Opciones de facturación

Como habíamos señalado nos encontramos categorizados dentro de grandes clientes en lo que es ELEPCO S.A., (Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A.) y en un grupo denominado CDM, (Consumidores con Demanda Medida); pero además, CDS, (Consumidores con Demanda sin Medir).

Nos encargaremos ahora de analizar cual es el grupo más adecuado y en el que podríamos pertenecer logrando un mayor beneficio en la facturación: Consumidores con demanda sin medir (CDS).

La "Espe - Latacunga" no podría estar en este grupo de consumidores; a los CDS se les realiza un cálculo de acuerdo a la capacidad de cada transformador instalado y no a todo en su conjunto como se tiene en las instalaciones razón de la presente Auditoría Energética Eléctrica.

Consumidores con demanda horaria (CDP).

Los consumidores pertenecientes a este grupo utilizan en sus empresas medidores electrónicos, la Espel no lo posee, los cuales miden la Demanda Pico y la Demanda Horaria que se produce en el día, factores importantes para el cálculo de esta planilla, especialmente para determinar la tarifa por potencia que es diferente a las demás categorías.

Para tener una mejor idea de cómo se diferencia este grupo del que la Espe – Latacunga pertenece, calcularemos la "DEMANDA" correspondiente al mes analizado, con los datos obtenidos en las curvas de carga.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Se calcula el factor de corrección (FC). Usado para reducir en un porcentaje considerado el valor de la tarifa por potencia. Este factor de corrección va desde $0.6/FC \times 1$

Factor de Potencia = 0.99

$$\text{Demanda Máxima Actual (DM)} = (30.205\text{KVA} \times 0.99) = 29.9 \text{ KW}$$

$$\text{Demanda Pico Actual (DP)} = (4.315 \text{ KVA} \times 0.99) = 4.27 \text{ KW}$$

Entonces el FC:

$$\mathbf{FC = DP/DM}$$

$$FC = 0.1428$$

Como vemos que, el FC es menor a 0.6 y lo establecido es que el FC no debe ser menor a 0.6, entonces se utiliza el valor de 0.6.

Entonces la fórmula para el cálculo de la tarifa por potencia es:

$$\mathbf{TP = DF * (PP * FC)}$$

Donde:

TP: Tarifa por potencia

DF: Demanda Facturable (29.9 KW)

PP: Precio de la Potencia (6.1152 dólares/KW correspondiente al mes analizado)

FC: Factor de Corrección

La demanda facturable no debe ser menor al 60% de las demandas de los últimos doce meses.

TP = 109.706688 DOLARES

Comparación:

CDM	CDP	SALDO A FAVOR
TARIFA POR DEMANDA (\$)	TARIFA POR DEMANDA (\$)	DE LA ESPEL(\$)
189.57	109,7066	79,8634

Como resultado de la conclusión tenemos que es más conveniente pertenecer al grupo CDP que al CDM en lo que se refiere al planillaje o facturación.

3.4.3.4.- Uso racional de la energía eléctrica.

La distribución y utilización de la energía eléctrica comporta unas pérdidas lo suficientemente significativas para que puedan ser evaluadas e incluidas obligatoriamente en cualquier programa de ahorro energético; pudiendo reducir el consumo de energía hasta un 5%.

En el presente punto se exponen los principales motivos de las pérdidas en el uso de la electricidad y las formas de reducir estas pérdidas.

Transformadores

El transformador de potencia es una máquina estática de alto rendimiento, mayor del 99% cuando funciona a su carga óptima.

En los transformadores se tienen dos tipos de pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre.

Pérdidas en el hierro.- Son pérdidas que se deben a las características de diseño y a la calidad de los materiales empleados en su fabricación. Este tipo de pérdidas son permanente y tienen lugar mientras el transformador esté conectado a la red. La magnitud de estas pérdidas depende del tamaño o potencia del transformador.

Este tipo de pérdidas las define el fabricante y las presenta en las especificaciones del equipo.

Pérdidas en el cobre.- Son pérdidas que se deben al efecto joule es decir por la corriente que circula en devanados del transformador. Estas pérdidas dependen del nivel de carga que tenga el transformador en su operación.

El funcionamiento óptimo de un transformador, o agrupación de los mismos, se alcanza cuando las pérdidas en el cobre (variables) se igualan a las pérdidas en el hierro (constantes). Dependiendo del tamaño del transformador y del material del núcleo, el rendimiento máximo se alcanza cuando funciona entre el 40% y el 70% de su capacidad nominal.

En resumen, los diseños inadecuados, el funcionamiento a baja carga, e incluso en vacío, o cargas cercanas a la capacidad máxima, y el fp de instalación, son los factores fundamentales que hacen que en la práctica las pérdidas totales en las transformaciones, desde la acometida hasta el final, alcancen hasta un 3% de la energía eléctrica utilizada.

Cables

Las pérdidas en los cables son producidas fundamentalmente por el efecto *Joule*, función de su resistencia (impedancia) por el cuadrado de la intensidad circulante. Por lo tanto la resistencia determina el dimensionamiento del cable.

Tres fenómenos están ligados al valor de esa resistencia de diseño:

- Las pérdidas caloríficas, ya mencionadas anteriormente, se traducen en aumento de temperatura en el cable.
- El producto de la intensidad circulante por dicha resistencia da una caída de tensión, cuyo valor debe ser bajo para que no afecte a la tensión necesaria de los equipos consumidores.
- La resistencia del conjunto de cables influye favorablemente al disminuir la potencia de cortocircuito del sistema.

Un diseño con mayor sección de cables hace disminuir la resistencia, y por lo tanto las pérdidas óhmicas, en proporción directa. Hay que tomar en cuenta que una mayor sección hace aumentar la potencia de cortocircuito al disminuir la impedancia, pudiendo afectar a equipos de distribución, fundamentalmente a interruptores (aunque estos deben ser calculados para hacer frente a un corto cercano).

Para las instalaciones en funcionamiento, se debe mejorar el factor de potencia que reduce la intensidad aparente que circula. El aumento de la tensión de distribución, siempre que el cable lo soporte, baja también la intensidad.

Motores

Son los equipos que mayor pérdidas introducen en un sistema eléctrico, siendo estas en mayor parte por el efecto Joule, aunque las pérdidas mecánicas y en el hierro no son despreciables, sobre todo a baja carga. Se añade el inconveniente debido a la resistencia inductiva que hace disminuir el factor de potencia.

Como en los casos anteriores, el diseño es fundamental. Un alto rendimiento y un alto factor de potencia son la base de la mayor reducción de pérdidas que pueden obtenerse en la utilización de la energía eléctrica. Para una buena operación, se debe evitar la marcha a baja carga de los motores, haciéndolos funcionar - si el proceso lo permite - de forma discontinúa, hacerlo en las horas denominadas "valle".

Alumbrado

El alumbrado representa un porcentaje considerable en el consumo total de energía eléctrica en las industrias.

Se podrá conseguir ahorros, sustituyendo lámparas de incandescencia por luminarias de gases enrarecidos, de las que existe una amplísima gama en el mercado, con mucho mayor rendimiento lumínico y vida útil.

RENDIMIENTOS Y HORAS DE VIDA DE LAMPARAS

TIPO DE LAMPARA	RENDIMIEN. LUM/W (1)	VIDA MEDIA HORAS (2)
Incandescencia	10 a 20	1000
Fluorescente	30 a 75	10000
Mercurio	40 a 60	20000
Yoduro metálico	75 a 90	8000
Sodio	90 a 150	20000

Después de 100 horas de funcionamiento

A la tensión nominal

En muchos casos no es rentable la sustitución de luminarias en uso, pero puede llegar a serlo si se establece un programa para cambiarlas a medida que se vayan fundiendo, con lo cual solo se amortiza la diferencia del precio.

Pueden conseguirse ahorros significativos con el uso de automatismos de encendido y apagado del alumbrado.

CAPITULO IV

ANALISIS ECONOMICO EN LA ESPE – LATACUNGA.

4.1.- IDENTIFICACION DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO ENERGETICO

Una vez identificados los principales centros de costo, se procede a la identificación de oportunidades de ahorro de energía, las mismas que serán vistas desde dos puntos de vista: la administración de la energía y la utilización de la misma.

Las recomendaciones en la administración de la energía están destinadas para fortalecer la conservación de la energía eléctrica mientras que las recomendaciones en la utilización de la energía son propuestas claras y reales de reducción de costos en la planta.

4.2.- AHORRO EN LA UTILIZACION DE LA ENERGIA

Como se mencionó anteriormente, para lograr un ahorro en la utilización de la energía son necesarias las medidas intensivas, las mismas que requieren de inversión de capital y proponen la implementación de nuevas tecnologías o equipos avanzados que consumen menos cantidad de energía y que debido a su eficiencia incurrir en menores pérdidas que los equipos convencionales.

A continuación se describen una serie de propuestas de ahorro, las que han sido desarrolladas con las condiciones de operación y costos vigentes.

4.2.1.- PROPUESTA AHORRO DE ENERGIA No.1:

CAMBIO DEL SISTEMA DE ILUMINACION

Reducir el consumo de energía eléctrica destinada a la iluminación Fluorescente y Mixta, para lograr un ahorro económico, mejorando además el nivel de iluminación actual es uno de los objetivos que se propone en esta propuesta.

Los ineficientes sistemas de iluminación desperdician energía y dinero.

a).-Sistema de Iluminación Fluorescente

El sistema de iluminación fluorescente actual en la mayoría de sectores como oficinas, Aulas, corredores, etc., consta de lámparas fluorescentes estándar

de 40w y de balastos electromagnéticos (transformadores) que consumen alrededor del 20% de la energía destinada al sistema de iluminación.

Se cambiará las lámparas actuales de 40w por lámparas de alta eficiencia de 32w; además también se cambiará el balasto electromagnético por un balasto electrónico, el mismo que presenta un ahorro de energía del 60% con respecto a los balastos electromagnéticos convencionales.

VENTAJAS ADICIONALES:

Con el cambio de balasto se logra: Un arranque instantáneo y operación independiente de las lámparas, se elimina el ruido, se disminuye el peso del equipo, mejora la vida útil de la lámpara, existe una menor temperatura de operación.

Los futuros incrementos en el costo de la energía eléctrica relacionada con los procesos de privatización de las empresas eléctricas, devaluación y costos internacionales de la misma permitirán que el ahorro en el futuro sea mayor y que se disminuya el tiempo de recuperación de la inversión.

CONSIDERACIONES GENERALES

- 1.- Con el cambio descrito se mejorará o al menos se mantendrá el nivel de iluminación actual.
- 2.- La vida útil de los tubos de alta eficiencia de 32W está alrededor de las 20.000 horas y su garantía es de tres años.
- 3.- El balasto electrónico tiene una vida útil aproximada de 15 años.
- 4.- El desarrollo de esta propuesta consta de las siguientes etapas:
 - Inventario de luminarias fluorescentes en la Espe – Latacunga.
 - Mediciones de potencia y estimación de tiempo de utilización del sistema para calcular la energía consumida.
 - Mediciones de niveles de luminosidad.
 - Prueba de equipos ahorradores de energía: mediciones de potencia, estimación de energía consumida, mediciones de niveles de iluminación.
 - Análisis económico de la propuesta por zonas y global en toda la planta.

b).-Sistema de Iluminación Mixta o Industrial

Reducir el consumo de energía eléctrica destinada a iluminación mixta o industrial y exterior, para lograr un ahorro económico, mediante el cambio de luminarias del sistema actual por otras de mayor eficiencia.

Descripción:

Las lámparas de vapor de Mercurio son fuentes de iluminación de alta eficiencia, las cuales ofrecen un rendimiento de 50.4 lúmenes por vatio, a diferencia de las lámparas mixtas existentes que proporcionan inicialmente alrededor de 18.75 lúmenes por vatio, valor que va reduciéndose conforme transcurre la vida útil de la lámpara.

Se propone entonces la distribución de lámparas, con el mismo número de luminarias existentes, manteniendo el mismo número de luminarias y aumentando el nivel de luminosidad y solo reduciendo la potencia de lámparas.

A más del ahorro de energía se alcanzaría un aumento del nivel de iluminación.

Se propone mantener el mismo número de luminarias; conservando las campanas existentes y luminarias actuales aumentando el nivel de luminosidad y solo reduciendo la potencia de lámparas de 250 W por lámparas de vapor de Mercurio Elipsoidal E, con capa difusora de 125w.

A más del ahorro de energía se alcanzaría un incremento del nivel de iluminación en las zonas de almacenamiento, producción, etc.

Se ha denominado Iluminación mixta o industrial a la destinada para sectores industriales tales como: zonas de producción, bodegas de almacenamiento, talleres, etc.

Para conseguir el ahorro en sistema de iluminación se propone:

- Cambiar el sistema de iluminación existente por luminarias con lámparas de menor potencia y de mayor eficiencia.
- Realizar un cambio en la distribución de lámparas en el sector de bodegas de almacenamiento.

Para el desarrollo de esta propuesta se ha considerado el cambio con Lámpara de Mercurio Elipsoidal E, con capa difusora.

VENTAJAS ADICIONALES:

El cambio permitirá, mejorar la iluminación en diferentes áreas. La iluminación adecuada genera menos fatiga y un consecuente aumento en la productividad. Al mejorar el nivel de luminosidad disminuyen los accidentes de trabajo y surge la posibilidad de ampliar la potencia instalada con nuevos equipamientos, sin aumento del consumo energético.

La inversión que se realiza en el momento del cambio o instalación de la lámpara se amortiza en menor tiempo debido a los incrementos en el costo de la

energía eléctrica relacionada con los procesos de privatización de las empresas eléctricas.

CONSIDERACIONES GENERALES

1.- Con el cambio descrito se pretende a más del ahorro económico mejorar o al menos mantener el nivel de iluminación actual.

2.- El desarrollo de esta propuesta consta de las siguientes etapas:

Inventario de luminarias industriales de la Espe-Latacunga.

Mediciones de potencia y estimación de tiempo de utilización del sistema para calcular la energía consumida.

Mediciones de niveles de luminosidad.

Análisis económico de la propuesta por zonas y global.

Análisis económico de la propuesta.-

El análisis de la propuesta se la realizó desde dos puntos de vista:

-Cálculo del tiempo de recuperación tomando en cuenta únicamente el ahorro por disminución de consumo de energía.

-Cálculo del tiempo de recuperación tomando en cuenta el ahorro por disminución de consumo de energía y la eliminación de rubros dedicados al mantenimiento y reposición de lámparas.

Cada uno de estos puntos es descrito a continuación:

1.- CALCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACION TOMANDO EN CUENTA EL AHORRO POR DISMINUCION DE CONSUMO DE ENERGIA.

Para el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión se toma en cuenta únicamente la diferencia entre el consumo de energía del sistema estándar y el sistema propuesto.

Este cálculo se describe en las TABLAS 5, en donde se indica el tipo de Transformador, dependencia, circuito, y el tipo de iluminación actual, el costo anual de energía por dependencia y por Transformador, tomando en cuenta:

- Potencia instalada en luminarias 2x40 = 96 w

P. Lámpara 1 + P. Lámpara 2 + P. Balasto electromagnético

40 w + 40 w + 16 w = 96 w

- Potencia instalada en luminarias 4x40 = 192 w

- Tiempo de utilización: horas diarias, días al mes, meses al año.

- Costo medio por KWH consumido: \$ 0,1896

A continuación se propone el tipo de luminaria para el cambio, en cada Transformador y dependencia siendo estas:

- Luminaria 2x32 (potencia del sistema enunciado en tablas del fabricante y medido: 58w), a cambiarse por luminarias 2x40w.
- Lámparas de 250w por lámparas de vapor de Mercurio Elipsoidal E, con capa difusora de 125w.
- Lámparas Incandescentes de 60 y 100w por Lámparas Ahorradoras de 26w.

Basándose en las potencias del nuevo sistema y bajo las mismas condiciones de tiempo de utilización y precio medio por KWH, se calculó el costo anual por consumo de energía.

La inversión se calculó basándose en cotizaciones, siendo los precios los siguientes:

Luminaria 2x32 (Todo el equipo Luminaria y lámpara): \$ 17.85

Lámparas de Mercurio: \$ 10,26

Lámparas Ahorradoras: \$ 5,85

El tiempo de recuperación se calculó al dividir la inversión para el ahorro anual neto, teniendo un tiempo de recuperación de 3 años y 9 meses.

CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION

Al aplicar el método de evaluación económica se tiene:

Inversión	I	2361,52	Dólares
Mantenimiento y operación	M	0	Dólares
Ahorro anual	R	13399,68	KWh
Precio actual	P	0,0948	Dólares
precio medio	P'	0,1896	Dólares
Vida útil	V	7	Años
Ahorro anual Neto	A	2540,579	Dólares
Depreciación anual	D	337,36	\$/año
Descuento	d	20	%
Factor de actualización Del valor	F	3,605	Tabla 2.6
Valor actual del ahorro	VA	9158,787	\$
Relación Inversión/Ahorro	X	0,929	Años
Tasa de retorno de la Inversión	TIR	93,29	%
Relación Beneficio/Costo	B/C	3,878	

Normalmente, si X es menor que la mitad de V, la inversión es rentable.

Un valor mayor a 1 en la relación B/C, indica que la inversión es aconsejable desde el punto de vista económico.

2.- CALCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACION BASANDOSE EN LA DIFERENCIA EN LA INVERSION DEL SISTEMA NUEVO CON RESPECTO AL SISTEMA ACTUAL Y LA ELIMINACION DE RUBROS DEDICADOS AL MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LAMPARAS. (TABLA 6)

Este cálculo es aplicable en el caso que se realice instalaciones nuevas, o cuando la vida útil de la instalación estándar haya terminado.

Se toma en cuenta los mismos parámetros de tiempo de utilización, vida útil, inversión y costo en las mismas áreas para el cálculo de Energía consumida anualmente. En este cálculo se incluye el costo anual por mantenimiento y cambio de luminarias basándose en las siguientes consideraciones:

Costo luminaria 2x40 w	\$ 11,78
Costo Lámpara Mixta 250w	\$ 6,18
Costo Lámpara Incandescente	\$ 0,35

Se asume un tiempo de vida del sistema actual de iluminación de 4 años, es decir anualmente se renueva la cuarta parte del sistema. ($1/4 = 0.25$). No se toma en cuenta el costo de la mano de obra ya que este rubro es un egreso fijo de la institución.

Este costo por reposición de lámparas y balastos se agrega al costo por consumo de energía eléctrica, obteniéndose un costo total anual del sistema estándar actual.

El ahorro se obtiene de la diferencia del costo total anual del sistema estándar actual, menos el costo de energía consumida por el nuevo sistema, considerando que el nuevo sistema tiene vida útil de 7 años, y durante ese período no se requiere de mantenimiento.

En la TABLA 6 (**CALCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACION BASANDOSE EN LA DIFERENCIA EN LA INVERSION DEL SISTEMA NUEVO CON RESPECTO AL SISTEMA ACTUAL Y LA ELIMINACION DE RUBROS DEDICADOS AL MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LAMPARAS**). se calcula el tiempo de recuperación, en donde:

Se obtiene la diferencia de la inversión, posteriormente se calcula el ahorro total anual al sumar el ahorro por disminución de consumo de energía más la eliminación de rubros dedicados al mantenimiento y reposición de lámparas.

El tiempo de recuperación se calculó al dividir el ahorro anual para la diferencia de inversiones, teniendo un promedio de 0.31 años.

CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION

Al aplicar el método de evaluación económica de inversiones se tiene:

Diferencia de la inversión	I	1032,48	Dólares
Mantenimiento y operación	M	367,96	
Ahorro anual	R	13399,68	KWh
Precio actual	P	0,0948	
Precio medio	P'	0,1896	Dólares
Vida útil	V	7	
Ahorro anual Neto	A	2172,619	Dólares
Depreciación anual	D	147,497	\$/año
Descuento	d	20	%
Factor de actualización Del valor	F	3,605	
Valor actual del ahorro	VA	7832,291	dólares
Relación Inversión/Ahorro	X	0,475	Años
Tasa de retorno de la Inversión	TIR	196,14	%
Relación Beneficio/Costo	B/C	7,585	

Normalmente, si X es menor que la mitad de V, la inversión es rentable.

Un valor mayor a 1 en la relación B/C, indica que la inversión es aconsejable desde el punto de vista económico.

MEDICIONES REALIZADAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO

Se realizaron mediciones en tres Aulas de diferentes dimensiones, bajo las mismas condiciones con lámparas T8 y T5, obteniéndose los valores que constan en el , ANEXO 04.

Teniendo:

Lamparas	Ø [lm]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{min} /E _{av}
T8	5200	328	30	438	0.09
T5	4650	211	28	336	0.13

RESULTADOS:

Los valores obtenidos del cálculo de la rentabilidad y las curvas para esta propuesta, indican que es aconsejable la inversión, siendo más recomendable esta aplicación en instalaciones nuevas o cuando la vida útil del sistema estándar haya finalizado.

Para el cálculo de esta propuesta se consideró mantener el mismo número de lámparas, con lo cual al realizar el cambio en el sistema se mejora ostensiblemente el nivel de iluminación sin embargo, si se desea mantener los niveles de iluminación se puede reducir el número de lámparas, aumentando el ahorro de energía.

4.2.2.- PROPUESTA AHORRO DE ENERGIA No.2:

CAMBIO DE MOTORES ESTÁNDAR POR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA.

Los parámetros de análisis que se utilizarán para evaluar los beneficios relativos de introducir un motor eficiente en relación con mantener un motor estándar existente son los siguientes:

a) Horas de uso del motor

Las horas anuales de uso del motor constituyen uno de los parámetros básicos para evaluar un proyecto de eficiencia energética, ya que los beneficios del proyecto varían en forma lineal con el tiempo de uso del equipo.

En principio, un motor que opera menos de 2.000 horas al año difícilmente podrá ser reemplazado por un motor eficiente, incluso cuando la alternativa es comprar un motor nuevo, estándar o eficiente.

b) Eficiencias relativas

En principio, la diferencia de eficiencias entre los motores estándar y eficiente disminuye a medida que aumenta la potencia. En el caso de las potencias mayores, si bien las diferencias relativas son de 1 a 2%, las diferencias absolutas son importantes.

c) Precio de los motores

Otro de los parámetros importantes para este tipo de evaluación lo constituyen los costos alternativos de las opciones consideradas, incluidos los precios de los motores nuevos, estándares y eficientes.

Elementos de análisis para definir cuando hay que sustituir un motor en operación
 Obsolescencia del motor existente

Al respecto es posible afirmar que un motor con una utilización de por lo menos 4.000 horas, fabricado antes de los años 70's es un candidato al cambio.

Análisis económico de la propuesta.-

El análisis de la propuesta se lo realizó tomando en cuenta la opción motor obsoleto funcionando versus motor nuevo eficiente.

Este punto está descrito a continuación:

Este calculo se describe en la TABLA 8, en donde se indica el tipo de circuito, Equipo o Maquina, potencia motor obsoleto, Rendimiento de motor obsoleto y eficiente, Perdida de potencia, Inversión, Diferencia de perdida, Ahorro y tiempo de recuperación.

CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION

Al aplicar el método de evaluación económica de inversiones mencionado se tiene:

Inversión	I	16151,27	Dólares
Mantenimiento y Operación	M	0	Dólares
Ahorro Anual	R	1767,36	kWh
Precio actual	P	0,0948	Dólares
Precio medio	P'	0,1896	Dólares
Vida Útil	V	10	Años
Ahorro Anual Neto	A	335,091	Dólares
Depreciación Anual	D	1615,127	\$/año
Descuento	d	20	%
Factor de Actualización del valor	F	4,192	Tabla 2,6
Valor Actual del Ahorro	VA	1404,70	Dólares
Relación Inversión/Ahorro	X	48,19	Años
Tasa de Retorno de la Inversión	T.I.R		%
Relación Beneficio/Costo	B/C		

Normalmente, si X es menor que la mitad de V, la inversión es rentable.

Un valor mayor a 1 en la relación B/C, indica que la inversión es aconsejable desde el punto de vista económico.

4.2.3.- PROPUESTA AHORRO DE ENERGIA No.3:

CAMBIO DE CONDUCTORES EN CIRCUITOS CON EXCESIVA CAIDA DE TENSION.

Es de esta forma, que se considera como variable física las pérdidas involucradas en la conducción eléctrica, es decir, aquellas derivadas de la resistencia óhmica del conductor al paso de la corriente. Así, es posible determinar un costo económico asociado a estas pérdidas, el que se hace efectivo en un mayor pago por consumo de energía eléctrica.

Como la resistencia es menor mientras mayor es la sección del conductor, un aumento de dicha sección reduce las pérdidas calóricas, al tiempo que hace subir su precio.

De este modo, el enfoque utilizado incorpora la variable temporal en la elección de la sección de cables eléctricos, considerando el ahorro económico debido a la reducción de pérdidas energéticas involucrado en la elección de una mayor sección, confrontado en un horizonte de tiempo definido, con el costo que representa dicho aumento.

Eso contribuye a reducir la factura eléctrica del usuario, así como disminuir los riesgos debido a un inadecuado dimensionamiento de las instalaciones.

La sección del conductor incide directamente en las pérdidas de energía y en el costo del mismo. Es posible obtener una sección óptima la que, al aumentar los ahorros por pérdidas de energía, compensa los costos asociados al aumento de la sección. Para los fines de eficiencia energética, lo que se debe evaluar es la conveniencia de usar una sección mayor que S_{min} .

El análisis de la propuesta se lo realizó tomando en cuenta la caída de tensión excesiva en los circuitos que estan descrito en la TABLA 9.

Este punto está descrito a continuación:

Este calculo se describe en la TABLA 9, en donde se indica el tipo de circuito, Longitud, Conductor actual. Caída de tensión Actual, Corriente nominal, Inversión del conductor nuevo, Diferencia de tensión, Energía mensual, Costo de la energia, Ahorro y el Tiempo de recuperación.

CALCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION

Al aplicar el método de evaluación económica de inversiones mencionado se tiene:

Inversión	I	766,97	Dólares
Mantenimiento y Operación	M	0	Dólares
Ahorro Anual	R	2578,08	kWh
Precio actual	P	0,0948	Dólares
Precio medio	P'	0,1896	Dólares
Vida Útil	V	10	Años
Ahorro Anual Neto	A	488,80	Dólares
Depreciación Anual	D	76,697	\$/año
Descuento	D	20	%
Factor de Actualización del valor	F	4,192	Tabla 2,6
Valor Actual del Ahorro	VA	2049,049	Dólares
Relación Inversión/Ahorro	X	1,569	Años
Tasa de Retorno de la Inversión	T.I.R	53,73	%
Relación Beneficio/Costo	B/C	2,671	

Normalmente, si X es menor que la mitad de V, la inversión es rentable.

Un valor mayor a 1 en la relación B/C, indica que la inversión es aconsejable desde el punto de vista económico.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

- De los datos obtenidos con el analizador de carga colocado por ELEPCO S.A. a petición de la Espe-Latacunga se noto que existe una Máxima demanda medida = 2.684 KVA, de las instalaciones; no olvidar que este equipo de medición se colocó en alta tensión, en donde también se tiene un medidor de energía eléctrica pero electromecánico, que no da la posibilidad de obtener todos los datos necesarios para un análisis y control del consumo.
- Se realizó el estudio de caídas de tensión en el sistema eléctrico en donde se encontró inconvenientes en cuanto a caídas de tensión en los sectores: Taller Mecánico con una caída de tensión del 2,2%, Gimnasio 2,6%, Pasillo de laboratorios 4,4%, Bienestar Politécnico 3,12%, Apoyo Salón de los Marqueses 3,26%, Lab. Mecánica de Patio 3,52%, Auditorio 3,55%, Jefatura de Lab. y Multimedia 2,01%, Ex-Comisariato 9,05%, Comedor 6,3%, Taller Metalmecánica y Soldadura 3,4%, Carpintería 2,7%.
- Las luminarias mixtas que se encuentran dentro de ESPE - LATACUNGA son de un valor de 250 watts, un rendimiento de 25 lm/w y se requiere de una alternativa como las Lámparas de Mercurio de 125 watts con una vida útil de 8000 hrs., un rendimiento de 71 a 80 lm/w y un Índice de reproducción cromática de 85.
- Lo más conveniente para la ESPE - LATACUNGA es un cambio de categoría en la Facturación de Energía Eléctrica, de un cliente con demanda medida (CDM) a un cliente con demanda horaria (CDP).
- En el Ecuador, a pesar de ser un país en crisis económica, aún no existe una conciencia seria y un conocimiento adecuado acerca del uso racional y eficiente de la energía eléctrica, debido a la falta de información, incentivos y apoyo

económico por parte del gobierno y sus entidades como son las empresas eléctricas y el CONELEC.

- La reducción de las luminarias, sustituyendo 2 tubos de 40 W por 2 de 32 W, que permiten ahorrar un 30 por ciento de la energía para el mismo nivel de iluminación. De igual forma la sustitución de balastos electromagnéticos de 16 W por balastos electrónicos que consumen 1 a 2 W.
- La documentación sobre la organización del sistema eléctrico es deficiente, el Campus Politécnico y Producción carecen de diagramas Unifilares.

5.2.- RECOMENDACIONES

- Tratar a nivel institucional de las partes implicadas, tanto de la ESPE - LATACUNGA y ELEPCO S.A.; una nueva política de cobro de tarifas y categorización de las instalaciones, ya que como se advierte es mejor ser un CONSUMIDOR CON DEMANDA HORARIA y no un CONSUMIDOR CON DEMANDA MEDIDA, y de lo investigado no se tiene ningún inconveniente para realizar este cambio. Lo que se requeriría es la compra de un medidor electrónico de energía.
- Se debe implementar un plan de mantenimiento y operación para el sistema eléctrico existente, de acuerdo a las leyes y políticas de ELEPCO S.A. su jurisdicción llega únicamente hasta el medidor de energía eléctrica y hacia adentro es de absoluta responsabilidad de la ESPE - LATACUNGA.
- Realizar una campaña del uso racional de la energía eléctrica, en la cual intervengan todos los miembros de la ESPE - LATACUNGA, ya que una adecuada cultura de consumo puede llegar a ser fundamental al momento de reducir costos por facturación de energía eléctrica.
- Uno de los objetivos de este trabajo es la concientización sobre el uso racional de la energía eléctrica; es por ello que los proyectos de ahorro de energía se propone el uso de equipos de alta eficiencia, cuyos costos son superiores a los equipos estándar. En nuestro medio es necesario que el personal de la Institución tengan su mente abierta y reconozcan los beneficios técnicos y económicos de los equipos de alta eficiencia, los mismos que producen importantes ahorros. A pesar de que los equipos de alto rendimiento son más

caros que los normales, existe mucha competencia entre sus distribuidores, por lo que se debe consultar a varios para obtener los mejores precios.

- Un adecuado y bien planificado mantenimiento es fundamental para ahorrar energía; por ejemplo, el polvo y la suciedad que se acumulan en las instalaciones de alumbrado absorben la luz y malgastan la energía necesaria para generarla. Los costos de la energía eléctrica serán elevados continuamente, esto creará condiciones cada vez menos favorables para la operación estable de las empresas ecuatorianas, es por ello que la realización de Auditorías Energéticas, como medio de ahorrar energía y optimizar el uso de la misma, es completamente recomendable.
- Los futuros beneficios de la ejecución de proyectos de ahorro de energía surgen del estudio técnico – económico de los mismos; llevarlos a cabo está en manos del Director de la Institución y el éxito de ella depende del Director y concientización del personal.
- Se requiere realizar un mantenimiento general de todo el sistema eléctrico, ya que este no se lo realizado nunca desde su puesta en funcionamiento, según los manifestado por las personas encargadas del área eléctrica.
- Es necesario crear conciencia de la importancia del ahorro energético, no solamente por los beneficios económicos que representa y por sus ventajas ambientales sino por la responsabilidad que implica con las futuras generaciones y porque si no se recurre a estos programas, difícilmente se puede garantizar el cubrimiento futuro de la demanda y se limitaría el desarrollo del país.
- La Auditoría Energética es un procedimiento que permite conocer donde y como está siendo usada la energía eléctrica y cuando y donde su eficiencia puede ser mejorada. Antes de llevar a cabo un programa de Ahorro Energético, deben cumplirse las siguientes condiciones:
Debe existir la necesidad de ahorrar energía, los proyectos deben ser viables de acuerdo a las normas financieras de la empresa. El financiamiento debe estar disponible. La Administración y el personal deben comprometerse a continuar con el esfuerzo emprendido en ahorrar energía, hasta mucho después de la implantación del proyecto.

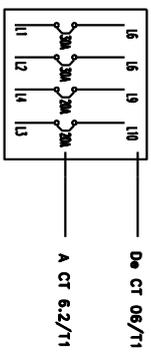
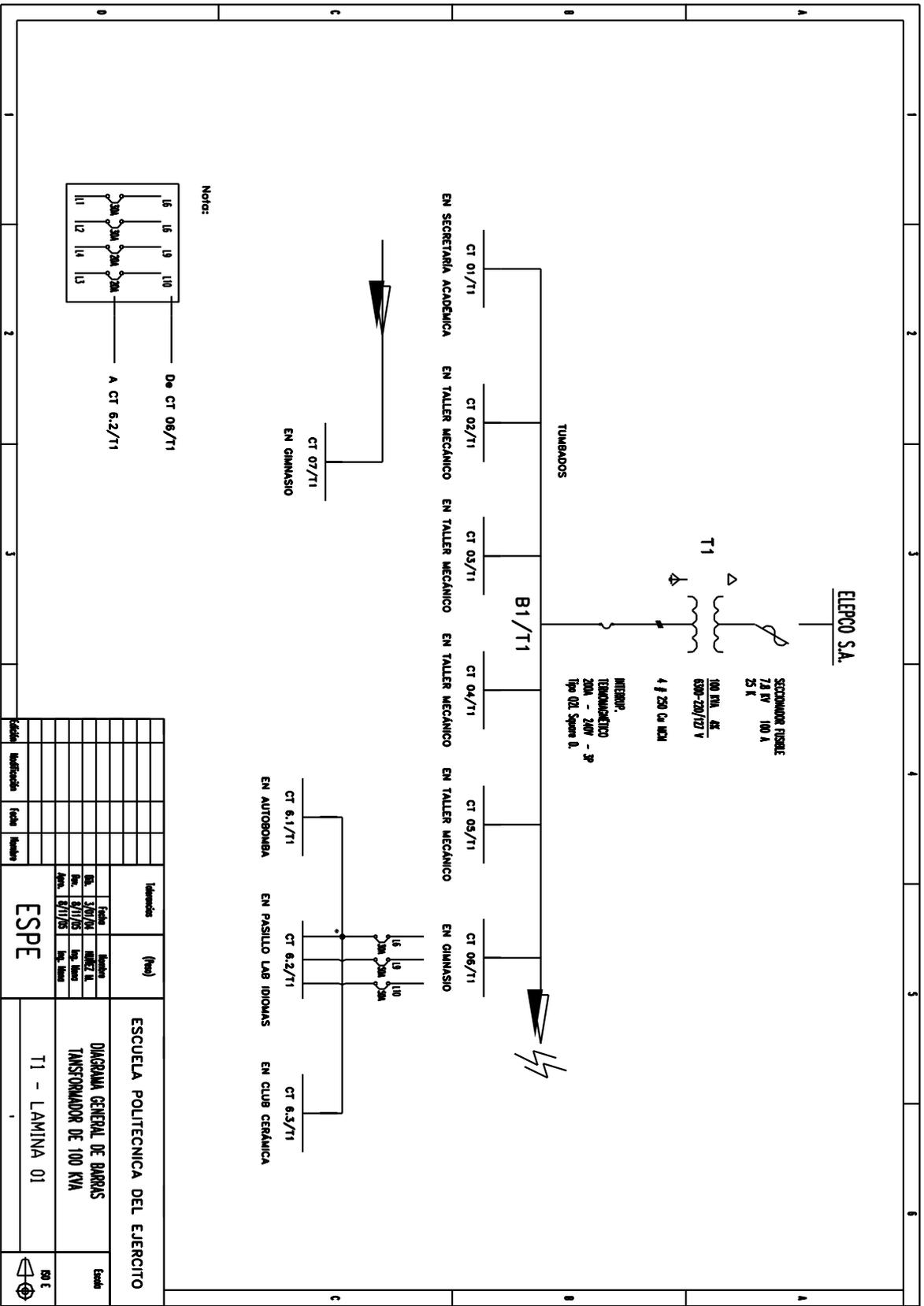
- Efectuar trabajos de rebalanceo de cargas en los tableros de distribución de los edificios administrativos, para reducir las pérdidas producidas por sobrecorrientes en el neutro de los circuitos ramales. Adicionalmente, esto permitirá que los equipos eléctricos y electrónicos instalados tengan un óptimo funcionamiento. E implementar una campaña de concientización para el uso racional de equipos eléctricos, tales como: cafeteras, computadoras, terminales, alumbrado de oficinas, etc.

5.3.- BIBLIOGRAFÍA.

Manual de Instalaciones de Alumbrado y Fotométrica	Stevenson.
Instalaciones Eléctricas Conceptos Básicos y Diseño	Ceac.
Lumonitecnia	Ramírez Vásquez.
Programa de Ahorro de Energía	Ministerio de Energía
y Minas	
Manual de Instalaciones de Alumbrado y Fotometría	Chapa Carreón.
Normas y Procedimientos para Diseño, Aprobación, Fiscalización y Recepción de	
Proyectos	Empresa Eléctrica
Ambato.	
 Tesis:	
Costos Estacionarios para Distribuidores	Celi Darwin.

PLANOS:

- 1.- Estado Actual: Diagramas Unifilares de la “Espe – Latacunga”
- 2.- Estado Actual: Diagramas de Ubicación de Equipo de la “Espe- Latacunga”
- 3.- Estado Actual: Diagrama Fisico de la “Espe- Latacunga”
- 4.- Readequación: Diagrama Unifilar de la “Espe-Latacunga”



Nota:

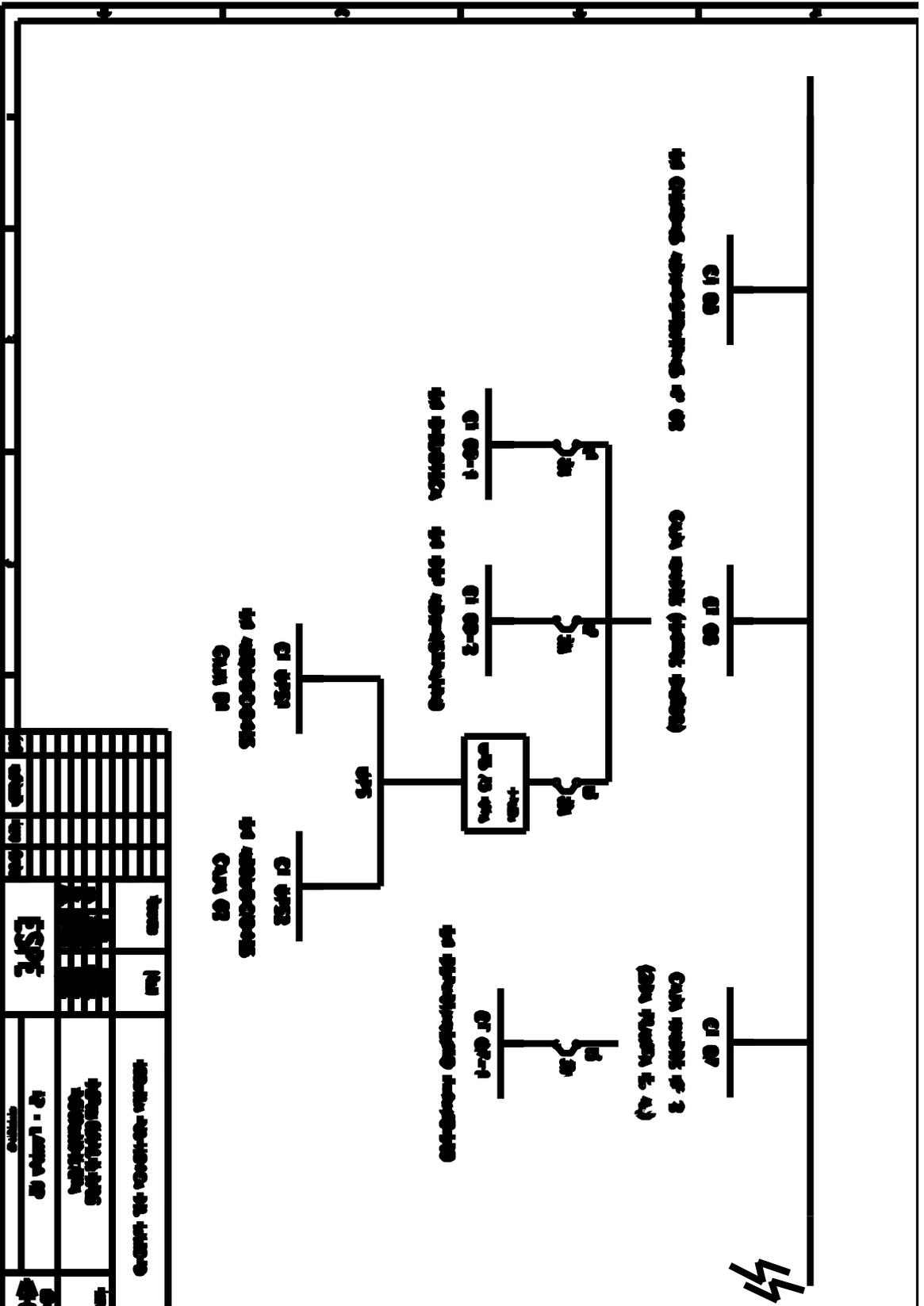
De CT 08/T1

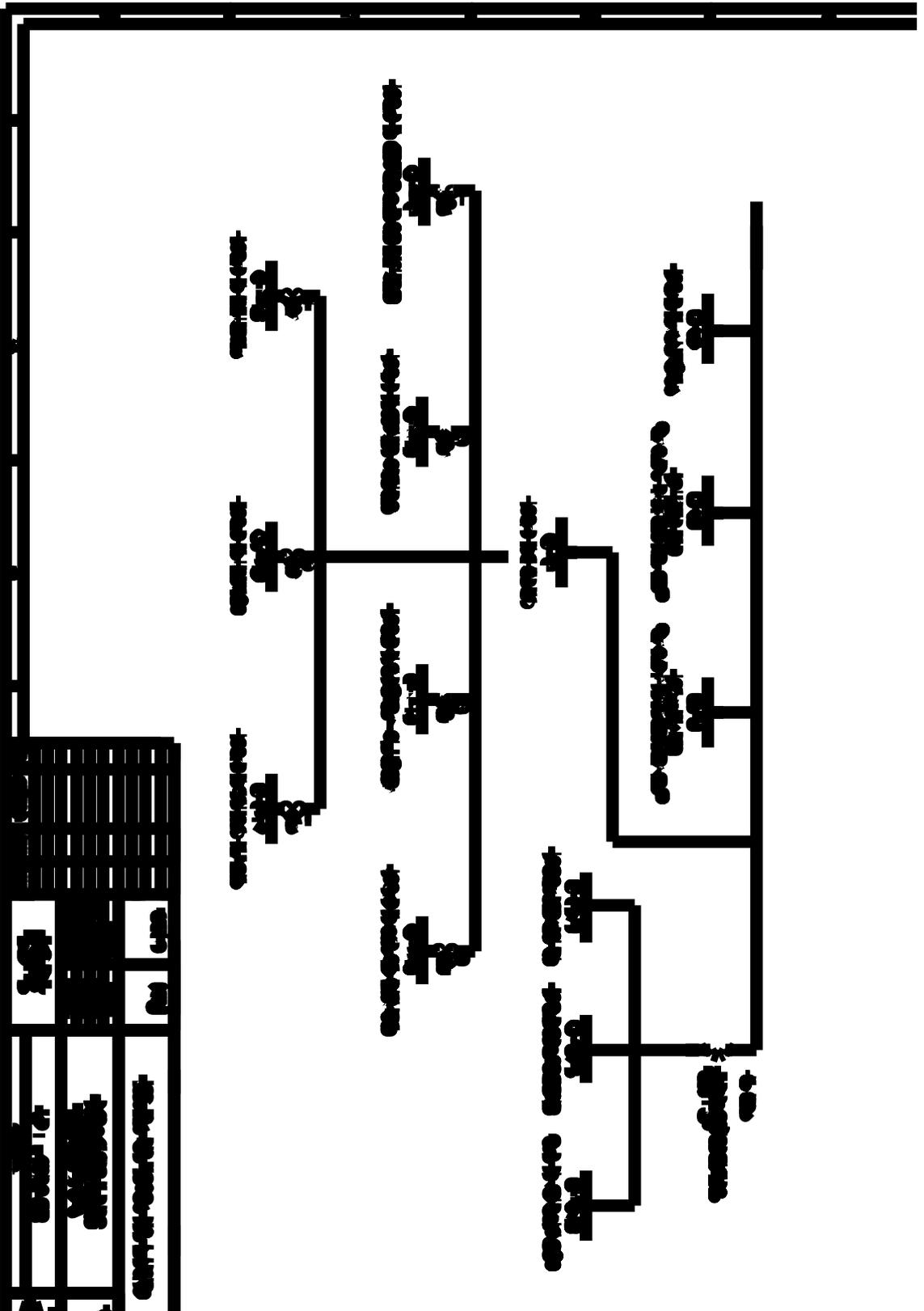
A CT 6.2/T1

Fecha	Modificación	Fecha	Numero	Indicaciones (Final)	Estado
03/07/04					
07/05					
07/05					
ESPE					
T1 - LAMINA 01					

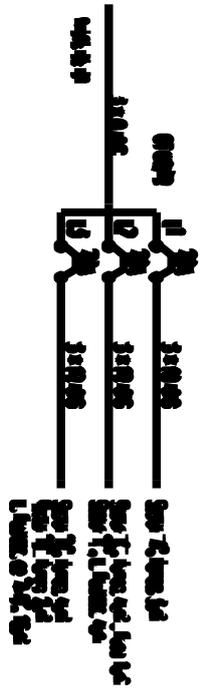
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
DIAGRAMA GENERAL DE BARRAS
TRANSFORMADOR DE 100 KVA



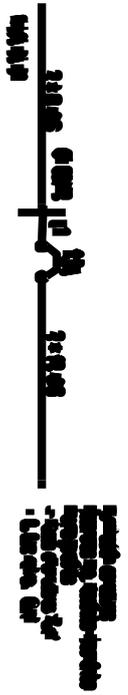




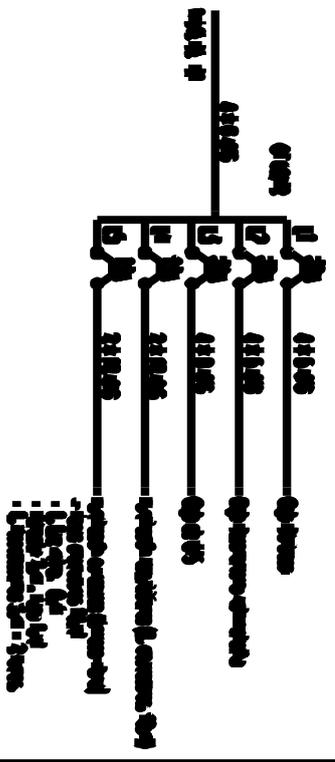
CALIA EN SUB-DIRECCION



EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS N° 02

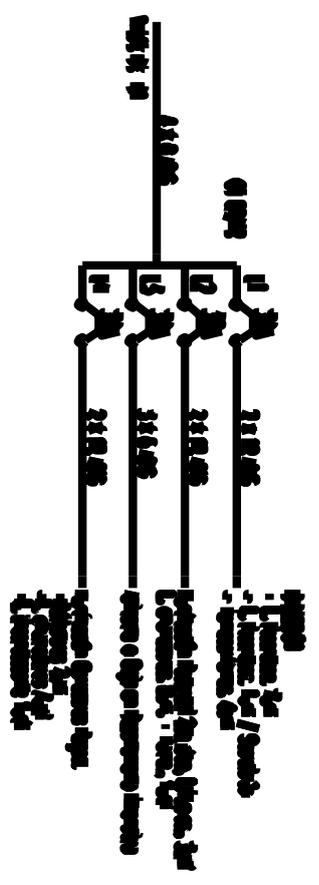


CALIA MADRE 1 (ENTRE BARROS)

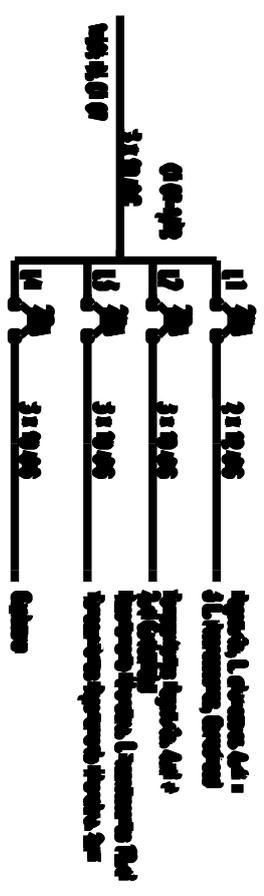


CARGOS		FUNCIONARIOS		ASISTENTES	
Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
01001	Director	01001	Director	01001	Asistente
01002	Subdirector	01002	Subdirector	01002	Asistente
01003	Encargado	01003	Encargado	01003	Asistente
01004	Encargado	01004	Encargado	01004	Asistente
01005	Encargado	01005	Encargado	01005	Asistente
01006	Encargado	01006	Encargado	01006	Asistente
01007	Encargado	01007	Encargado	01007	Asistente
01008	Encargado	01008	Encargado	01008	Asistente
01009	Encargado	01009	Encargado	01009	Asistente
ESPE					
E - Encargado					
F - Funcionario					
A - Asistente					

CAJA MADRE 2DO PISO EDIF. ANTIGUO

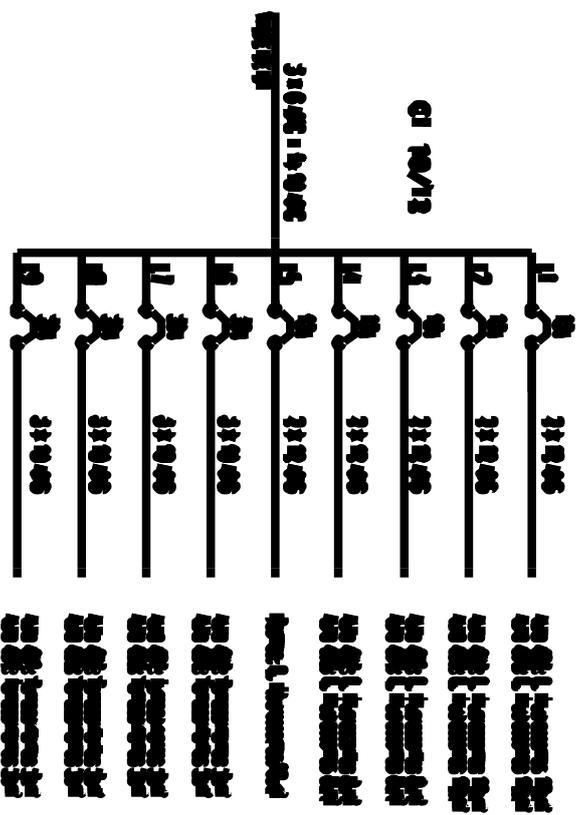


CAJA UBICADA EN DEPARTAMENTO FINANCIERO

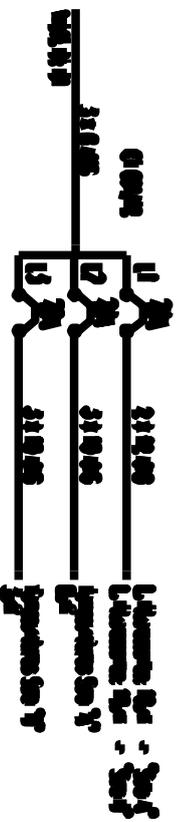


Item	Area	Observations	Area
CAJA MADRE 2DO PISO EDIF. ANTIGUO	110.00	CAJILLA REGISTRADA DEL DEPARTAMENTO FINANCIERO	110.00
CAJA UBICADA EN DEPARTAMENTO FINANCIERO	110.00	CAJILLA REGISTRADA DEL DEPARTAMENTO FINANCIERO	110.00
ESPE	220.00		220.00

CUARTO PISO



CAJA EN ANTIGUO ELECTROMECANICA CI 001



NO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	ESPITE				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

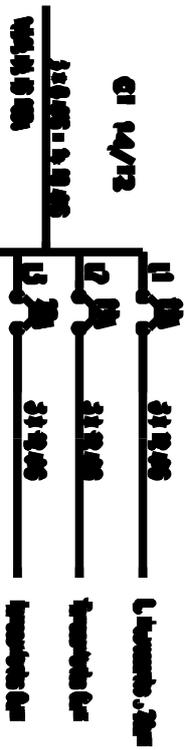
CAJA UBICADA EN SALA DE USO MULTIPLE

CI 12/12



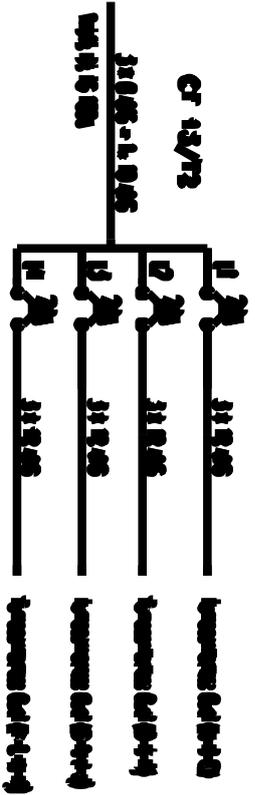
CAJA UBICADA EN LAB. DE INSTRUMENTACION

CI 14/12



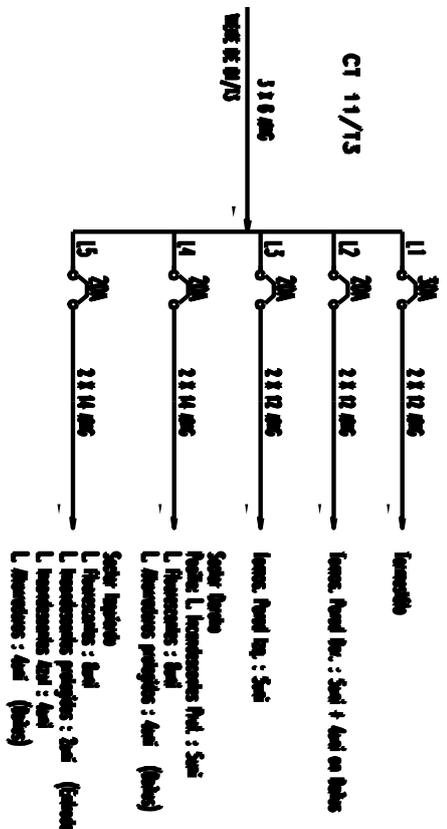
CAJA UBICADA EN LAB. DE COMUNICACIONES

CI 13/12



Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Observaciones
1	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
2	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
3	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
4	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
5	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
6	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
7	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
8	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
9	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
10	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
11	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
12	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
13	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
14	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
15	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
16	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
17	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
18	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
19	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
20	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
21	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
22	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
23	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
24	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
25	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
26	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
27	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
28	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
29	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
30	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
31	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
32	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
33	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
34	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
35	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
36	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
37	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
38	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
39	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
40	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
41	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
42	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
43	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
44	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
45	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
46	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
47	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
48	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
49	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
50	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
51	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
52	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
53	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
54	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
55	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
56	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
57	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
58	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
59	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
60	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
61	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
62	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
63	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
64	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
65	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
66	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
67	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
68	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
69	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
70	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
71	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
72	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
73	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
74	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
75	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
76	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
77	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
78	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
79	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
80	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
81	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
82	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
83	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
84	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
85	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
86	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
87	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
88	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
89	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
90	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
91	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
92	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
93	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
94	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
95	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
96	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
97	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	
98	CAJA DE INSTRUMENTACION	1	caja	
99	CAJA DE USO MULTIPLE	1	caja	
100	CAJA DE COMUNICACIONES	1	caja	

CAJA UBICADA EN DORMITORIOS



Fecha	Por	Descripción	Valor
15/07/2018	ESPE	ESPE	15 - Unidad 07

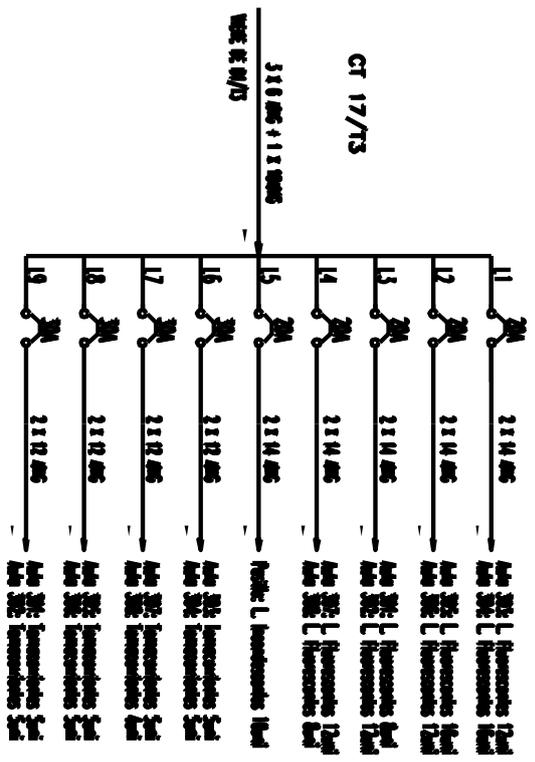
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO

UNIDAD UNIDADES DE GUERRA: TRANSFORMADOR DE 200 KVA

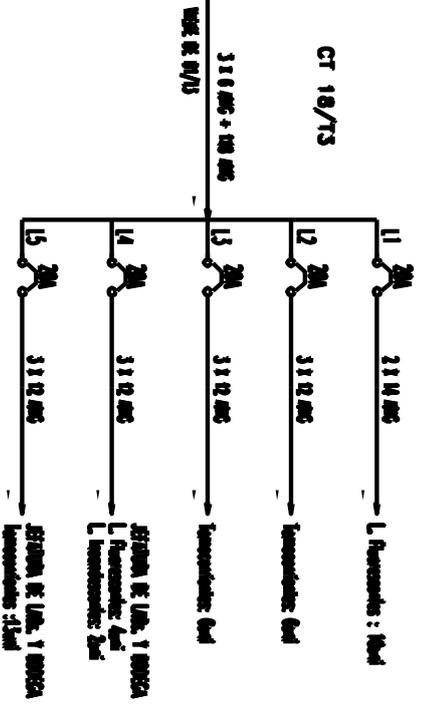
15 - Unidad 07



TERCER PISO - AULA 305



CAJA UBICADA EN LAB. MULTIMEDIA



Medida	Unidad	Material	Valor	Observaciones
ESPE	13 - Laminas 10			
ESPE				
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO				
SISTEMA UNITARIOS DE BANCOS				
INSTRUMENTACION DE 200 PVA				



CAJA UBICADA EN POLICLINICO PLANTA BAJA

CT 01/14 01-1
2 x 6 MGS
MGS 01/14

11	22 R MG	Hospitalización-Rehabilitación L Fluorescentes-Zuri + Iuri L Incandescente- Iuri + Iuri
12	22 R MG	Pasillos parte de Abajo L Fluorescentes: Zuri - Lincandescente- Zuri
13	22 R MG	Departamento de Educación Física L Fluorescentes: Zuri
14	22 R MG	Rehabilitación - pasillos parte de abajo Incandescentes: Zuri + Iuri
15	22 R MG	Enfermería Incandescentes: Zuri
16	22 R MG	Farmacía Incandescentes: Zuri
17	22 R MG	Enfermería - Farmacia L Fluorescente: Zuri + Iuri

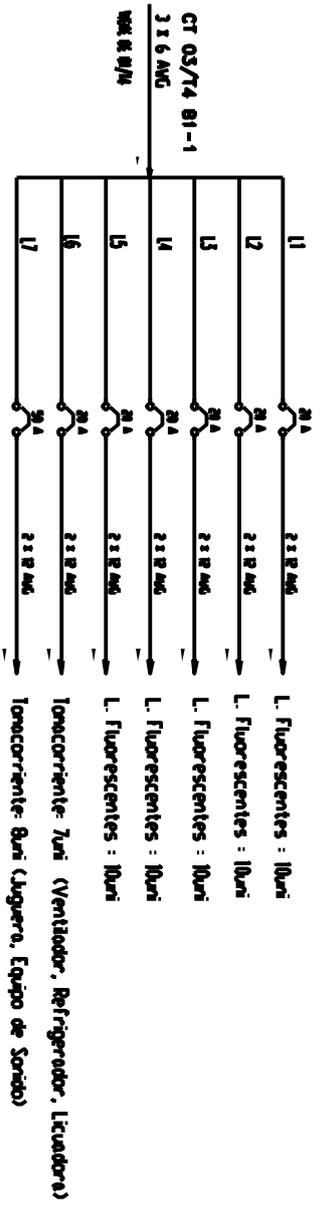
CAJA UBICADA EN POLICLINICO PLANTA ALTA

CT 02/14 01-1
2 x 6 MGS
MGS 01/14

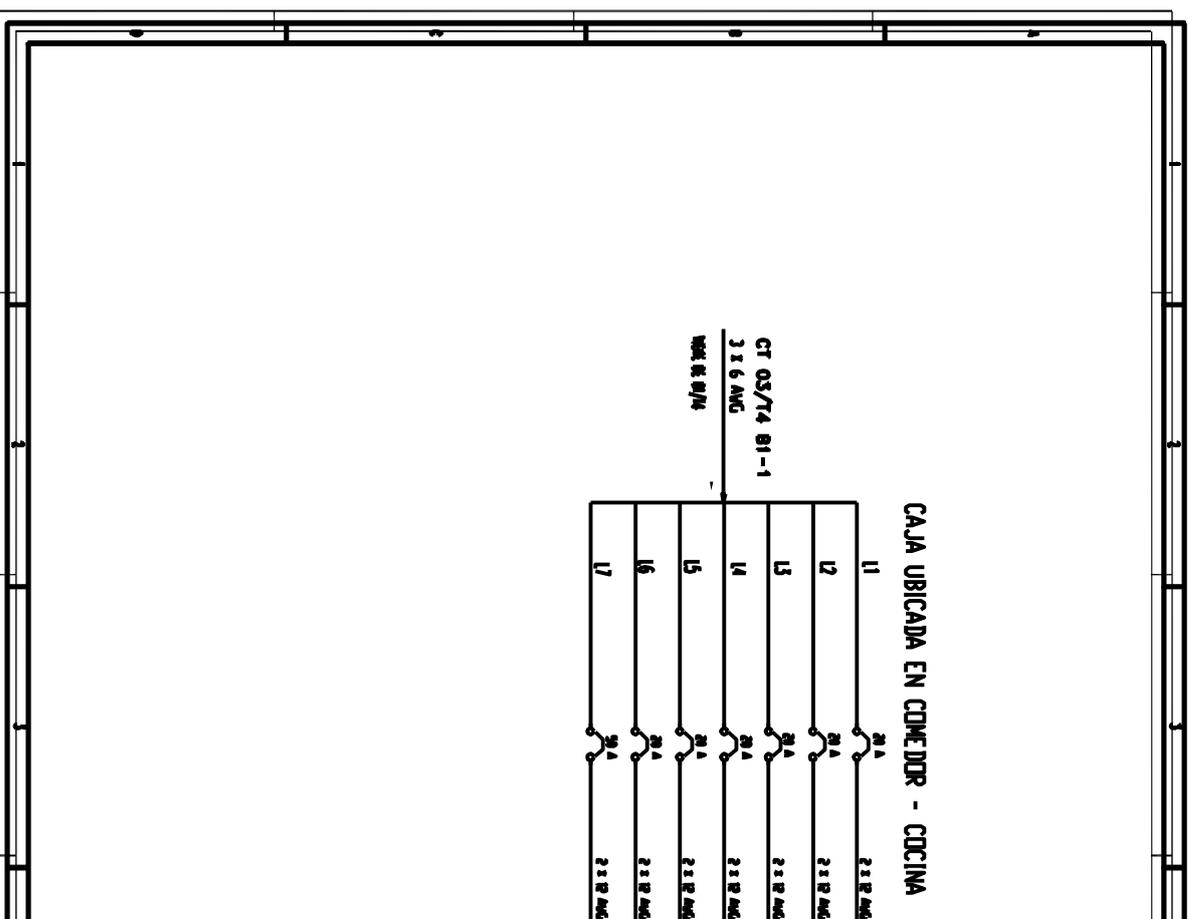
11	22 R MG	Antiguo Consultorio L Fluorescente- Iuri L Incandescente- Zuri
12	22 R MG	Antiguo Consultorio L Fluorescente- Iuri L Incandescente- Zuri
13	22 R MG	Consul. Dental - Oficina - Consultorico L Fluorescente- Iuri + Zuri + Zuri
14	22 R MG	Pasillos - Archivo - Recuperación Odont. - Planif. Farmac. L Fluorescente- Zuri + Iuri + Iuri + Iuri Pasillos - Planif. Farmac. L Incandescente: Zuri + 2 uri
15	22 R MG	Antiguo Consultorio Incandescentes: Iuri
16	22 R MG	Policlínico parte Arriba Incandescentes: Iuri
17	22 R MG	Alimentación para Bodegas de Construcciones L Fluorescentes-Iuri, Incandescente: Zuri

ESPE		ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO	
PROGRAMA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE COMPUTACION		INSTRUMENTOS DE 15 MM - MANECOS	
BI-1/ 14 - LAMINA 2		201	

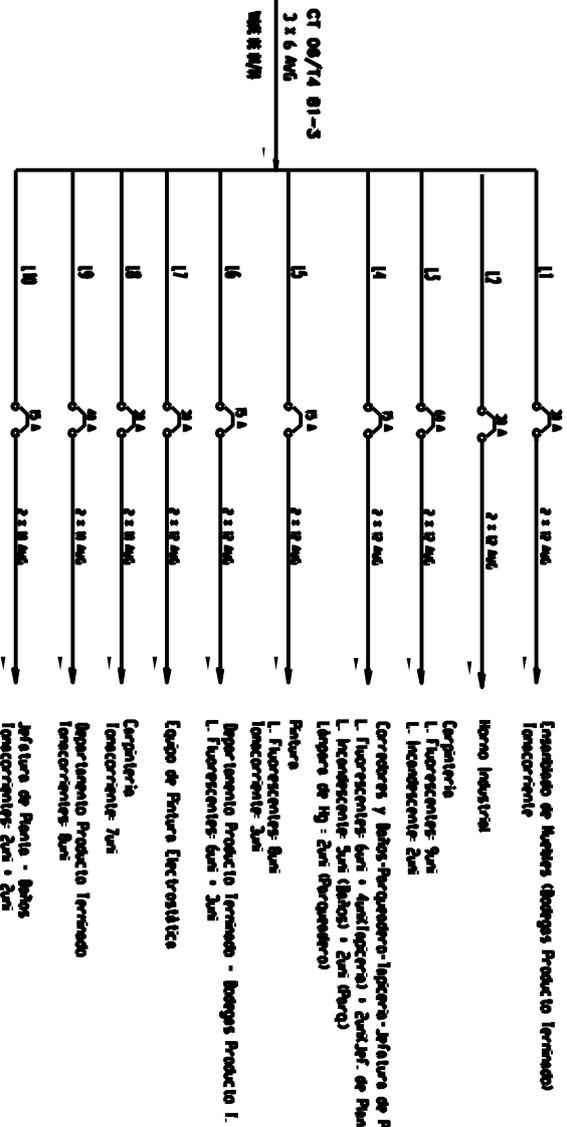
CAJA UBICADA EN CONDUCTOR - COCINA



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR
ESPE			
ESPE			
B1 - 2 / 14 - LAMINA 3			



**CAJA UBICADA EN BODEGAS DE MATERIA PRIMA, TALLER DE PINTURA
TALLER DE CARPINTERIA BANCOS**



CT 08/T4 81-3
2 x 6 AM6
VMS 81/81/81

Ensamblado de Muebles (Bodegas Producto Terminado)
Ismecorrente

Horno Industrial

Carpintería

L. Fluorescente: 2x6

L. Incandescente: 2x6

Corredores y Bafos - Argamasa - Ligera - Jofatura de Planta

L. Fluorescente: 2x6 + 4x4 (techo) + 2x4 (Luz de Planta)

L. Incandescente: 2x6 (Bafos) + 2x6 (Pared)

Lámpara de Hg: 2x6 (Pared)

Pintura

L. Fluorescente: 2x6

Ismecorrente: 2x6

Apogilamiento Producto Terminado - Bodegas Producto L.

L. Fluorescente: 2x6 + 2x6

Cobijo de Pintura Electrostatica

Carpintería

Ismecorrente: 2x6

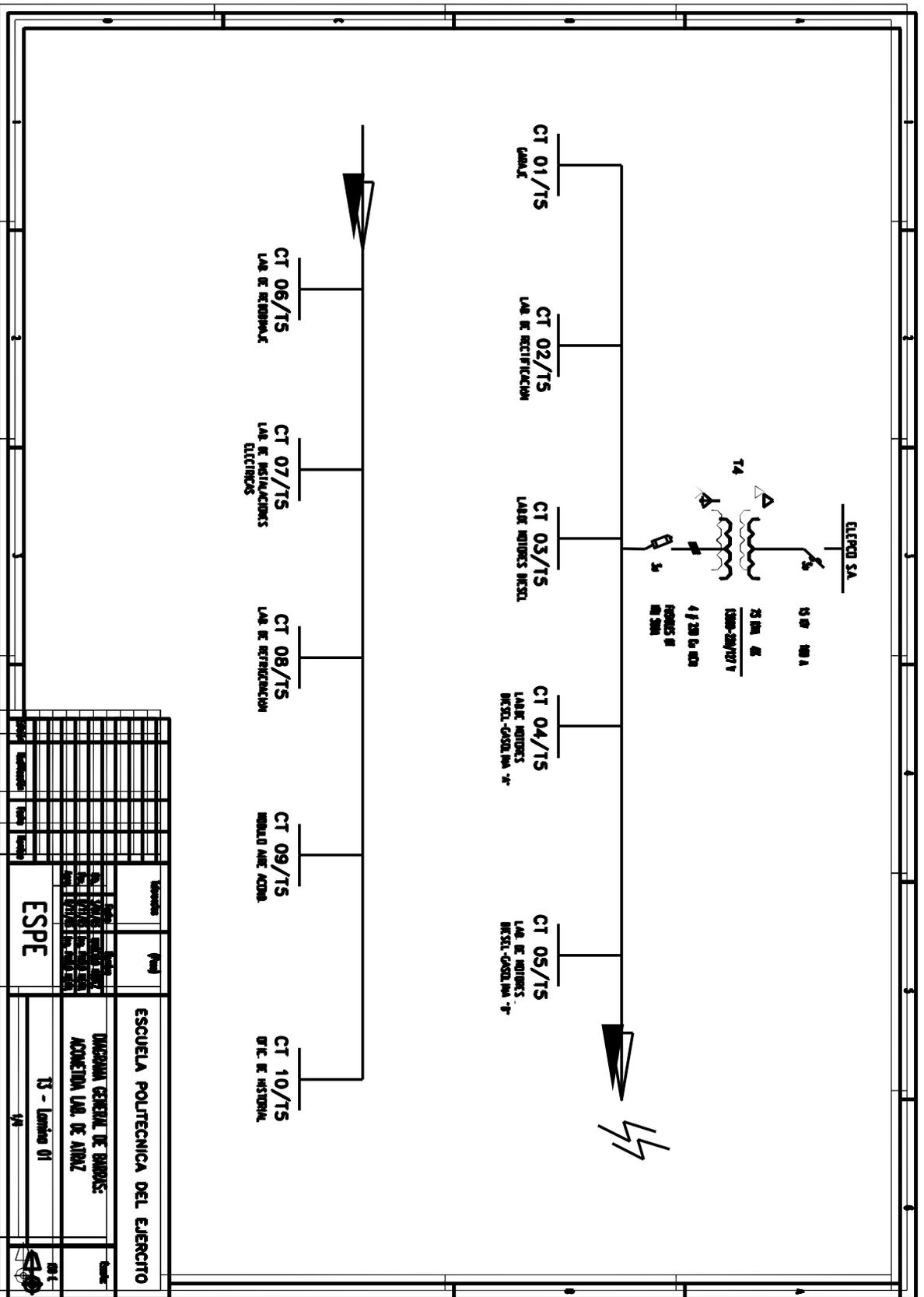
Apogilamiento Producto Terminado

Ismecorrente: 2x6

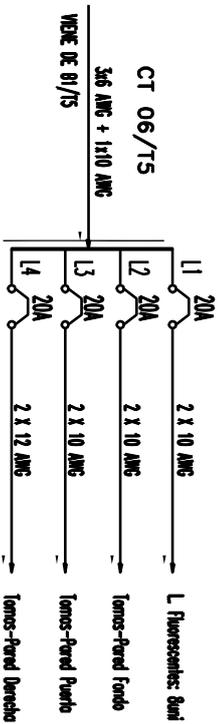
Jofatura de Planta - Bafos

Ismecorrente: 2x6 + 2x6

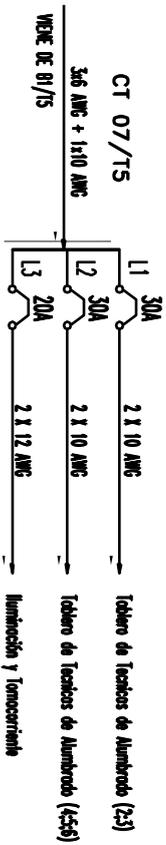
Fecha	Proy	ESPE
<p align="center">ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJERCITO</p> <p align="center">BARRIA VERDE INSTITUTO DE FOM - INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD</p> <p align="center">BI - 3/ 14 - LAMINA 4</p>		



CAJA UBICADA EN LAB. DE REBOBINAJE



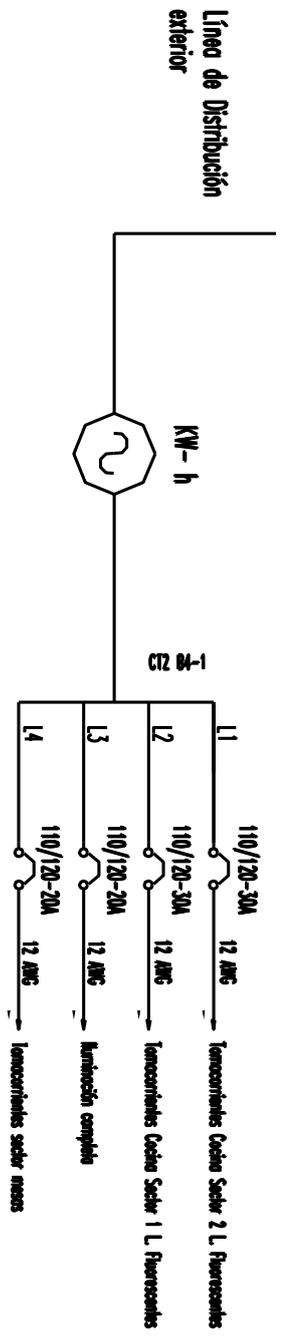
CAJA UBICADA EN LAB. INSTALACIONES ELECTRICAS



Material	Cantidad	Unidad	Observaciones	Fecha	Por	Escuela
						ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
						DICRAMA GENERAL DE BARRAS:
						ACQUENIDA LAB. DE ATRAZ
						ESPE
						TS - Laminas 01
						1/8



CAJA UBICADA EN CAFETERIA DE ESTUDIANTES



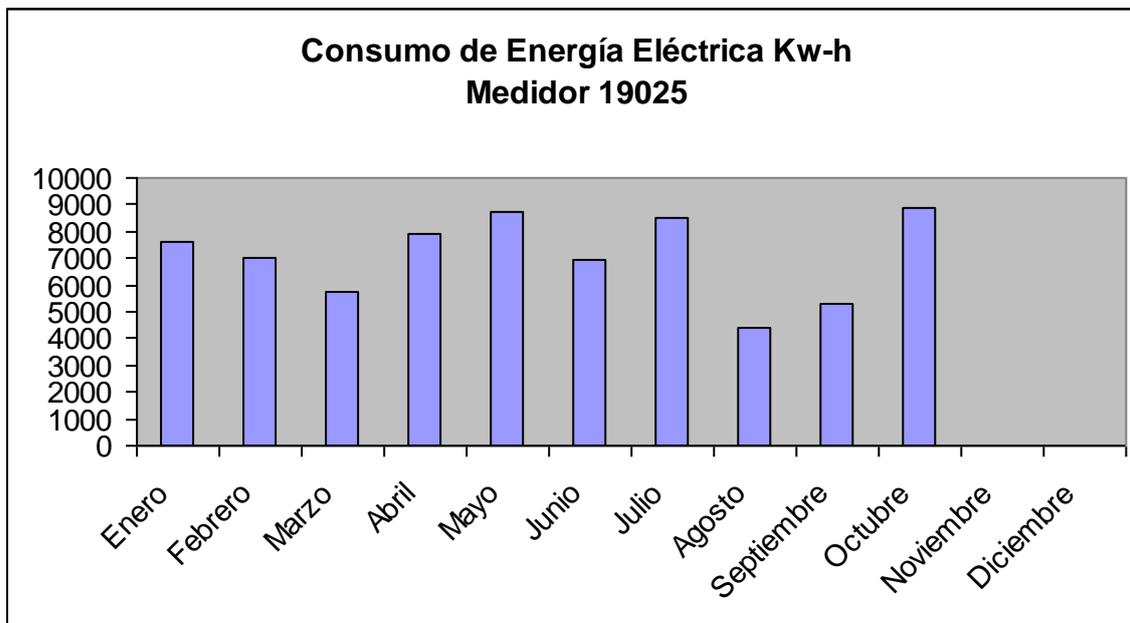
Código	Descripción	Cant.	Unidad	Observaciones	Inventado	Fecha
ESPE <small>ESQUEMA DE PROYECTO DE EJECUCIÓN</small> <small>PROYECTO DE EJECUCIÓN</small> <small>PROYECTO DE EJECUCIÓN</small>						
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO UNIVERSIDAD MILITAR DE BARRAS ADQUISICION DE ESTUDIANTES					13 - Laminho 13 y/n	09-1

GRAFICOS:

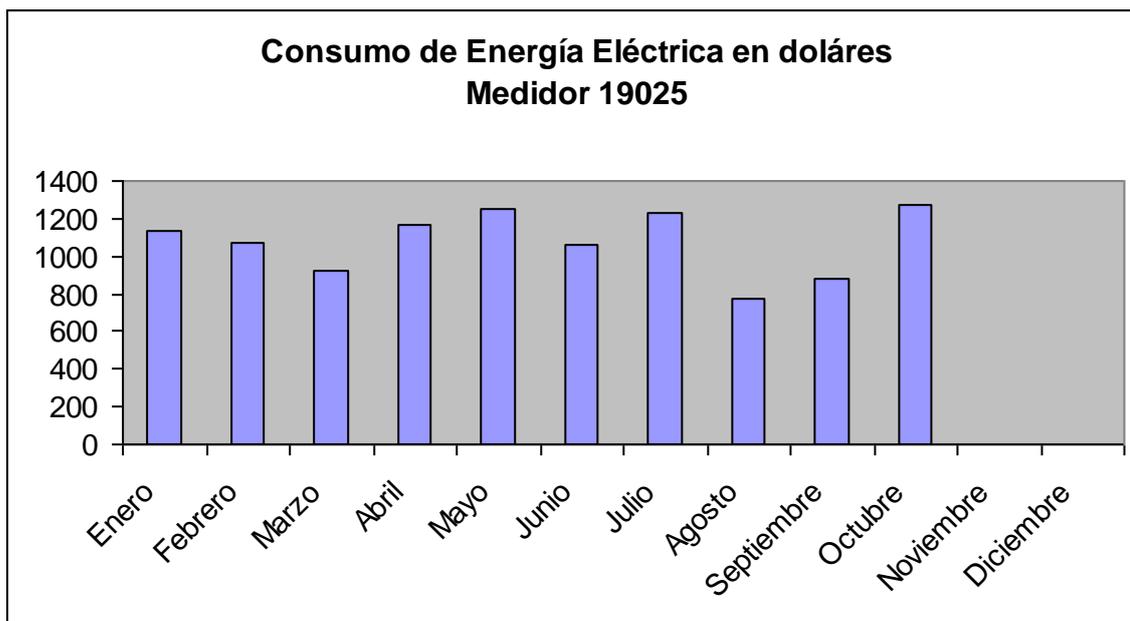
- 1.- Gráfico de consumo de energía eléctrica en kw-h y en dólares de la “Espe-Latacunga”
- 2.- Gráfico: Curva de carga máxima de las instalaciones de la “Espe-Latacunga”
- 3.- Gráfico: Curva de carga mínima de las instalaciones de la “Espe-Latacunga”

GRÁFICO 1 DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN KW-H Y EN DÓLARES DE LA “ESPE-LATACUNGA”

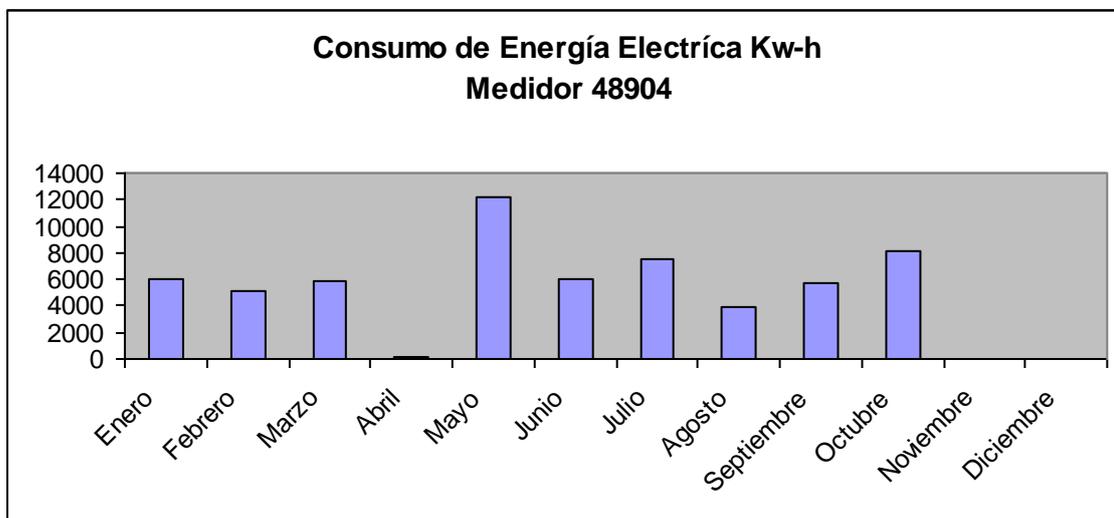
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Diciembre
Kw-h	7596	7029	5737	7942	8716	6939	8502	4373	5269	8865	0	0



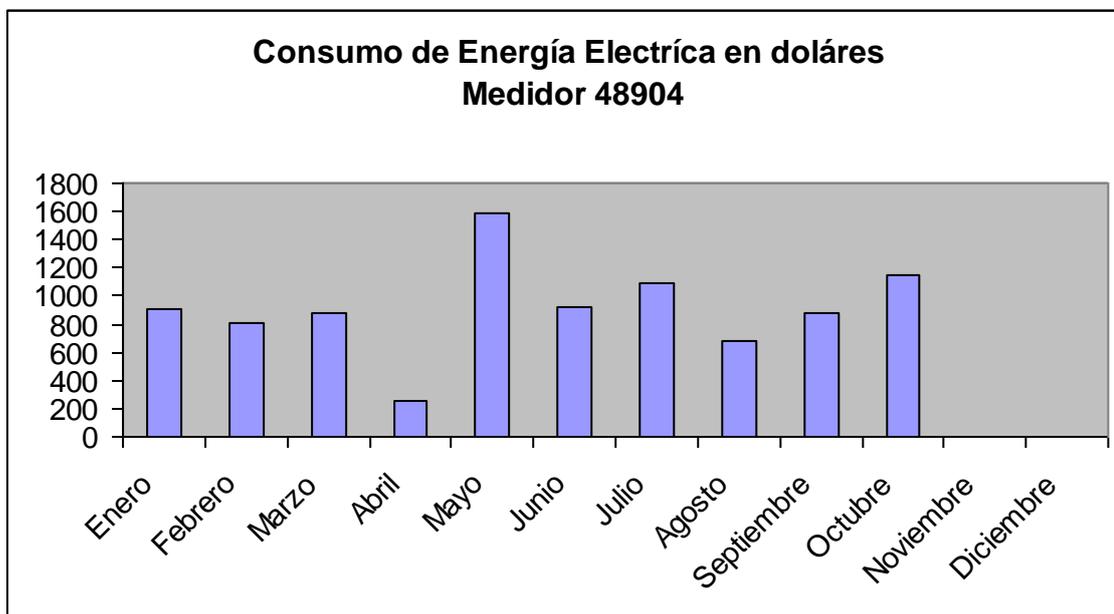
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares	1131,4	1069,36	927,95	1169,36	1254,1	1059,6	1230,75	778,79	876,9	1270,57	0,00	0,00



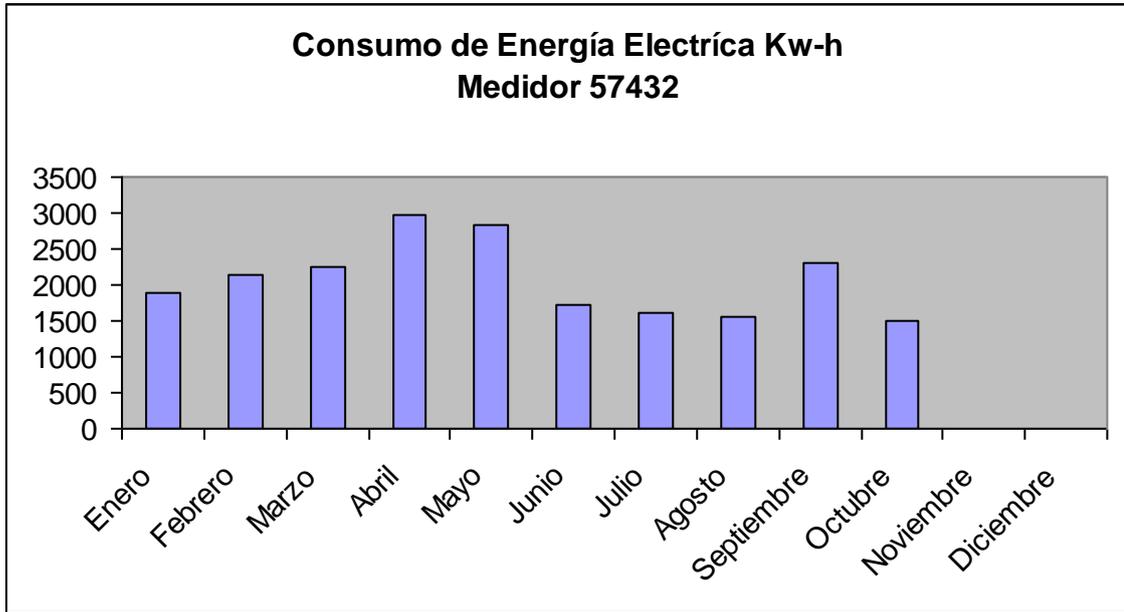
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Kw-h	6078	5139	5806	203	12143	6037	7587	3915	5670	8118		



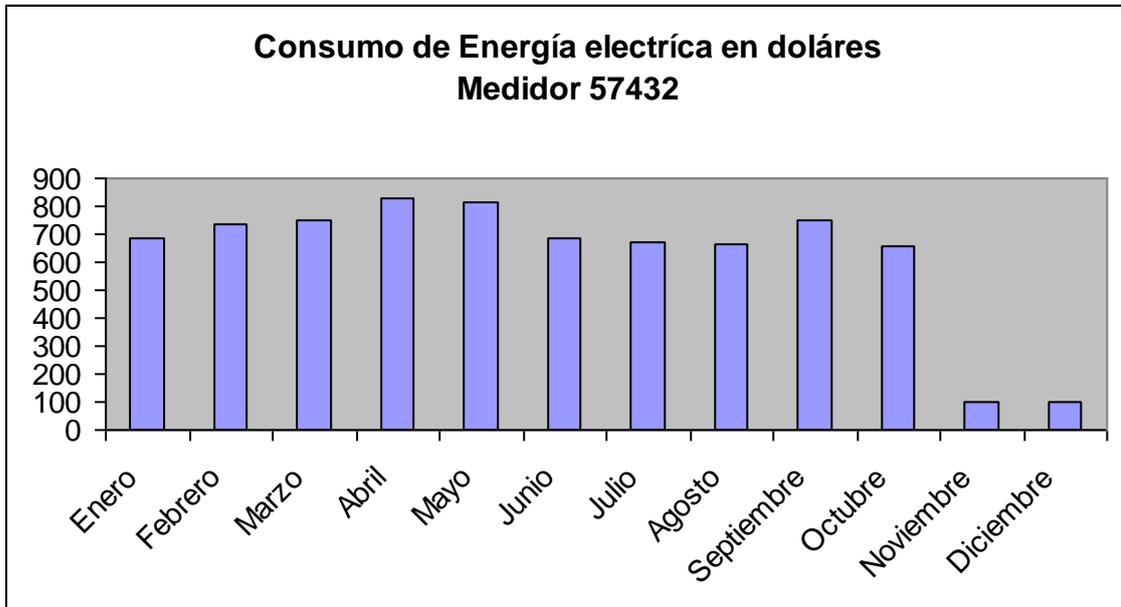
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares	912,88	802,19	875,23	261,91	1584,84	916,46	1086,17	684,24	876,38	1144,39	0,00	0,00



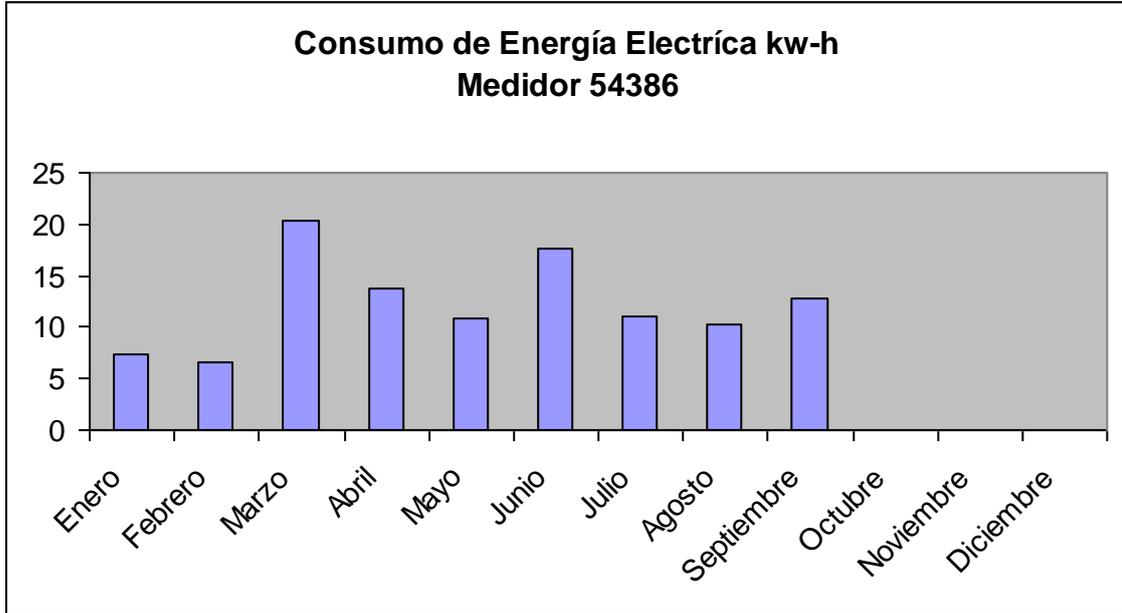
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
kw-h	1889	2149	2259	2960	2822	1717	1607	1558	2300	1501		



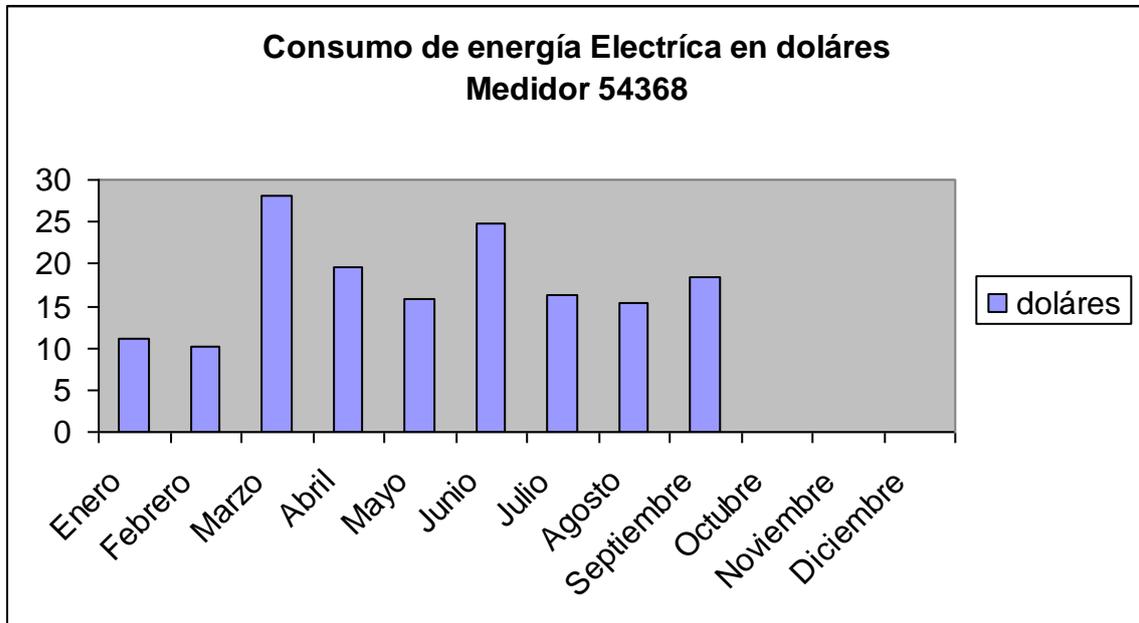
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares	686,45	735,08	748,25	831,96	815,51	683,60	670,49	664,67	753,29	657,92	100,45	100,45



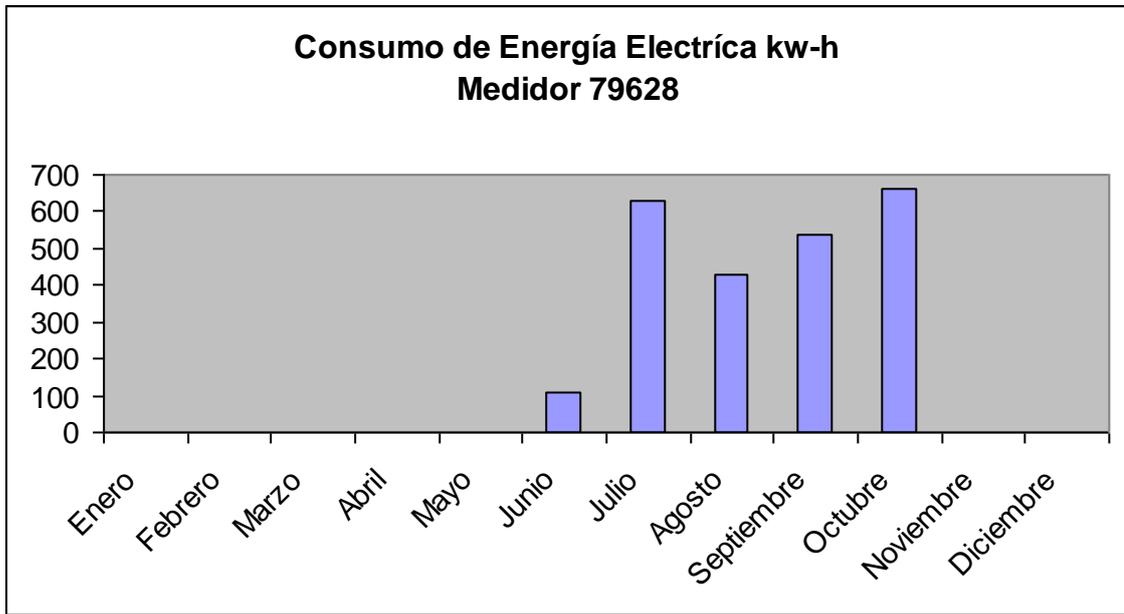
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
kw-h	7,28	6,57	20,40	13,73	10,86	17,65	11,06	10,32	12,77	0,00	0,00	0,00



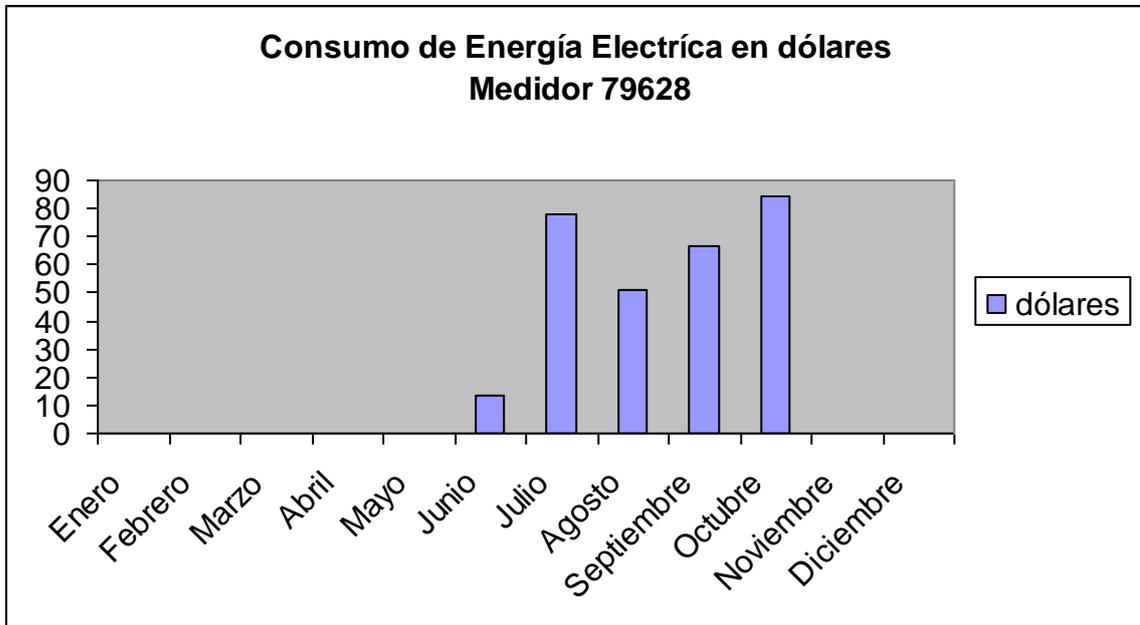
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares	11,14	10,24	28,21	19,58	15,90	24,73	16,21	15,28	18,50	0,00	0,00	0,00



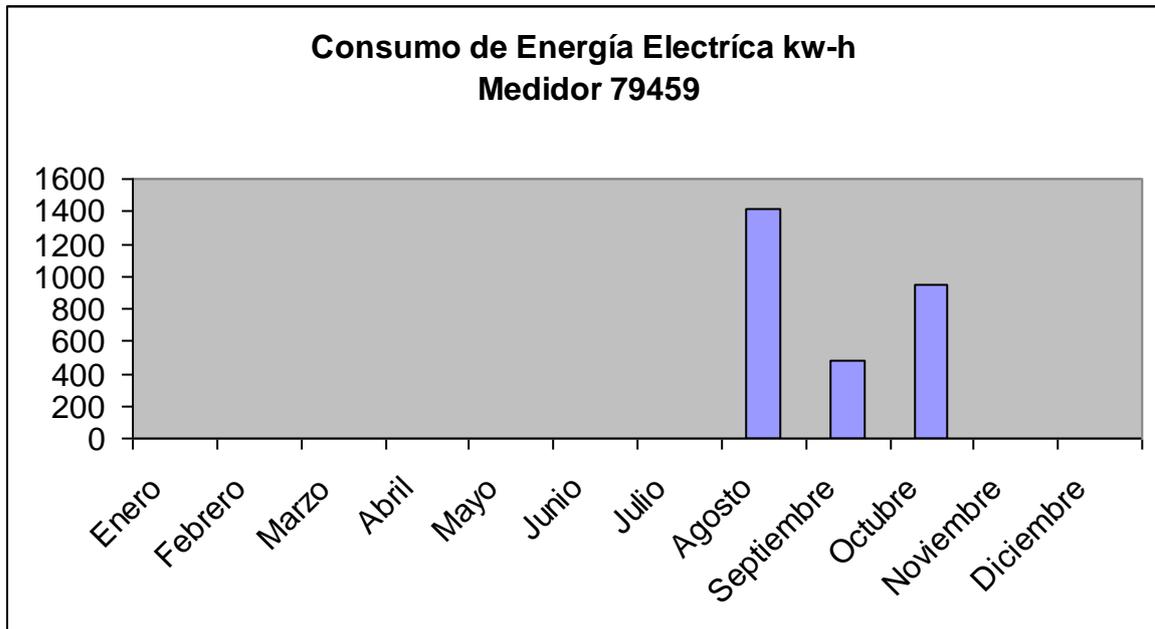
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
kw-h						110	628	429	538	664	0	0



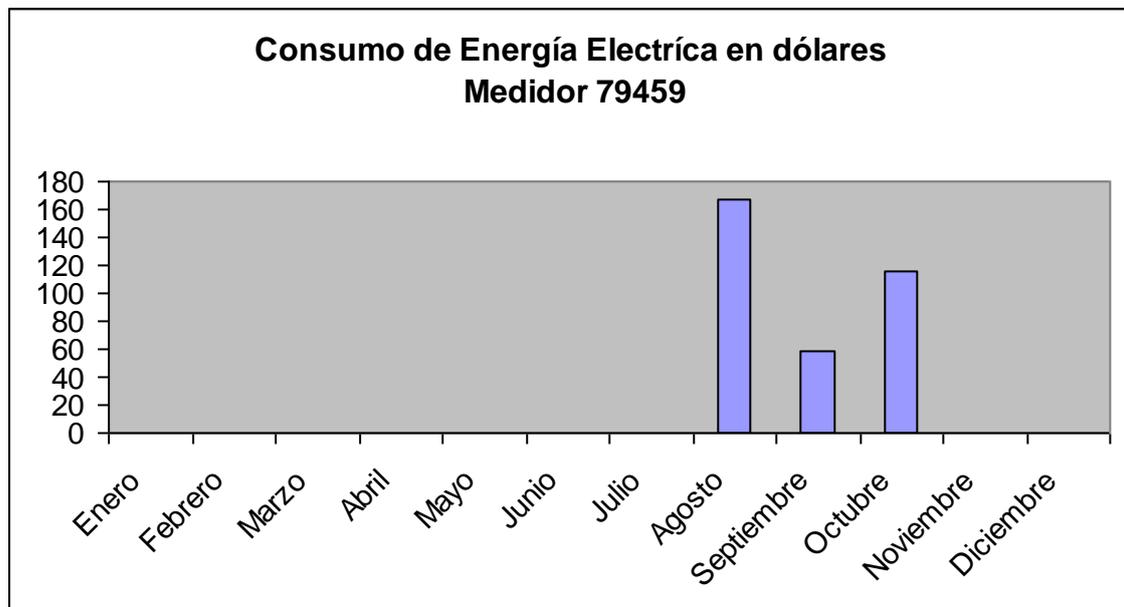
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,12	77,82	51,29	66,65	84,37	0,00	0,00



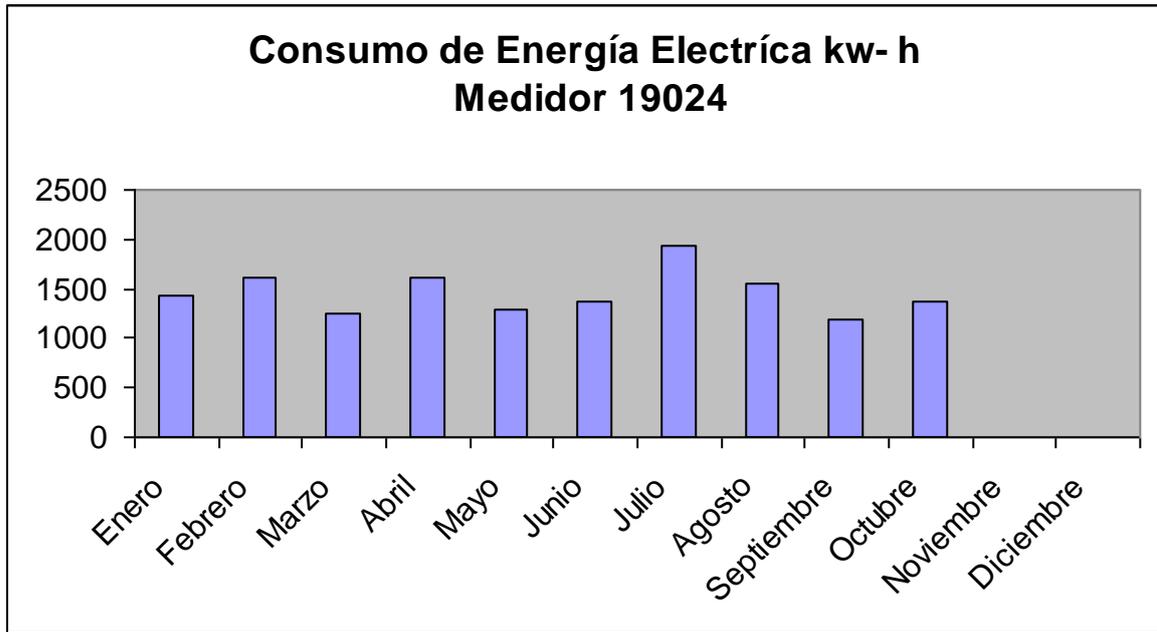
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
kw-h								1416	474	948	0	0



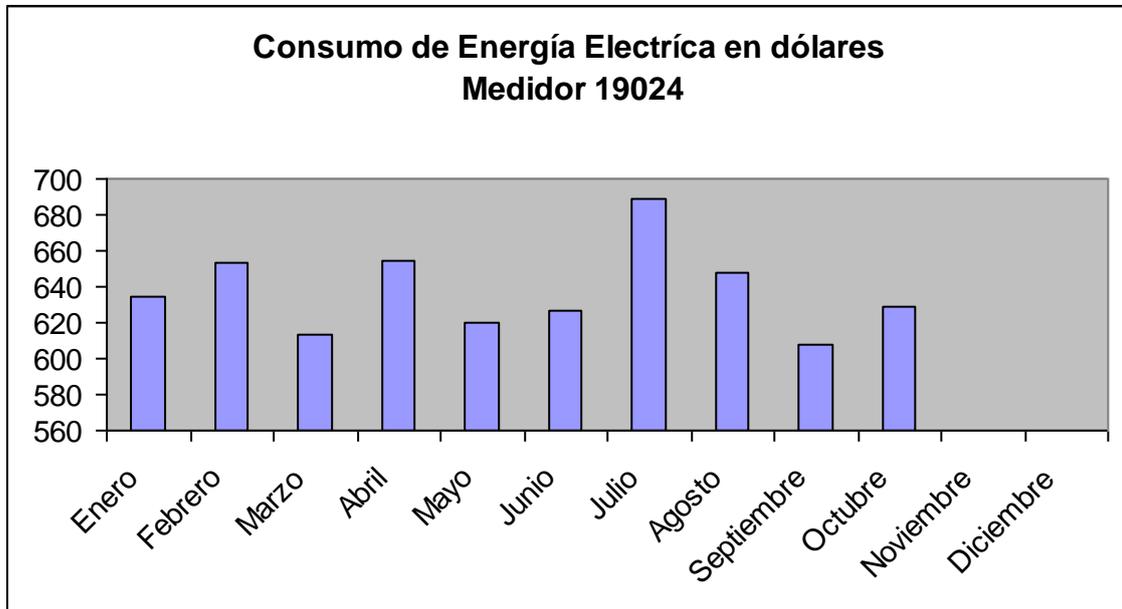
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares								166,84	58,59	115,29	0	0



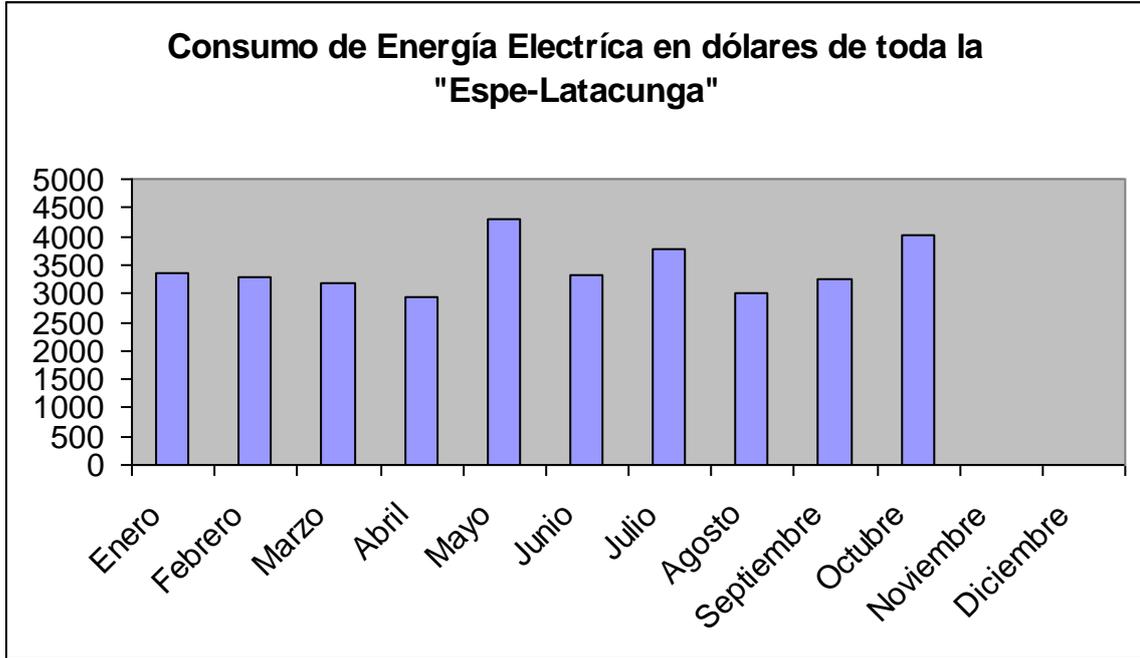
Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
kw- h	1430	1606	1243	1611	1298	1361	1928	1550	1186	1363	0,00	0,00



Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
dólares	634,08	653,39	613,68	653,99	619,75	626,67	688,77	647,42	607,61	628,47		



Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
dólares	3364,79	3271,18	3175,39	2945,45	4293,82	3315,37	3768,57	3005,37	3247,08	4008	0	0



Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Kw-h	16993	16021	15132	12982	25155	16301	20471	13376	15561	21610	0	0

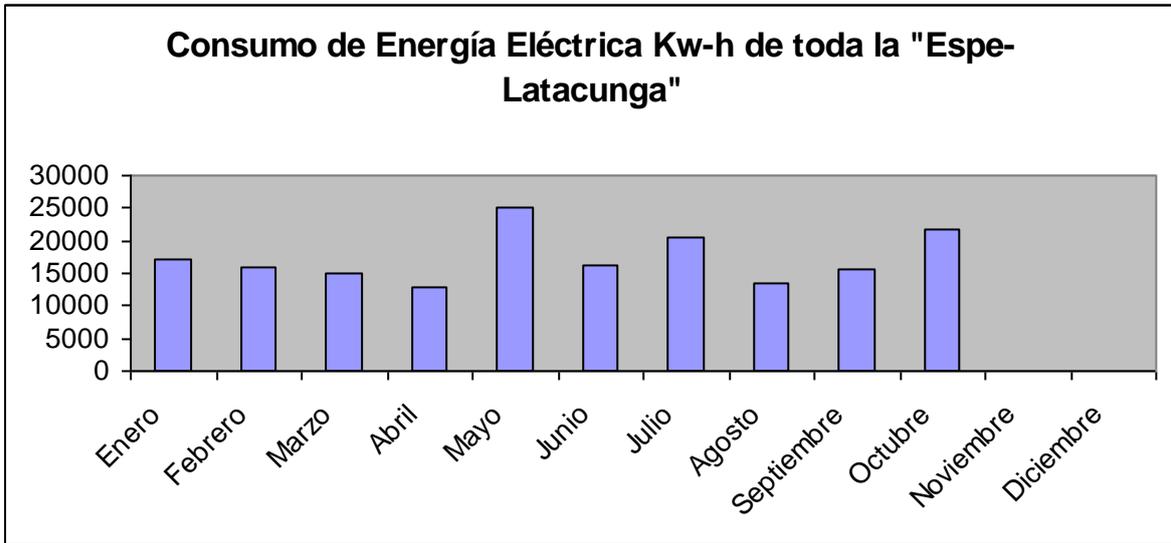


TABLA:

- 1.- Tabla de valores máximos, mínimos y promedio de las mediciones efectuadas en la “Espe – Latacunga”.
- 2.- Tabla de Cargos Tarifarios par Consumidores finales de Distribución.
- 3.- Tabla de Pérdidas Internas de Transformadores.
- 4.- Tabla de Demanda Facturable (kw).
- 5.- Tabla de Calculo del tiempo de Recuperacion tomando en cuenta el ahorro por disminucion de consumo de energia.
- 6.- Tabla del Calculo del tiempo de Recuperacion basandose en la diferencia en la inversion del sistema nuevo con respecto al sistema actual y la eliminacion de rubros dedicados al mantenimiento y reposicion de lamparas.
- 7.- Tabla del Estudio de cambio de Conductores en circuitos con excesiva caída de tensión.
- 8.- Tabla del Estudio de cambio de Motores estándar por Motores de Alta Eficiencia.

TABLA 1.- VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y PROMEDIO DE LAS MEDICIONES TOMADAS
TIEMPO: 26/11/03 AL 30/11/03
TRANSF. DE 75 Kva.
INSTALACION: ESPEL _ LATACUNGA

VALORES MAXIMOS DE LAS MEDICIONES:

DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA KW	POTENCIA REACTIVA KVAr	POTENCIA APARENTE KVA	FACTOR DE POTENCIA
Martes	25/11/2003	25,843	0,321	1,366	0,99
Miércoles	26/11/2003	30,847	0,338	2,149	0,99
Jueves	27/11/2003	28,577	0,268	3,515	0,98
Viernes	28/11/2003	29,199	0,393	4,315	0,98
Sábado	29/11/2003	11,583	0,32	0,975	0,98

VALORES MINIMOS DE LAS MEDICIONES:

DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA KW	POTENCIA REACTIVA KVAr	POTENCIA APARENTE KVA	FACTOR DE POTENCIA
Martes	25/11/2003	4,52	0,017	0,567	0,93
Miércoles	26/11/2003	2,24	0,035	0,319	0,88
Jueves	27/11/2003	2,312	0,035	0,301	0,87
Viernes	28/11/2003	3,199	0,017	0,141	0,94
Sábado	29/11/2003	2,437	0,071	0,106	-0,97

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES:

	POTENCIA ACTIVA KW	POTENCIA REACTIVA KVAr	POTENCIA APARENTE KVA	FACTOR DE POTENCIA
VALORES MAXIMOS:	30,847	0,393	4,315	0,99
VALORES MINIMOS:	2,24	0,017	0,106	-0,97

PROMEDIO:	16,5435	0,205	2,2105	0,01
------------------	----------------	--------------	---------------	-------------

TRANSF. DE 100 Kva.					
INSTALACION: EPEL - LATACUNGA					
VALORES MAXIMOS DE LAS MEDICIONES:					
DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA KW	POTENCIA REACTIVA KVAr (Q)	POTENCIA APARENTE KVA (S)	FACTOR DE POTENCIA
Jueves	13/11/2003	3,442	0,035	0,534	0,99
Viernes	14/11/2003	2,708	0,107	0,425	1,00
Sábado	15/11/2003	0	0	0	0
Domingo	16/11/2003	0	0	0	0
Lunes	17/11/2003	8,625	1,62	1,225	0,98
Martes	18/11/2003	5,897	0,709	2,684	0,99
Miércoles	19/11/2003	8,678	2,055	2,131	1,00
Jueves	20/11/2003	2,740	0,727	0,303	0,99

VALORES MINIMOS DE LAS MEDICIONES:					
DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA KW	POTENCIA REACTIVA KVAr	POTENCIA APARENTE KVA	FACTOR DE POTENCIA
Jueves	13/11/2003	1,052	0,017	0,035	0,92
Viernes	14/11/2003	0,266	0,017	0,017	0,9
Sábado	15/11/2003	0	0	0	0
Domingo	16/11/2003	0	0	0	0
Lunes	17/11/2003	1,085	0,709	0,017	0,92
Martes	18/11/2003	0,408	0,017	0,017	0,88
Miércoles	19/11/2003	0,444	0,017	0,017	0,90
Jueves	20/11/2003	1,459	0,354	0,088	0,00

VALORES MAXIMOS, MINIMOS Y EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES:				
	POTENCIA ACTIVA KW	POTENCIA REACTIVA KVAr	POTENCIA APARENTE KVA	FACTOR DE POTENCIA
VALORES MAXIMOS:	8,678	2,055	2,684	1,00
VALORES MINIMOS:	0,266	0,017	0,017	0,88

PROMEDIO:	4,472	1,036	1,3505	0,94
------------------	--------------	--------------	---------------	-------------

TABLA 2.- PLIEGO TARIFARIO											
EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI											
Incremento	1,64%										
Cargos-Consumo	Abr-Dic/02	Ene-03	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.
Comercialización											
(\$./Abonado)	1,2641	1,2848	1,3059	1,3273	1,3491	1,371	1,3937	1,4166	1,4398	1,4634	1,4874
BAJA TENSIÓN:RESIDENCIALES											
Consumo(\$./kwh)											
Primeros 50 kwh	0,0795	0,0808	0,0821	0,0834	0,0848	0,086	0,0876	0,089	0,0905	0,092	0,0935
Siguientes 50 kwh	0,0834	0,0848	0,0862	0,0876	0,089	0,091	0,092	0,0935	0,095	0,0966	0,0982
Siguientes 50 kwh	0,0874	0,0888	0,0903	0,0918	0,0933	0,095	0,0964	0,098	0,0996	0,1012	0,1029
Siguientes 50 kwh	0,0949	0,0965	0,0981	0,0997	0,1013	0,103	0,1047	0,1064	0,1081	0,1099	0,1117
Siguientes 50 kwh	0,1025	0,1042	0,1059	0,1076	0,1094	0,111	0,113	0,1149	0,1168	0,1187	0,1206
Siguientes 50 kwh	0,1133	0,1152	0,1171	0,119	0,121	0,121	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
Siguientes 50 kwh	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,121	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
Siguientes 50 kwh	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,121	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
Exceso kwh	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,121	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
BAJA TENSIÓN:RESIDENCIALES TEMPORALES											
Consumo(\$./kwh)	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,121	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
BAJA TENSIÓN GENERAL:COMERCIALES Y ENTIDADES OFICIALES SIN DEMANDA											
Consumo(\$./kwh)											
Primeros 300kwh	0,0719	0,0731	0,0743	0,0755	0,0767	0,078	0,0793	0,0806	0,0819	0,0832	0,0846
Exceso kwh	0,1036	0,1049	0,1049	0,1049	0,1049	0,105	0,1049	0,1049	0,1049	0,1049	0,1049
BAJA TENSIÓN GENERAL:INDUSTRIAL ARTESANAL											
Consumo(\$./kwh)											
Primeros 300kwh	0,0613	0,0623	0,0633	0,0644	0,0654	0,067	0,0676	0,0687	0,0696	0,071	0,0721
Exceso kwh	0,1036	0,1049	0,1049	0,1049	0,1049	0,105	0,1049	0,1049	0,1049	0,1049	0,1049
BAJA TENSIÓN GENERAL:ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PUBLICO SIN DEMANDA											
Consumo(\$./kwh)											
Primeros 100 kwh	0,0401	0,0408	0,0415	0,0422	0,0429	0,044	0,0443	0,045	0,0457	0,0464	0,0472
Siguientes 100kwh	0,0435	0,0442	0,0449	0,0456	0,0463	0,047	0,0479	0,0487	0,0495	0,0503	0,0511
Siguientes 100kwh	0,0473	0,0481	0,0489	0,0497	0,0505	0,051	0,0521	0,053	0,0539	0,0548	0,0557
Exceso kwh	0,0911	0,0926	0,0941	0,0956	0,0972	0,099	1004	0,102	0,1037	0,1049	0,1049
BAJA TENSIÓN GENERAL:CON DEMANDA											
Demanda	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,115	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152
Consumo	0,0829	0,0839	0,0839	0,0839	0,0839	0,084	0,0839	0,0839	0,0839	0,0839	0,0839
MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA(SIN REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA): COMERCIALES,ENTIDADES OFICIALES,INDUSTRIALES,BOMBEO DE AGUA,ESPECIALES											
Demanda	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,115	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152
Consumo	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844	0,084	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844
MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA(CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA): COMERCIALES,ENTIDADES OFICIALES,INDUSTRIALES,BOMBEO DE AGUA, ESPECIALES											
Demanda	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,115	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152
Consu.(7h-22h00)	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844	0,084	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844	0,0844
Consu.(22h00-7h)	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676	0,068	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676

MEDIA TENSIÓN:ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PUBLICO CON DEMANDA											
Demanda	3,183	3,2352	3,2883	3,3422	3,397	3,453	3,5093	3,5669	3,6254	3,6848	3,7453
Consumo	0,0602	0,0612	0,0622	0,0632	0,0642	0,065	0,0664	0,0675	0,0686	0,0697	0,0708
ALTA TENSIÓN:ESPECIALES											
Demanda	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,115	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152	6,1152
Consu.(7h-22h00)	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076
Consu.(22h00-7h)	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676	0,068	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676	0,0676
ALUMBRADO PUBLICO											
Demanda	3,183	3,2352	3,2883	3,3422	3,397	3,453	3,5093	3,5659	3,6254	3,6848	3,7453
Consumo	0,1095	0,1113	0,1131	0,115	0,1169	0,119	0,1207	0,1227	0,1247	0,1268	0,1288

Tabla 3 .- PERDIDAS INTERNAS DE TRANSFORMADORES (P.I.T)

POTENCIA DE TRANSFORMADORES	ENERGÍA EN RECARGO MENSUAL		
KVA	FIJO	% DEL CONSUMO	
MONOFASICO			
3,00	25,00000	2,30	0,023
5,00	29,00000	2,00	0,020
7,00	42,00000	2,00	0,020
10,00	50,00000	1,80	0,018
15,00	68,00000	1,80	0,018
25,00	97,00000	1,60	0,016
37,00	130,00000	1,50	0,015
50,00	151,00000	1,40	0,014
75,00	187,00000	1,30	0,013
100,00	241,00000	1,20	0,012
TRIFASICO			
30,00	130,00000	2,40	0,024
31,00	8,66000	2,40	0,024
45,00	176,00000	2,20	0,022
46,00	44,00000	2,20	0,022
50,00	186,00000	2,10	0,021
51,00	93,00000	2,10	0,021
60,00	203,00000	2,00	0,020
75,00	238,00000	1,90	0,019
100,00	300,00000	1,90	0,019
112,00	331,00000	1,80	0,018
120,00	342,00000	1,80	0,018
125,00	349,00000	1,80	0,018
126,00	454,00000	1,80	0,018
150,00	385,00000	1,80	0,018
200,00	464,00000	1,70	0,017
225,00	504,00000	1,60	0,016
250,00	576,00000	1,60	0,016
300,00	720,00000	1,60	0,016
400,00	864,00000	1,50	0,015
500,00	1008,00000	1,50	0,015
680,00	1174,00000	1,40	0,014

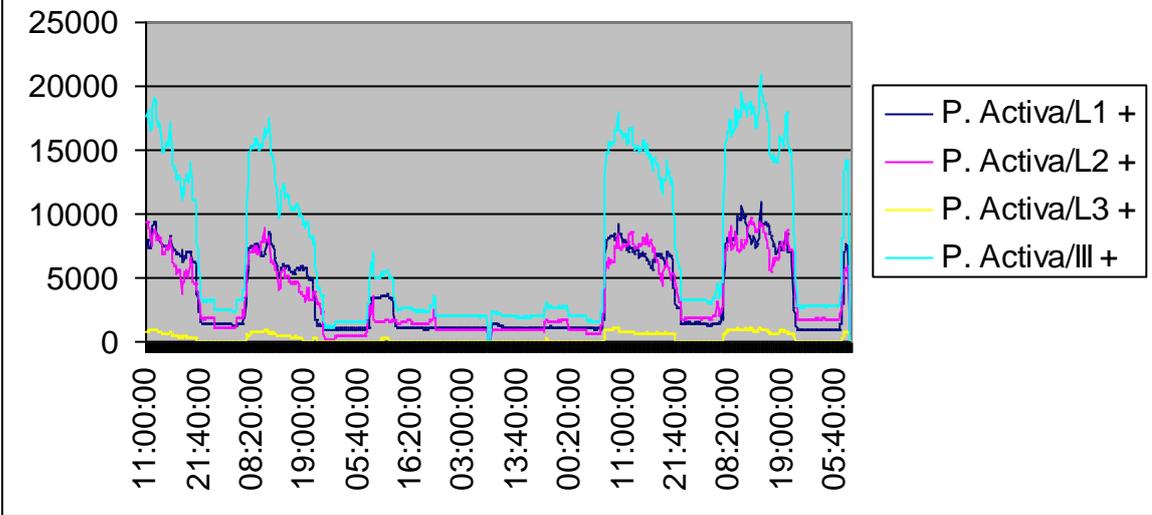
Tabla 4.- DEMANDA FACTURABLE (KW)		
RANGOS	POTENCIA (KW)	%
0- 10	10	0,9
0 -30	20	0,8
30- 80	50	0,7
90- 9,999	9,999	0,5

ANEXOS

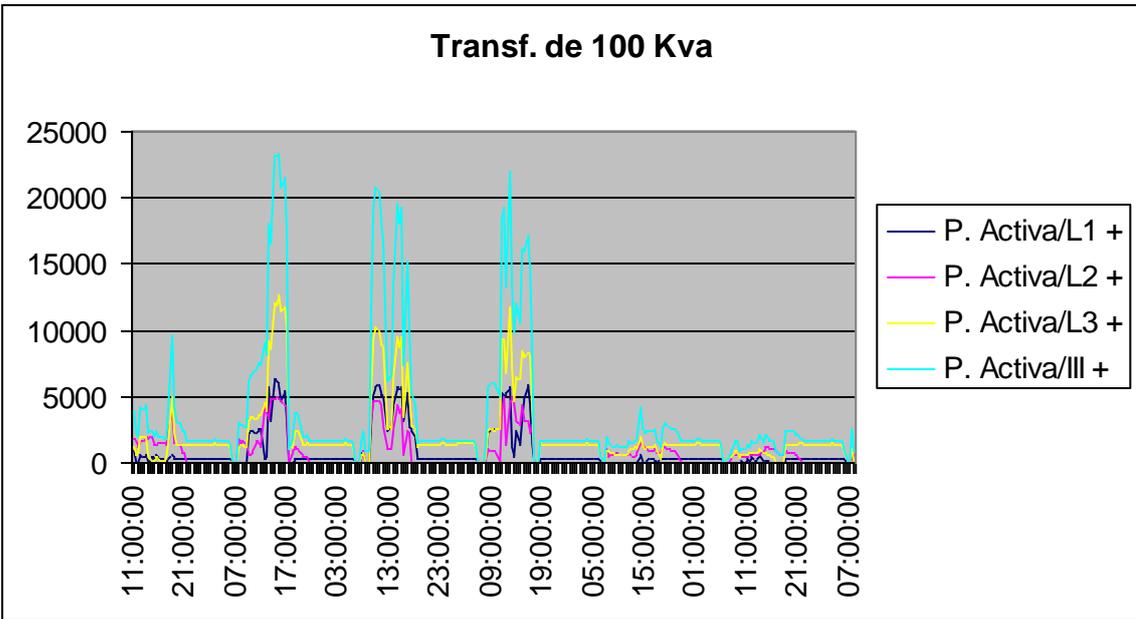
ANEXO 01

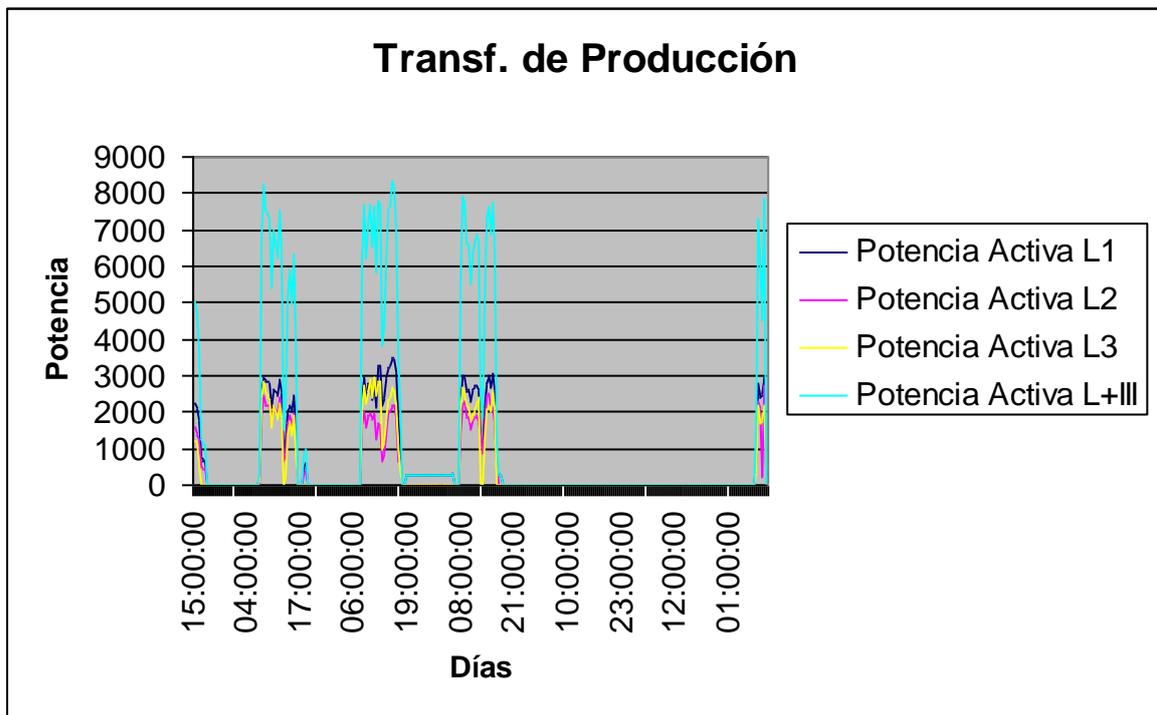
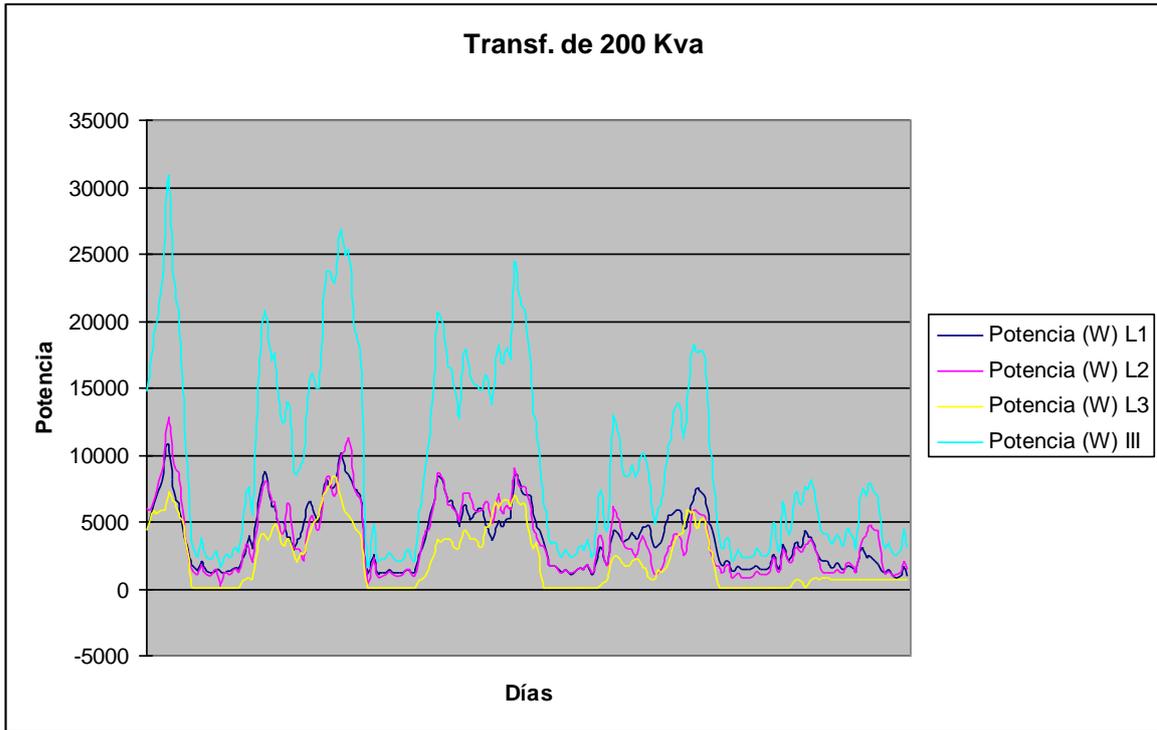
Curvas de carga diarias de las mediciones en cada Transformador de la “Espe – Latacunga”.

Transf. de 75 Kva



Transf. de 100 Kva





ANEXO 02

Datos de Placa de los Transformadores de 100 y 75 KVA de la “Espe – Latacunga”.

TSA	LE TRANSFORMATEUR USINES DU PETIT-QUEVILLY FRANCE							
TRANSFORMADOR	3 Fases			60 Hz				
N° 102718 V 2	Tipo T X H			Año 1974				
Capacidad 100 Kva.	Nivel de aislamiento 38 kv							
Diagrama vectorial Dyn5								
PRIMARIO					SECUNDARIO			
Voltaje	1			V	.....	V	.....	V
	2		13500	V	.....	V	.....	V
	3		13200	V	210	V	borroso	V
	4		12900	V	.....	V	.....	V
	5		12600	V	.....	V	.....	V
Corriente	9,622	4,374	A	274,93	A	.....	A	
Impedancia	Voltios			4	%	.....	%
Peso total	659	Kg.		Peso del aceite		150		Kg.

ECUATRAN				
TRANSFORMADOR TRIFASICO				
Serie: 60566	75 KVA			
BIL	Alto Voltaje		Bajo Voltaje	
	75		30	
Posic. Del cambiador de derivados.			Voltios	Amperios
	Volt.	Amp.	(sin carga)	
1	6300			
2	6150			
3	6000	7,22	210	206,2
4	5850			
5	5700			
Clase	OA	Núcleo y Bobinas		.....Kg.
Freco	60 Hz	Tanque		.....Kg.
Incremento d.	Aceite			115 Kg.
Temperatura	55°C	Peso total		535 Kg.
Impedancia	4.2% A	Desestancado		325 Kg.
	85°C			
Sumergido en Aceite				

ANEXO 03

Estudio Descriptivos de Carga – Consumos para los Sistemas Actuales compuesto por todos los Transformadores existentes en la “Espe – Latacunga”.

ANEXO 04

Estudio Sistema Eléctrico Actual:

Selección de Conductores y Protecciones de todos los transformadores de la ESPEL.

ANEXO 05

Rediseño Eléctrico:

Selección de Conductores y Protecciones de todos los transformadores de la ESPEL.

Nuevo Sistema ESPEL.