



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO
DE MAGISTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

Título:

“DIAGNÓSTICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA. 2013. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA INTERNACIONAL ISO 50001”.

Autora: TORRES VÁSQUEZ, Katya Mercedes

Tutor: PEÑA GUILARTE, Oscar Msc.

Latacunga – Ecuador

DICIEMBRE- 2013

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe en consideración de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto la maestrante: Katya Mercedes Torres Vásquez, con el título de tesis “Diagnóstico para mejorar la eficiencia energética en la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga. 2013. Elaboración de un Sistema de Gestión Energética según la norma internacional ISO 50001”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, diciembre 2013

Para constancia firman:

.....
Msc. NELSON CORRALES
PRESIDENTE

.....
Msc. GEOVANA PARRA
MIEMBRO

.....
PhD. SECUNDINO MARRERO
MIEMBRO

.....
Msc. GABRIEL HERNÁNDEZ
OPOSITOR

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Gestión Energética, nombrado por el Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

CERTIFICO:

Que he revisado y analizado el Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Gestión Energética, cuyo título es : **“DIAGNÓSTICO EN LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ELABORAR UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA CON LA NORMA INTERNACIONAL ISO 50001.”**

Atentamente:



Msc. Oscar Peña Guilarte

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Katya Mercedes Torres Vásquez, portadora del número de cédula 0501345615, declaro que la presente tesis de grado, es fruto de mi esfuerzo, responsabilidad, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente

Katya Mercedes Torres Vásquez

C.I. 0501345615

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de seguir en mi formación académica.

A mi tutor de tesis Msc. Oscar Peña Guilarte, quien con sus conocimientos, su experiencia ha permitido terminar mi trabajo de investigación con éxito.

A mis profesores de la maestría de Gestión Energética de Universidad Técnica de Cotopaxi, por compartir sus conocimientos.

A Ing. Vicente Hallo, por toda la colaboración brindada en la elaboración de este trabajo.

Katya

DEDICATORIA

A mis hijas Katty y Alejandra y a mi madre, con mucho cariño.

Katya

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TITULO: DIAGNÓSTICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA. 2013. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA INTERNACIONAL ISO 50001

Autora: TORRES VÁSQUEZ, Katya Mercedes

Tutor: PEÑA GUILARTE, Oscar MSc.

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados del diagnóstico energético realizado a la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, cuyo objetivo fue determinar si existe un uso, consumo y funcionamiento energético adecuado. De entre las energías utilizadas, la electricidad es la de mayor consumo, por lo que se hace énfasis en este portador y se realiza un análisis detallado del mismo. Para ello se sigue una metodología de recopilación y análisis de resultados utilizando las herramientas de Gestión total de la energía; a través de este análisis se determinan índices de consumo para establecer la relación del desempeño energético y la energía empleada por los alumnos, docentes y personal administrativo. Se estudia la calidad de la energía eléctrica mediante datos técnicos de utilidad para la propuesta de planes de mejora y que se relacionan con la distorsión armónica producida por las cargas no lineales conectadas a la red de alimentación. Uno de los principales requerimientos es determinar la línea base energética. Se determinan las incidencias más significativas en las pérdidas de energía eléctrica. Además se busca concientizar a los miembros de la universidad sobre el empleo adecuado de los recursos energéticos. En base a las recomendaciones de la norma ISO 50001 se realiza un plan de Sistema de Gestión Energética para promover el alcance de la eficiencia en la gestión de energía y contribuir a la mitigación de la problemática energética mundial.

DESCRIPTORES: Diagnóstico energético, Índices de consumo, Eficiencia energética, Normas ISO 50001.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
SCHOLL MASTER IN GESTION THE ENERGY

TITLE: DIAGNOSIS TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY AT ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, LATACUNGA EXTENSION. 2013. ENERGY MANAGEMENT SYSTEM ACCORDING TO INTERNATIONAL STANDARD ISO 50001

Author: TORRES VÁSQUEZ, Katya Mercedes

Tutor: PEÑA GUILARTE, Oscar MSc.

ABSTRACT

This research presents the energy audit results conducted at Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga Extension, whose goal was to determine if there is a use, consumption and energy performance suitable. Between the energy used, electricity is the most consumed. It follows a methodology with Total Energy Management tools used in order to collect and analyze results. For that, through the analysis was determined consume indicators establish the relation of energetic performance and the energy used for students teachers and administrative personnel. The Electricity Quality study technical data useful for the propose of improvement plans related to the harmonic distortion produced by nonlinear loads connected to supply network. A major requirement is to determine the baseline power. The most significant occurrences in the electrical energy losses are determined. It also seeks to raise awareness among university members on the proper use of energy resources. Based on the recommendations on the ISO 50001 norm make standard plan Energy Management System to promote the mitigation of global energy problem.

KEYWORDS: Energy audit, consumption rates, energy efficiency, ISO 50001.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I:.....	4
1. EL PROBLEMA PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Antecedentes del problema	4
1.2 Formulación del Problema	11
1.3. Objeto de estudio.....	11
1.5. Justificación e importancia	11
1.5.1 Interés de la Investigación	12
1.6 Objetivos.....	14
1.6.1 Objetivo General	14
1.6.2 Objetivos Específicos.....	14
1.7. Hipótesis General	14
CAPITULO II.....	15
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Antecedentes.....	15
2.2 Fundamentación Teórica	19
2.2.1 Eficiencia energética y uso racional de la energía eléctrica.....	19
2.2.2. Diagnóstico Energético	20
2.2.3 Tipos de diagnósticos	22
2.2.3.1 Diagnóstico de primer grado	22
2.2.3.2 Diagnóstico de segundo grado	23

2.2.3.3 Diagnóstico de tercer grado	23
2.2.4 Sistema de Gestión Energética.....	23
2.2.5 Calidad de Energía	25
2.2.6 Fuentes de disturbios en sistemas eléctricos de distribución.....	26
2.2.7 Orígenes de mala calidad de energía	28
2.3. La normas ISO	28
2.3.1 Norma ISO 50001	29
2.3.2 Alcance y requerimientos de la norma ISO 50001	31
2.3.3 Gestión de la responsabilidad.....	32
2.3.4 Planeación energética	33
2.3.5 Implementación y operación	33
2.4 Fundamento legal	34
2.5 Definición de términos.	37
2.6 Conclusiones del capítulo	39
CAPÍTULO III.....	41
3. METODOLOGÍA	41
3.1 Diseño de la investigación	41
3.1.1 Modalidad de la Investigación.....	41
3.1.1.1 De Campo.....	41
3.1.1.2 Bibliografía – Documental.....	42
3.1.2. Tipo de Investigación	42
3.2 Población y muestra	44
3.2.1 Instrumentos de la Investigación.....	44
3.2.2 Métodos y técnicas empleadas.....	45
3.2.2.1 Recopilación de Información.....	45
3.2.3. Procesamiento y análisis	51
3.2.4 Procedimientos de la Investigación.....	53
3.3 Conclusiones del capítulo	54
CAPÍTULO IV.....	56
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	56
4.1 Análisis del resultado de la encuesta.....	56
4.2 Análisis de consumo de los portadores energéticos	57

4.3	Análisis de consumo eléctrico por áreas.....	60
4.3.1	Áreas.....	60
4.3.2	Aulas.....	63
4.3.3	Laboratorios.....	63
4.4	Análisis de calidad de los parámetros eléctricos.....	64
4.4.1	Voltaje de la Línea 1, Línea 2 y Línea 3.....	65
4.4.2	Corriente en la Líneas L1, L2 y L3.....	67
4.4.3	Datos de Potencia Activa.....	68
4.4.5	Datos de Potencia Aparente.....	72
4.4.6	Datos del Factor de Potencia.....	74
4.4.7	Datos del flicker.....	75
4.4.8	Datos de la energía.....	77
4.4.9	Datos Distorsión armónica.....	78
4.5	Gráficos de control del consumo energético.....	80
4.6	Índices de consumo.....	81
4.7	Conclusiones del capítulo.....	83
	CAPITULO V.....	85
5.	LA PROPUESTA.....	85
5.1	Título de la propuesta.....	85
5.2.	Justificación de la propuesta.....	85
5.3.	Objetivos de la Propuesta.....	85
5.4.	Etapas para la implementación.....	86
5.5	Desarrollo de la propuesta.....	87
5.6	Evaluación Económica de la propuesta.....	96
5.6.1	Índices de valoración económica.....	99
5.7	Conclusiones del capítulo.....	100
	CONCLUSIONES GENERALES.....	101
	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	ANEXOS.....	107
	ANEXO 1. POTENCIA INSTALADA EN AULAS.....	108
	ANEXO 2 EQUIPOS DE LABORATORIOS.....	110
	ANEXO 3. NORMATIVAS PARA CALIDAD DE LA ENERGÍA.....	112

ANEXO 4. PASOS PARA ESTABLECER LA GESTIÓN TOTAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA.....	126
ANEXO 5. CUADRO DE PÉRDIDAS.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Ubicación geográfica de la ESPE-EL.....	9
Figura 2. 1: Diagrama esquemático de la norma 50001	25
Figura 4. 1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	56
Figura 4. 2 Estructura de consumos promedio anual de portadores energéticos	58
Figura 4. 3 Presupuesto ESPE-EL.....	59
Figura 4. 4 Gráfico de Pareto del consumo energético de las áreas de la ESPE - EL.....	61
Figura 4. 5 Potencia instalada en luminarias y equipos de cómputo.	62
Figura 4. 6 Tipos de luminarias.....	62
Figura 4. 7 Potencia instalada en Laboratorios.....	63
Figura 4. 8 Señales Voltaje Vs Tiempo de la Línea 1	65
Figura 4. 9 Señales Voltaje Vs Tiempo de la Línea 2	66
Figura 4. 10 Señales Voltaje Vs Tiempo de la Línea 3	66
Figura 4. 11 Señal de la Corriente Vs. Tiempo en la Línea 1.	67
Figura 4. 12 Señal de la Corriente Vs. Tiempo en la Línea 2.	68
Figura 4. 13 Señal de la Corriente Vs. Tiempo en la Línea 3.	68
Figura 4. 14 Potencia Activa Vs. Tiempo en la Línea 1.	69
Figura 4. 15 Potencia Activa Vs. Tiempo en la Línea 2.	69
Figura 4. 16 Potencia Activa Vs. Tiempo en la Línea 3.	70
Figura 4. 17 Potencia Activa Total Vs. Tiempo	70
Figura 4. 18 Potencia Reactiva Vs. Tiempo en la Línea 1.	71
Figura 4. 19 Potencia Reactiva Vs. Tiempo en la Línea 2.	71
Figura 4. 20 Potencia Reactiva Vs. Tiempo en la Línea 3.	72
Figura 4. 21 Potencia Reactiva total Vs. Tiempo.	72
Figura 4. 22 Potencia Aparente Vs. Tiempo de L1	73
Figura 4. 23 Potencia Aparente Vs. Tiempo de L2	73
Figura 4. 24 Potencia Aparente Vs. Tiempo de L3	74
Figura 4. 25 Potencia Aparente Total Vs. Tiempo	74
Figura 4. 26 Factor de potencia Vs. Tiempo	75
Figura 4. 27 Flicker Vs. Tiempo L1	76

Figura 4.28 Flicker Vs. Tiempo L2	76
Figura 4. 29 Flicker Vs. Tiempo L3	77
Figura 4. 30 Energía consumida en el transformador.	78
Figura 4. 31 Espectro de la distorsión de corriente.....	78
Figura 4. 32 Consumo de energía	80
Figura 4. 33 Energía y alumnos vs tiempo en los años 2011 - 2012	80
Figura 4. 34 Correlación entre número de alumnos y consumo.....	81
Figura 4. 35 Índice de consumo.....	82
Figura 4. 36 Índice de consumo.....	82
Figura 5. 1 Diagrama organizacional del SGE	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Variable Independiente	43
Tabla 3. 2 Variable dependiente	44
Tabla 3. 3 Carreras que oferta la ESPE-EL	46
Tabla 3. 4 Encuesta de Gestión Energética.....	47
Tabla 3. 5 Consumo histórico de energía eléctrica	48
Tabla 3. 6 Consumo histórico de diésel.	48
Tabla 3. 7 Sistema de Suministro de energía de la ESPEL.....	48
Tabla 3. 8 Consumo eléctrico por áreas	49
Tabla 3. 9 Potencia Instalada de laboratorios.....	50
Tabla 3. 10 Tipo de luminarias.....	50
Tabla 4. 1 Descripción del sistema de suministro de la ESPE-EL	59
Tabla 4. 2 Consumos energéticos por carreras.	83
Tabla 5. 1 Etapas para la implementación de SGE	86
Tabla 5. 2 Objetivos y metas.....	89
Tabla 5. 3 Plan Sistema de Iluminación eficiente.....	90
Tabla 5. 4 Plan sistema de Iluminación Inteligente	91
Tabla 5. 5 Cursos de capacitación de SGE con normas ISO 50001.....	91
Tabla 5. 6 Campañas de concientización	92
Tabla 5. 7 Plan Sustitución de transformador.	95
Tabla 5. 8 Calculo del sistema actual	96
Tabla 5. 9 Calculo de la sustitución de lámparas.....	97
Tabla 5. 10 Ahorro por el uso de sensores de presencia.....	98
Tabla 5. 11 Valoración económica de las propuestas.....	99

INTRODUCCIÓN

El consumo de energía mundial tiene como consecuencias la conversión, contaminación y destrucción de la naturaleza por lo que el agotamiento de los recursos fósiles y el cambio climático son amenazas que ponen en peligro a la tierra y a sus habitantes.

En la actualidad el continuo desarrollo de la industria y la tecnología son la causa de una mayor demanda de energía eléctrica, pues esta es indispensable para el desarrollo de las actividades asociadas a la industria y producción, y por tanto al desarrollo y crecimiento económico. Debido al aumento de la demanda de electricidad es indispensable la generación y de energía con mayor eficiencia y asociada a un uso más racional de los recursos naturales de forma que sea posible alcanzar un desarrollo sustentable.

Ecuador no es ajeno al desarrollo por lo que la demanda de energía eléctrica ha aumentado, al ser un país con reservas de petróleo, cuya matriz energética se basa en el consumo de hidrocarburos derivados del petróleo en un 90%, es necesario el ahorro y uso eficiente de energía.

La universidad no puede permanecer indiferente ante la problemática energética mundial, por lo que hacer un diagnóstico energético en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga permitirá conocer las necesidades, demandas y uso de la energía en sus instalaciones y actividades, y permitirá determinar las oportunidades de ahorro y uso eficiente de la energía. La Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, Ecuador; oferta carreras técnicas de Ingeniería en Mecánica Automotriz, Mecatrónica, Electrónica e Instrumentación y Electromecánica y también carreras administrativas como Ingenierías en Comercial y Finanzas. Tiene aproximadamente 2000 estudiantes

provenientes de varias provincias del país y cuenta con modernas instalaciones y laboratorios con tecnología de punta.

En esta institución se han realizados varios estudios energéticos, sin embargo no existe un estudio que proponga una solución a través de un Sistema de Gestión Energética acorde lo estipulado en la normativa ISO 50001.

Es por ello que para identificar claramente la situación se valoró la realización de un diagnóstico preliminar para determinar conocer la situación que presenta la universidad en materia de Gestión Energética, centrándose el estudio del uso, consumo y eficiencia de los portadores energéticos. La estructura energética de la ESPE extensión Latacunga, indica que la electricidad es el principal componente. Una vez obtenida la información a través de las técnicas y métodos establecidos e instrumentación adecuada, se procede análisis e interpretación de los mismos a través de las herramientas de Gestión Total Eficiente de la Energía.

Con estos resultados y del análisis de cada uno de los diferentes aspectos de la investigación se determina una propuesta de gestión energética tomando como referencia la norma internacional ISO 50001

Por lo expuesto el aporte en este trabajo de investigación es el diseño de un Sistema de Gestión energética usando las normas ISO 50001, para identificar los problemas energéticos en la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, que a su vez es el objetivo principal de la presente investigación, de forma que se pretende proponer un Sistema de Gestión Energética con un enfoque internacional.

Esta Investigación consta de cinco capítulos organizados de la siguiente manera:

Capitulo I. El problema, se establece la finalidad de la investigación y los aspectos formales relacionados con el objeto de estudio.

Capitulo II. Marco Teórico, se presenta los planteamientos teóricos del diagnóstico energético, eficiencia y sistemas de gestión energética y la información relacionada a la norma ISO 50001.

Capitulo III. Metodología, se presenta la guía para realizar la investigación, técnicas e instrumentos que se utilizaron en este proceso.

Capitulo IV. Análisis de resultados, se presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el diagnóstico energético realizado en las instalaciones de la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga.

Capítulo V. Se presenta la propuesta de un Manual Sistema de Gestión energética en base a la norma internacional ISO 50001.

Y se termina con la presentación de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I:
1. EL PROBLEMA
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes del problema

Durante las diferentes épocas del desarrollo evolutivo de la humanidad se ha utilizado distintos tipos de energía acorde a sus conocimientos y la disponibilidad de las fuentes de energía. El hombre primitivo para desarrollar una labor utilizaba su propia fuerza o la de varios individuos. Luego descubrió el fuego lo utilizó para obtener abrigo, defensa frente a ataques de animales, en la cocción de alimentos, etc; obteniendo el fuego directamente de la combustión de madera. Posteriormente domestica animales para utilizar su fuerza en acarrear cargas y como medio de transporte (Cunningham, 2003).

Hace aproximadamente 150 años hubo un gran descubrimiento, la máquina de vapor que utilizo como energía el carbón logrando el mayor avance productivo en la historia de la humanidad.

Posteriormente con el descubrimiento de la electricidad hubo no solamente un cambio tecnológico sino, social y económico. Una serie de descubrimientos científicos estallaron después de haberse descubierto la forma de generar electricidad. Hoy en día la energía eléctrica es esencial para el desarrollo económico lo que conlleva a una mejor calidad de vida. A medida que pasa el tiempo, el ser humano depende más de los recursos energéticos. Para el hombre moderno es impensable la vida sin iluminación, calefacción, transporte, etc.

Los requerimientos de energía crecen aceleradamente; actualmente el 90% de las necesidades energéticas del planeta son satisfechas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón). El

modelo energético actual, basado fundamentalmente en los combustibles fósiles, es completamente incierto ya que son finitos, contaminantes y utilizados en forma ineficiente. Hoy en día el petróleo es la principal fuente de energía del mundo y se constituye en la fuente de la materia prima para la elaboración de diversos materiales, entre los que se incluyen diversos tipos de polímeros usados en los envases, aparatos eléctricos y también fertilizantes usados en la agricultura. La producción mundial de petróleo creció un 0,8% mientras que la demanda aumento en el 3% (CEFIR, 2013).

En la quema de combustibles fósiles, se produce dióxido de carbono (CO₂) que pese a ser un gas inocuo es responsable del efecto invernadero y por tanto del calentamiento global que se refiere al aumento de la temperatura promedio de la tierra. Según Cerón (2007), se piensa que eventos similares han ocurrido a lo largo de la historia del planeta, “Se llama cambio climático a la variación global del clima de la tierra produciéndose tales cambios a muy diversas escalas de tiempo, y sobre todo los parámetros climáticos temperatura, nubosidad y precipitaciones. Estos cambios se deben a causas naturales y también a por acción del hombre”. El uso de combustibles fósiles, genera además otros contaminantes atmosféricos que inclusive pueden contaminar en el agua y en el suelo a causa del lavado del aire con la lluvia, y que se generan especialmente en las descargas de chimeneas industriales y de vehículos automotores.

Según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES (2013) manifiesta: “En Ecuador la matriz energética depende en un 96% del petróleo y gas natural, quedando las energías renovables (hidroeléctrica y biomasa) solo con 4%. El segundo componente de la oferta energética son las importaciones, que el 10% restante, corresponde a los derivados del petróleo (GLP, diésel, nafta de alto octano y otros), además dependiendo de los algunas situaciones a veces se importa

electricidad y otros productos no energéticos. Lo que significa que el país posee una matriz energética altamente contaminadora, no sustentable y con un costo fiscal por subsidios”.

En 25 años las necesidades energéticas en el mundo se han duplicado, por lo que es indispensable no continuar con este modelo de desarrollo ya que no cubre la demanda de energía que cada vez va en aumento. Como solución se encuentran varias alternativas como el ahorro energético, la eficiencia energética tanto en edificaciones como en transporte e industria e investigación y desarrollo a energía renovables. Pero lo más importante es la concientización de la población.

Es por ello que la sociedad en general y las grandes y pequeñas organizaciones, han tomado medidas referidas a esta problemática incorporando a su actividad acciones relativas a la preservación del medio ambiente y el impulso y la adopción de prácticas eficientes del uso de la energía.

Ecuador está dando pasos en este camino y a través del Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental se desarrolla la Investigación “Hacia una matriz energética diversificada del país”, cuyo objetivo principal es generar evidencias sobre el estado actual de la matriz energética nacional, pero sobre todo provocar el dialogo nacional sobre la política energética actual, la diversificación de las fuentes de energía, la transición hacia fuentes renovables no convencionales, que aporten tanto a la seguridad energética del país, como la preservación del medio ambiente.

Existen diferentes definiciones de gestión energética en una organización. Lápido Rodríguez (2012), define la gestión energética como “un subsistema de la gestión empresarial que abarca las actividades de administración y aseguramiento de la función gerencial, que le confiere a la entidad la aptitud para satisfacer eficientemente sus necesidades

energéticas, entendiéndose eficiencia energética como el logro establecido por el cliente con el menor gasto energético posible y la mínima contaminación ambiental por este concepto”.

Esta definición indica la relación existente entre el objetivo y los recursos utilizados para la obtención de un resultado dado. La gestión energética se ha convertido en una parte importante en la gestión empresarial e institucional que comprende en actividades necesarias para satisfacer eficientemente la demanda energética, con el menor gasto y la mínima contaminación ambiental posible.

El 15 de junio del 2011, se publicó la norma ISO 50001:2011 por la Organización Internacional de Normalización sobre sistema de gestión de energía. El objetivo de la norma es mejorar continuamente la eficiencia energética en una organización o en una empresa, de modo que pueda reducir los costos, y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otras cargas ambientales.

ISO 50001 especifica los requisitos para, establecer, mantener y mejorar un sistema de gestión de energía, cuyo propósito es permitir a una organización seguir un enfoque sistemático para mejorar continuamente la eficiencia energética, ha sido diseñada para ser utilizada en forma independiente, pero puede ser alineado o integrado con otros sistemas de gestión.

Los beneficios derivados de la implantación de la norma ISO 50001 son claros desde el punto de vista medio ambiental, económico y operativo y de imagen. Algunos de ellos son:

- Ahorro de la energía en el corto, medio y largo plazo
- Toma de conciencia y control de la calidad de la energía consumida en cada proceso

- Toma de conciencia de las medidas de ahorro energético para los procesos consumidores de energía en la organización
- Reconocimiento e imagen de cara al exterior (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) de su compromiso con un consumo energético sostenible

La correcta gestión de la energía es un tema de importancia para cualquier organización que tenga la finalidad de promover un desarrollo sostenible, ahorro de costos, ventajas competitivas, cumplimiento de compromisos medioambientales y compromisos de responsabilidad social.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, consciente de esta problemática energética mundial, en su misión contempla “Generar, aplicar y difundir el conocimiento, proporcionar e implantar alternativas de solución de los problemas de la colectividad, para promover el desarrollo integral del Ecuador”; siendo necesario para la escuela disponer de un sistema de gestión energética que permita reducir los costos energéticos, lograr una buena imagen institucional y estar a la vanguardia en el cumplimiento de normativas energéticas internacionales.

A continuación se transcribirán los aspectos más importantes de la institución estudiada, a fin de lograr un mejor entendimiento de su misión, visión, objetivos y su oferta académica.

Visión

Líder en la gestión del conocimiento y de la tecnología en el Sistema Nacional de Educación Superior, con prestigio Internacional y referente de práctica de valores éticos, cívicos y de servicio a la sociedad.

Misión

Formar académicos, profesionales e investigadores de excelencia, creativos, humanistas, con capacidad de liderazgo, pensamiento crítico y alta conciencia ciudadana; generar, aplicar y difundir el conocimiento y, proporcionar e implementar alternativas de solución a los problemas del país, acordes con el plan Nacional de Desarrollo.

La oferta académica está constituida de diversas carreras profesionales, entre ellas ingenierías, tecnologías, carreras de lenguas, licenciaturas además de títulos de postgrado.

Ubicación Geográfica de la Institución

La Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, se ubica en la provincia de Cotopaxi; en las calles Quijano y Ordoñez y Márquez de Maenza, como se indica en la figura 2.1

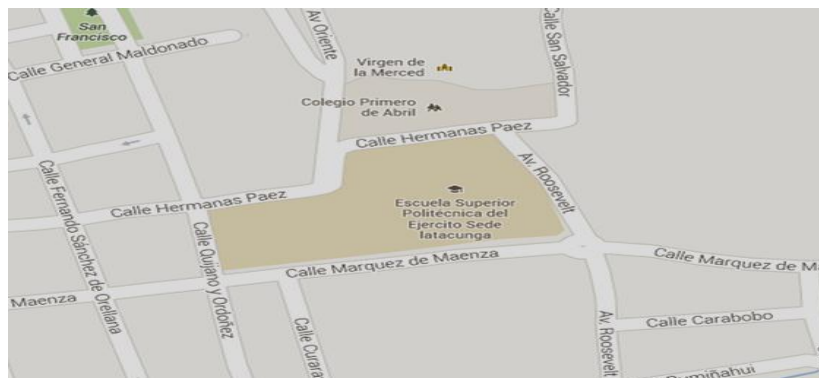


Figura 1. 1 Ubicación geográfica de la ESPE-EL

El desarrollo experimentado por esta entidad ubicada en el centro del país (Latacunga- Cotopaxi), ha provocado un importante incremento en el consumo energético, sin embargo:

- Se desconoce el impacto de los costos energéticos en los costos de actividades.
- No hay indicadores de control de la eficiencia energética.
- No se considera la energía como un insumo sino como un gasto.
- No se planifica el consumo de energía en la universidad
- No hay instrumentación suficiente para el control energético.
- No se realiza controles del consumo de energía ni de la eficiencia.
- Las acciones de mantenimiento predominante son de tipo correctivo.

Además no existe concientización de la comunidad politécnica ya que muchas veces el ahorro pasa por la sensibilidad de la comunidad universitaria. El despilfarro de energía se evidencia en el encendido innecesario de luminarias, equipos de cómputo y diversos dispositivos sin que estos sean utilizados, lo que a largo plazo produce un considerable desperdicio de un recurso importante como la energía.

Con esta investigación se pretende buscar oportunidades para mejorar la eficiencia energética en la universidad elaborando un Sistema de Gestión Energética tomando en cuenta medidas técnicas y económicamente factibles basadas en normativas internacionales lo que concretara y establecerá una institución altamente profesional y competitiva con enfoque al ámbito nacional en gestión energética y en el futuro lograr una certificación internacional.

La delimitación espacial de esta investigación se circunscribe en el ámbito energético de la Universidad de las fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

En cuanto a la delimitación temporal, se centró el año 2013 para el análisis la información recopilada. Además se medirán los consumos energéticos de una semana típica de labores, pues es necesario conocer el comportamiento cuantitativo representativo de forma continua, para

establecer las horas de mayor demanda y determinar las oportunidades de mejora para alcanzar la eficiencia energética en la Institución.

1.2 Formulación del Problema

La ESPE extensión Latacunga no dispone de un sistema de gestión energética con normas internacionales para administrar eficientemente la energía.

1.3. Objeto de estudio

Sistema de gestión energética.

1.4. Campo de estudio

El diagnóstico energético permitirá encaminarse hacia la búsqueda de oportunidades para mejorar el uso eficiente de la energía, proponiendo al final la elaboración de un Sistema de Gestión Energética con la norma internacional ISO 50001 para la administración y planificación del uso consciente de la energía eléctrica.

1.5. Justificación e importancia

Es indudable que la crisis energética mundial ha producido grandes daños tanto al clima como al agotamiento de los recursos naturales. La gestión energética es muy importante para el desarrollo estratégico de las empresas, con lo que se fomenta el desempeño energético, se garantiza el cumplimiento de la legislación energética, se disminuye las emisiones de gases que provocan la contaminación ambiental y el calentamiento.

El desarrollo del presente trabajo tiene significación ya que se trata de un problema real que posee la ESPE-EL al no disponer de un adecuada

administración de la energía por lo que se propone aplicar la normas ISO 50001 para mejorar la eficiencia energética en la misma. Además el presente trabajo investigativo pretende buscar soluciones alternativas para contribuir a la solución de problemática mundial energética.

La investigación realizada puede servir de guía para implementar sistemas de gestión energética en Instituciones de características similares a la ESPE-EL.

Cuenta con el apoyo de autoridades, y colaboración de los estudiantes y personal docente y administrativo, existe la bibliografía y los recursos necesarios.

1.5.1 Interés de la Investigación

La investigación propuesta será un aporte a los modelos de Eficiencia energética basados en normas internacionales en instituciones universitarias aportando a un desarrollo e innovación tecnológica. Con ella se abre un enfoque novedoso al usar las normas ISO 50001 propuesta por la Organización mundial de normalización. Se trata de normas usadas en países de europeos y que sirve de orientación para el planeamiento de estrategias de un Sistema de Gestión Energética.

La principal beneficiaria con esta investigación será la ESPE-EL, ya que al implementar la propuesta del sistemas de Gestión Energético se mejorará el consumo de energía. En este caso se propondrán mejoras para disminuir el consumo de energía en las instalaciones de la ESPE-EL después de haber realizado un una análisis energético y determinados variables de control e índices de consumo energético. También los resultados de la investigación serán una contribución al desarrollo del conocimiento científico de los Modelos de Gestión Energética. De sus resultados podrán beneficiarse las instituciones, empresas y profesionales

ya que se dispondrá de una metodología para alcanzar la eficiencia energética.

Contribuirá como aporte bibliográfico a futuras instigaciones relacionadas con la gestión energética, utilizando normas internacionales.

Desde el punto de vista teórico esta investigación aporta con información actualizada en el ámbito de diagnóstico energético, uso de las herramientas de eficiencia energética, y sistemas de gestión energética con la norma ISO 50001, que tiene mucha relevancia en la actualidad, y que está siendo implementada en organizaciones de todo el mundo.

La utilidad práctica es la elaboración de un sistema Gestión Energética con la norma ISO 50001, lo que contribuirá a que la Universidad cumpla con sus Misión Institucional como es formar profesionales con un alta conciencia del cuidado del medio ambiente. En esta investigación se estudia y analiza la bibliografía para confeccionar un marco teórico referencial que pueda ser utilizado por estudiantes y profesionales del tema en la realización de sus investigaciones, así como para significar la necesidad de elevar el control y la eficiencia en el uso de los portadores energéticos, lo que puede contribuir a la elevación de la eficiencia energética en el sector universitario ecuatoriano.

Será una referencia para ser aplicado en Instituciones de características similares a la ESPE-EL. Una de las formas más efectivas y económicas de obtener una mejora continua en el uso eficiente de la energía es la gestión.

En este ámbito de la gestión energética, existen diversas normas nacionales y e internacionales, pero se espera que la nueva norma ISO 50001 sobre gestión de energía, actualmente en estudio, sea

implementada masivamente en organizaciones de todo el mundo, estimándose que influirá en hasta un 60% del uso de energía.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

- Evaluar la eficiencia energética en la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, proponer un plan de mejoras para el uso racional de la energía.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio bibliográfico relacionado con el diagnóstico energético, eficiencia energética y normas ISO 50001
- Caracterizar los portadores energéticos de la ESPE-EL
- Analizar el sistema de suministro eléctrico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.
- Determinar oportunidades de mejora en actividades con una baja eficiencia energética
- Diseñar un plan de un Sistema de Gestión Energética en base a la norma ISO 5001

1.7. Hipótesis General

Al realizar un sistema de gestión energética con la norma ISO 50001 que permitirá alcanzar una mejor eficiencia energética.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hace un compendio de elementos conceptuales sobre el tema a tratar y antecedentes de investigaciones realizadas por otros autores

2.1 Antecedentes

A nivel mundial en los últimos años se ha tomado conciencia sobre la importancia del uso eficiente de los recursos energéticos ya que representa una alternativa barata y de menor contaminación para disminuir el consumo de energía, disminuir el cambio climático y disminuir la dependencia de los combustibles fósiles; se convierte en un recurso aplicable a todo tipo de organización desde industriales de servicio, residenciales e instituciones educativas.

Considerando lo expuesto y de acuerdo a lo que establece Sánchez (2003), “La eficiencia puede contribuir a reducir los gases de efecto invernadero hasta en un 43% en los próximos 20 años” en América Latina y el Caribe, la Olade (Organización Latinoamericana de Energía) considera que mediante el uso eficiente de la energía podría reducirse el consumo de portadores energéticos de la región entre el 10 y 20 % en corto y mediano plazo.

Natural resources defense council, (2011), expone que: La conservación de la energía y dentro de ella el manejo eficiente de la energía eléctrica sobresale como la mejor forma de contribuir a optimizar los recursos energéticos. 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 y satisfacción de necesidades que eviten una demanda excedente de recursos energéticos.

En la actualidad las universidades enfrentan retos y desafíos a los nuevos paradigmas del siglo XXI y uno de ellos es la sustentabilidad energética y muchas de ellas se han comprometido a ofrecer una educación armónica con el medio estableciendo política, planes energéticos que contribuyen a contrarrestar la crisis energética mundial.

La Universidad de California (UCLA) incluye procesos sustentables desde el 2003 y fue una de las primeras universidades en incluir procesos de sustentabilidad dentro de su campus, con el objetivo de minimizar su impacto ambiental y reducir la dependencia de la energía no renovable.

La Universidad de Sonora en México, en el año 2012 ha desarrollado un Plan de Desarrollo Sustentable, esta propuesta busca entre otros objetivos reforzar el liderazgo y responsabilidad de la universidad la formación integral de los estudiantes incluidos el aspecto sustentabilidad.

En materia de eficiencia energética varios autores presentan los principios fundamentales y los procedimientos para la evaluación, el diagnóstico, la organización, la ejecución la ejecución y la supervisión de la gestión energética en las empresas, para lograr el objetivo de reducir sus costos energéticos y elevar su competitividad. Se presentan en particular los principios, herramientas y procedimientos para la implantación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en empresas industriales y de servicios que garantice un plan de ahorro de energía que sea renovado cada vez que sea necesario. Estos elementos teóricos adquieren relevancia cuando son aplicados a soluciones particulares (Borroto, 2006; Campos et. al, 1997).

La aplicación de la tecnología de la gestión total eficiente de la energía, permite el diagnóstico de la operación de las centrales termoeléctricas con el fin de descubrir e interpretar los signos de un mal funcionamiento en los equipos y cuantificar sus efectos en términos de consumo adicional de recursos, manteniendo constantes la cantidad y especificaciones de los productos del sistema, así como las condicionantes que afectan al comportamiento del sistema, permitiendo definir que el consumo de combustible tecnológico es el que mayor influencia tiene en la estructura de consumo de los portadores (Remiro y Lozano, 1994 y Berroa, 2007).

Entre los trabajos relacionados se encuentran los efectuados en las propia Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, específicamente los desarrollados por los alumnos de la carrera de Ingeniería Electromecánica, que presenta auditorías energéticas en organizaciones de todo tipo desde industriales hasta de servicios, una de las más importantes es la elaboración de una auditoría energética en ESPE-EL por el Ing. Marcelo Núñez Salguero en el año 2005, previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, en esta investigación se destaca el desarrollo de una metodología para reducir los costos de las planillas eléctricas por medio de la ejecución de programas fundamentadas de optimización del uso y administración de la energía.

En la Universidad Técnica particular de Loja en el departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, se realiza una investigación titulada Implementación de la norma ISO 50001 en el campus San Cayetano de la Universidad de Loja cuyo objetivo general fue realizar un análisis de la eficiencia energética según lineamientos de la norma ISO 5000.

En la universidad de Cuenca en el año 2013 se realiza la investigación titulada Factibilidad de Implementar las normas ISO 50001 en la Hidroeléctrica Carlos Mora Carrión, realizado por Stalin Cuenca Mendieta.

En su mayoría estos trabajos no han abordado de manera integral los aspectos relacionados con el banco de problemas energético, los puestos claves, medidas técnico-organizativas decisivas para el perfeccionamiento de los sistemas energéticos, la determinación del diagrama causa y efecto de las insuficiencias de la gestión energética, entre otros elementos que deciden la efectividad en cuanto a la toma de decisiones.

Se han efectuado también estudios relacionados con el pronóstico energético con la finalidad de establecer demandas futuras de consumo energético y de esta manera buscar mecanismos sustentables, como expone Barrietos y otros (2007) “En el pronóstico de la demanda de energía eléctrica se han empleado diferentes métodos, los cuales pueden ser clasificados en tres grandes grupos: los primeros se basan en modelos estadísticos (regresión, series de tiempo y/o econométricos); los segundos en la inteligencia artificial; y por último, aquellos que dependen del juicio y la intuición humana”

También se ha realizado estudios sobre el consumo de energía eléctrica en los hoteles, estableciendo la estructura de consumo de los portadores energéticos y cuales características operacionales deciden el comportamiento de los mismos. Monteagudo y otros, (2005) indica que “Se demuestra que el consumo de potencia en los sistemas centralizados de agua helada dependen más del clima que del estado ocupacional de la instalación. Se establece un indicador de habitaciones días equivalentes para hacerlo correlacionar de forma lineal con el consumo de electricidad del hotel, elaborándose una herramienta con técnicas de inteligencia artificial que mejora el pronóstico del consumo de electricidad integrando al análisis las condiciones climatológicas y empleando técnicas de inteligencia artificial.

Hendricks y Koenker, (1992), exponen que “En el sector residencial también se ha realizado estudios con el objetivo de ahorrar energía

eléctrica, para lo cual se han utilizado varios modelos como son: los spline jerárquicos, los de tipo econométrico y los modelos básicos de espacio de estado con el fin de estimar la demanda de electricidad horaria de los consumidores; Poirier, (1979); Smith (1998); Blaconá y Abril, (2000). A pesar de que se han realizado múltiples trabajos de diagnósticos energéticos en diferentes tipologías de empresas en el contexto nacional e internacional, trabajos de este tipo no han sido adaptados a las condiciones del contorno empresarial de una Empresa de Mantenimiento a Centrales Eléctricas.

En la actualidad se presentan determinadas dificultades en la planificación del portador electricidad por no contar con un modelo aproximado de la misma por lo que es pretensión de la investigación acercarse a la formalización de este comportamiento.

Todas estas investigaciones han aportado en gran medida a alcanzar la eficiencia energética en organizaciones de todo tipo

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Eficiencia energética y uso racional de la energía eléctrica

La eficiencia energética debe entenderse como la obtención del máximo rendimiento de la energía consumida y de las instalaciones necesarias para su generación, transporte y utilización. Garantizando un funcionamiento sin interferencias de todos los receptores conectados a la red de distribución. Usar eficientemente la energía significa no emplearla en actividades innecesarias, sino conseguir hacer las tareas con el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías, sistemas de vida y de trabajo que ahorren energía, es de importancia para lograr un auténtico desarrollo que se pueda llamar sostenible y que no comprometa la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones.

La calidad de la gestión energética depende de los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento energético. El motor principal para la adopción de una medida o una práctica concreta es su impacto en el rendimiento energético. Unos resultados energéticos mediocres indican la existencia de puntos débiles o carencias en la gestión energética, además, la evaluación de la gestión energética se basa en el sistema de comparaciones benchmarking (Colectivo de autores, CEEMA 2006) (12). Por lo que se colige que la eficiencia energética es una de las alternativas menos costosa y menos contaminante y se convierte en una fuente no agotable y aplicable a todo tipo de entidades.

La eficiencia energética actualmente es considerada muy importante, según Balcell (2012), la Agencia internacional de la Energía (AIE) advierte de que si en caso de no existir cambio en las políticas energéticas de los países consumidores, las necesidades energéticas crecerán en un ritmo de 1.5% anualmente, entre los años 2007 y 2030. Acorde a lo que menciona Balcell (2012) se prevé que el consumo energético crecerá un 40% entre estos años.

2.2.2. Diagnóstico Energético

El diagnóstico energético según Hernández (2011), se define como “la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con que se produce, transporta y usa la energía”. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación que consume energía, con el objetivo principal de establecer el punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada ésta, además de especificar la cantidad que es desperdiciada.

Vázquez y otros(2010), establecen que “el diagnóstico de un sistema energético consiste en descubrir e interpretar los signos de un mal funcionamiento en los equipos y cuantificar sus efectos en términos de consumo adicional de recursos, se constituye como la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de una organización, el objetivo del diagnóstico energético es conocer el grado de eficiencia con el que se utiliza la energía, para identificar los principales potenciales de ahorro energético y económico y posteriormente definir los posibles proyectos de mejora de la eficiencia energética. Dentro de sus objetivos se incluye evaluar cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía, determinar las pérdidas y despilfarro de energía en equipos y procesos, identificar potenciales de ahorro energético y económico, establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento, así como definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente (Colectivo de autores CEEMMA, 2006 (pag. 11), aspectos en los que coinciden Hernández y Montero, 2011 (pag 34)

Magaña (2012), indica las consideraciones que se deben tomar en cuenta para realizar un diagnóstico energético, entre las que se incluyen la estimación del costo que se esté dispuesto a erogar, en base del que se seleccionará el Tipo de Diagnóstico que se realizará.

Para llevar a cabo con éxito un diagnóstico energético se deben de realizar al menos las siguientes acciones, CONUE (2011):

1. Recopilar información en las instalaciones de la empresa
2. Análisis de información recopilada.
3. Identificación de problemas
4. Establecer las recomendaciones técnicas

En este trabajo de Investigación se elaborará un manual con los requerimientos de la norma ISO 50001.

2.2.3 Tipos de diagnósticos

Existen diferentes tipos de diagnósticos energéticos que son clasificados de acuerdo a grados y dependen de los objetivos que se pretenden alcanzar a través del diagnóstico. Según Hernández y García (2013), estos grados son:

2.2.3.1 Diagnóstico de primer grado

Los diagnósticos energéticos de primer grado permiten detectar medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones circunstanciales. Pérez, Sánchez, Montiel, López, Y Varela, (2008). Se basa principalmente en la inspección visual del estado de las instalaciones de la organización, edificio o proceso, el análisis de los registros de operación y mantenimiento que se llevan en cada instalación.

Al realizar estos diagnósticos se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía, tales como falta de aislamiento o purgas (salideros), mantenimiento de rutina diaria que se efectúan en cada instalación, así como, el análisis de información estadística de consumos y pagos por concepto de energía eléctrica y combustible. Así mismo se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y de la corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudio no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata

2.2.3.2 Diagnóstico de segundo grado

Se basa en el desarrollo de los balances de masa y de energía en las condiciones reales de operación de áreas, equipos y sistemas con el objetivo de determinar su eficiencia energética reflejada en índices de consumo. Incluye la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos, motores eléctricos, compresores y bombas, en caso de presentarse en la organización o el proceso. Este tipo de diagnóstico requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre cantidades procesadas y los consumos específicos de energía (Pérez *et al.*, 2008; Hernández y García 2013).

2.2.3.3 Diagnóstico de tercer grado

Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipos especializados de medición y control. No pretende determinar solamente el uso eficiente de la energía, sino también su disponibilidad. En este diagnósticos es común el uso de herramientas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. Se desarrolla además el balance másico, térmico y económico de cada equipo del sistema en las condiciones reales de operación, se determinan las pérdidas de calidad y cantidad de la energía y sus causas (Pérez *et al.*, 2008; Hernández y García 2013).

2.2.4 Sistema de Gestión Energética

Un sistema de Gestión energética (SGE) según Hernández (2012) “Es el conjunto de elementos de una organización, interrelacionados para establecer una política energética, metas, objetivos y planes para obtener buenas prácticas de uso adecuado de la energía, priorizar

oportunidades de mejora y conseguir que estos criterios de eficiencia estén presentes en todas las actividades que se realizan.

El sistema de gestión energético se basa en la Rueda de Deming: Planificar-Ejecutar-Verificar y actuar.

Las ISO 50001 presenta una metodología para la implementación de un SGE necesarios para el desempeño energético incluyendo la eficiencia, uso y consumo de energía.

El modelo del Sistema de Gestión Energética se basa en las siguientes etapas, las mismas que se indican en la figura

Planificar: Establecer una Plan Energético en la organización para establecer acciones concretas y objetivos para mejorar la gestión de la energía.

Hacer: Implementar las acciones previstas en la planificación establecida.

Verificar: Monitorizar los resultados estableciendo los indicadores adecuados que determinen el grado de cumplimiento de los objetivos de la planificación establecida de forma que podamos valorar y divulgar correctamente los resultados

Actuar: Revisión de los resultados para tomar las acciones de corrección y mejora que se estimen oportunas.

En la figura 2.1 se indica el esquema de la NORMA ISO 50001.

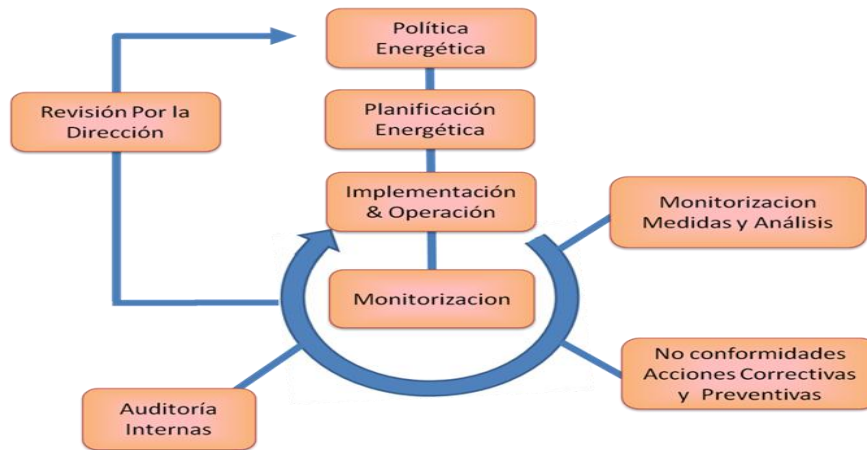


Figura 2. 1: Diagrama esquemático de la norma 50001

2.2.5 Calidad de Energía

La calidad de energía implica la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltajes rms suministrado al usuario; lo que concierne a la estabilidad de voltaje, frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. La calidad de energía hace referencia al estándar de calidad que debe tener el suministro de corriente alterna en las instalaciones eléctricas, en términos de tensión o voltaje constante, forma de onda sinusoidal y frecuencia constante. Según un estudio de Campos (2007), se determinó que uno de los problemas que ocasiona el mal uso y desperdicio de energía eléctrica en las empresas es la calidad de la misma, ya que tiene una incidencia directa en la eficiencia de los equipos eléctricos que la usan.

Según Melo (2006), la calidad de un servicio eléctrico determina y prevé las soluciones a los problemas eléctricos que pueden causar prejuicios dentro de las instalaciones eléctricas. La variable fundamental por controlar ha sido la variación de voltaje; actualmente dado con el progreso en la rapidez y miniaturización de los componentes internos de los aparatos electrónicos se incluyen los armónicos.

Para cumplir un servicio eléctrico óptimo se requiere cumplir un rango permitido de valores de acuerdo a lo estipulado en diferentes normativas. La mala configuración de un sistema eléctrico también incide en la calidad de la energía, como ejemplo están las conexiones a tierra que se las diseña de una forma parcial Melo (2006).

2.2.6 Fuentes de disturbios en sistemas eléctricos de distribución

- **Interrupciones de energía:** Son fenómenos donde el voltaje, en el punto de conexión del cliente, cae a cero y no retorna a sus valores estándares automáticamente. Son provocadas por una condición de falla del aislamiento después de una operación exitosa del equipo de restablecimiento pueden tener una duración de varios ciclos. Los estándares de la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) definen como interrupciones sostenidas a aquellas que duran más de 3 segundos o más de 2 min. Las interrupciones pueden darse de forma programada o de forma imprevista.
- **Fluctuaciones de Voltaje:** Consisten en una disminución momentánea en la magnitud del voltaje RMS, con una duración que va desde 10 milisegundos (0,6 ciclos) hasta 2,5 segundos (150 ciclos), causado por una falla remota en algún lugar del sistema de potencia. Las fluctuaciones de voltaje pueden originarse en la generación, frecuentemente son producidas en los equipos o cargas conectadas al sistema eléctrico (Cárdenas y Marcillo, 2012).
- **Sobretensiones transitorias:** Según la UNE-EN 50160 se define la sobretensión transitoria como “una sobretensión oscilatoria o no oscilatoria de corta duración generalmente fuertemente amortiguada y que dura como máximo algunos milisegundos”. Este fenómeno se presenta en forma de impulsos de voltaje de corta duración, superpuestos en la señal de alimentación y habitualmente

intermitentes, con una subsistencia menor a dos milisegundos. Estos impulsos tienen varios orígenes como descargas atmosféricas y al conectar o desconectar capacitores para la corrección del factor de potencia, constituyendo los llamados “picos” de voltaje. Pueden ser positivos o negativos siendo su efecto análogo según indican Cárdenas y Marcillo, (2012).

- **Ruido eléctrico (intermitencia):** Es generado por sistemas de transmisión de señales de radio, operación de lámparas fluorescentes y controladores de atenuación de niveles de iluminación. El ruido consiste en una señal eléctrica indeseable con un contenido espectral inferior a 200 kHz superpuesto a la tensión o a la corriente del sistema en los conductores de las fases o en los conductores neutros. Una de las causas más frecuente de ruidos son los generadores de emergencia baratos de baja calidad donde se manifiesta el efecto de las ranuras en la forma de onda del voltaje de salida Campos, 2007 y Cárdenas y Marcillo (2012).

- **Armónicas:** Esto resulta de la adición de una o más ondas armónicas que se superponen a la onda fundamental o de 60 Hz. Esto significa que la forma de onda de la tensión (o corriente) sufre distorsiones y no es una senoidal pura. El nivel de distorsión armónica se describe por el espectro total armónico mediante las magnitudes y el ángulo de fase de cada componente individual. La solución ante este problema consiste en mantener baja la impedancia eléctrica. Preparar el circuito para que sea apto para asimilar el contenido de corrientes armónicas y balancear correctamente las cargas en los conductores (Campos, 2007 y Cárdenas y Marcillo, 2012).

2.2.7 Orígenes de mala calidad de energía

Una mala Calidad de Energía puede ser producto de deficiencias en la línea comercial que alimenta la instalación y a causa de errores en la instalación eléctrica. El uso inadecuado de las instalaciones eléctricas causa también problemas en la calidad de energía. Los equipos electrónicos modernos funcionan con dispositivos de electrónica de potencia como diodos y transistores que convierten la corriente alterna en corriente directa; trabajan en un modo de interrupción a manera de pulsaciones que o tienen forma de onda de voltaje sinusoidal. Aproximadamente el 50% de la energía pasa por estos dispositivos antes de ser finalmente aprovechada. Al resultar corrientes sinusoidales se produce la distorsión armónica y consumos no lineales Cárdenas y Marcillo, (2012).

Los problemas que genera una mala calidad de energía son:

- Generación de corrientes armónicas
- Fugas de corrientes en la red de tierra
- Variaciones de voltaje

Estos fenómenos ocurren por haber instalado equipos electrónicos sin las modificaciones necesarias en la instalación eléctrica, de tal forma que no existe un equilibrio entre el consumo de energía y la instalación que soporta este consumo, además de la realización de construcciones de edificios sin el conocimiento de carga eléctrica que se requerirá una vez funcionen las instalaciones.

2.3. La normas ISO

ISO, es una organización no gubernamental, constituida por una federación de organismos de normalización nacional provenientes de

diversos lugares del mundo, donde se incluyen países desarrollados y en vías de desarrollo. Los miembros proponen las nuevas normas, participan en su desarrollo y ofrecen el apoyo, conjuntamente con la Secretaría General de la ISO para la elaboración de las normas y estándares de aplicación voluntaria. Las normas pueden utilizarse como base técnica para el comercio en los productos y servicios, son ampliamente utilizadas por las empresas en los ambientes de producción, de productos, de servicios y de procesos. Las normas para sistemas de gestión ayudan a las organizaciones en el manejo de sus actividades ISO y ONUDI (2010).

La tendencia creciente del comercio internacional hace necesario contar con estándares universales de la calidad, sin existir una referencia estandarizada para que las organizaciones de todo el mundo avalen sus prácticas de calidad y mejorar sus procesos de fabricación o de servicio. Las normativas son un elemento enriquecedor de la ciencia y la tecnología que aportan al desarrollo de transferencia de tecnología, comercialización nacional e internacional y la creación de nuevos productos y servicios según el nivel cada vez cambiante de los gustos y necesidades de los consumidores Jiménez, (2007).

2.3.1 Norma ISO 50001

El 11 de octubre del 2011, la organización internacional de normalización (ISO) publicó la norma ISO 50001, este documento especifica los requisitos para implementar un sistema de gestión energética, cuyo objetivo es permitir a una organización mejorar la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo ISO, (2011).

ISO empezó a gestarse en 2008, en el seno del comité PC 245, grupo que ha estado liderado por la organización estadounidense ANSI y la brasileña ABNT, en la que han participado 23 países y doces han sido

observadores. En el mismo año fue adoptada a nivel denominándose UNE- EN ISO 50001:2011.

La norma ISO 50001, es aplicable a todo tipo de organización, independientemente de su dimensión, actividad o localización geográfica. Esta normativa no establece requisitos para el desempeño energético más allá de los compromisos en mejora continua que se establecen en la política energética y del cumplimiento de los requisitos legales aplicables. Según la ISO-50001, el concepto de desempeño energético incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético, por lo que la organización puede actuar en un amplio rango de actividades de desempeño energético.

La Norma ISO 50001 permite a las organizaciones que trabajan bajo sus lineamientos acatar la legislación vigente, promover el quehacer de los gestores energéticos, e para implantar y realizar el seguimiento de actuaciones fruto de auditorías energéticas. Por añadidura se permite ahorrar costes en energía a causa de las mejoras existentes en el rendimiento energético y, por lo que la competitividad de las organizaciones irá en aumento, disminuyendo el consumo de energía y permitiéndose el ingreso hacia nuevos mercados y nuevos clientes que exigen el cumplimiento de esta normativa.

Actualmente, numerosas organizaciones europeas de distintos tamaños y muy variado campo de actividad, han sido certificadas por su sistema de gestión energética. Destaca la variedad de empresas procedentes de diversos sectores, lo que puede dar una idea del valor añadido que proporciona a las organizaciones la gestión energética, independientemente de su sector de actividad o tamaño.

2.3.2 Alcance y requerimientos de la norma ISO 50001

El objeto de la Norma UNE-EN ISO 50001:2011 es especificar los requisitos para desarrollar y mantener un sistema de gestión de la energía, esto permite que la organización posea un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, que incluye conceptos como la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

La norma especifica los requisitos aplicables a usos y consumos de la energía, a partir de los que se establecen las actividades de medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético, y se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia Norma ISO 50001 (2011).

El desempeño energético, es la necesidad de identificar e inventariar todas las instalaciones consumidoras, almacenadoras o generadoras de energía, los equipos que las constituyen y todos los tipos de formas de energía consumidas en ellas. Esta, en el fondo, es otra manera de expresarlo que en anteriores normas europeas o de diferentes países se denominaba “identificación de aspectos energéticos”, que ahora se desdobra en usos y consumos de energía.

Pero el desempeño energético incluye, además, la necesidad de establecer unos indicadores que describan la evolución de las diferentes tendencias observadas de parámetros energéticos de interés para la organización. Esta parte del concepto de desempeño energético recoge la necesidad de establecer sistemas de medida y tratamiento de datos de dichos parámetros para traducirlos a unos indicadores que faciliten la

interpretación de la evolución de la optimización energética en la organización (Norma ISO 50001:2011).

Ventajas

- Proporciona a las organizaciones la forma de integrar la eficiencia energética a las prácticas actuales de gestión.
- Proporciona una metodología lógica y coherente para la identificación y la aplicación de mejoras de la eficiencia energética que contribuyan a la mejora continua de la misma en las instalaciones de la organización.
- Ofrece orientación para definir la línea base, medir, documentar e informar las mejoras en los indicadores de desempeño energético y su impacto sobre las reducciones de las emisiones de GEI.
- Crea transparencia y normalización en la gestión energética donde actualmente no existe, facilitando el reconocimiento y generalización de las mejores prácticas de dicho tema.

A continuación se describen los requisitos de la norma ISO 50001

2.3.3 Gestión de la responsabilidad

Funciones responsabilidad y autoridad

La alta dirección designará un representante para la gestión de la energía, quien apoyará la implementación de este sistema de gestión durante todas las etapas.

La alta dirección debe promover la participación, motivación, reconocimiento de los empleados. Deberá promover las actividades del equipo para lograr mejoras del desempeño energético.

- **Política energética**

La política energética es la controladora del SGE, y del desempeño energético de la organización. La política energética es una declaración de la intención de la empresa para lograr una mejora en el desempeño energético.

2.3.4 Planeación energética

- **Revisión energética.**

Comprender y analizar el consumo y desempeño energético, y la determinación de oportunidades de mejora.

- **Línea base energética**

Determinar el comportamiento energético actual de la organización y actué como referencia al momento de implementarse el SGE.

- **Indicadores de eficiencia energética.**

Establecer indicadores de desempeño energético para el monitoreo del desempeño energético de la organización, son cuantificables.

2.3.5 Implementación y operación

- **Competencia, formación y sensibilización**

La organización define las competencias y las necesidades organizativas. Todas las personas que trabajen en la organización deben estar conscientes de la importancia del desempeño energético.

- **Documentación**

Mantener documentados todos los procesos, procedimientos, instructivos y registros para asegurar el correcto funcionamiento del SGE

2.4 Fundamento legal

En los últimos años, en el Ecuador se han dado varios cambios significativos a nivel legislativo y regulatorio, como fue en el (2008), la aprobación de la nueva Constitución, que posee varios artículos que beneficia a la investigación, entre los más destacados tenemos:

Art. 15. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Art. 333. Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas.

Art. 314 El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias y los demás que determine la ley.

Art. 413 El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Mediante decreto Ejecutivo No. 1681 firmado por el presidente de la República Economista Rafael Correa dispuso que:

Las entidades y organismos de la Administración Pública Central deben implementar tecnologías de eficiencia energética, así como programas de capacitación sobre uso racional de la energía dirigidos a todos sus funcionarios.

El Decreto señala que todas las instituciones gubernamentales deben conformar un Comité de Eficiencia Energética que asumirá la labor de implementar medidas de ahorro energético, en coordinación con la Dirección de Eficiencia Energética del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

Igualmente en el año 2007, se realizaron estudios de diagnósticos energéticos en edificios públicos de la ciudad de Quito a fin de determinar los usos de la energía principalmente eléctrica, identificar los centros de costos, crear una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía. Como consecuencia del estudio, se elaboró una propuesta de contenidos y prácticas replicables a nivel nacional.

Se ha obtenido las siguientes normativas obligatorias:

Reglamento RTE INEN 036 “Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado que además regula las importaciones de tal forma que solo se permite la comercialización de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) etiquetados con los rangos de desempeño energético A y B.

También existen normas técnicas ecuatorianas voluntarias de eficiencia energética tales como:

NTE INEN 2498 “Eficiencia Energética en motores eléctrico estacionarios”

NTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”

NTE INEN 2567 “Eficiencia Energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos”

NTE INEN 2555 “Seguridad en cocinas de inducción”

Junto con el COMEX se ha gestionado las siguientes resoluciones:

Resolución COMEXI 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem) de lámparas compactas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.

Resolución COMEXI 529: Se prohíbe las importaciones de focos incandescentes entre 25 y 100W de uso residencial a partir de enero de 2010.

En el marco del proyecto Eficiencia Energética en la Industria ejecutado por el MEER con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), se adoptó la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001 “Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”.

En el Plan Nacional del buen vivir, se presentan políticas relacionadas con la eficiencia energética

- a) Aplicar programas e implementar tecnologías orientadas al ahorro y a la eficiencia de las fuentes actuales y a la soberanía energética.

- b) Aplicar esquemas tarifarios que fomenten la eficiencia energética en los diversos sectores de la economía.

2.5 Definición de términos.

Auditoria Energética: Consiste en el análisis de la situación energética a lo largo de un período de tiempo, con el fin de determinar el cómo; dónde y costo de utilizar los recursos energéticos de una determinada entidad.

Carga Instalad: Suma de la potencia de todos los equipos conectados en un sistema eléctrico

Consumos lineales: Los consumos lineales se clasifican como:

- **Resistivos:** planchas, calentadores, lámparas incandescentes.
- **Inductivos:** motores, lámparas fluorescentes.
- **Capacitivos:** condensadores.

Consumos no lineales: Equipos basados en dispositivos de la electrónica de potencia, como diodos, transistores, tiristores, generan armónicos en la red eléctrica (porque son dispositivos no lineales) tales como: computadores, sistemas de control, artefactos electrodomésticos, sistemas de regulación.

Energía: Insumo principal en la producción de bienes y servicios

Eficiencia Energética: Practica empleada para disminuir el consumo de energía

El factor de potencia: Se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente. Comúnmente, el factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía

Eléctrica que se ha convertido en trabajo. El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

Indicador de desempeño energético (IDEn): Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización.

Índice energético: Cantidad total de energía consumida por unidad de producto fabricado o servicio ofrecido.

Indicador energético: Valor establecido del consumo energético por producto fabricado o servicio ofrecido.

Frecuencia: Es el número de ciclos completos de una función periódica. La unidad SI de la frecuencia es el hertzio (Hz).

Línea base energética: referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético

Potencia activa: La potencia efectiva o real es la que en el proceso de transformación de la energía Eléctrica se aprovecha como trabajo. La unidad es el vatio (W) y se le simboliza con P

Potencia reactiva: La potencia reactiva es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos como los motores y transformadores. La unidad es el Var y se le simboliza con Q

Potencia aparente: La potencia aparente es la suma geométrica de las potencias efectiva y reactiva; es decir:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.1)$$

La unidad es el VA y se le simboliza con S.

Niveles de voltaje: Se refiere a los niveles de alto voltaje (AV), medio voltaje (MV) y bajo voltaje (BV) definidos en el Reglamento de Suministro del Servicio.

Perturbación rápida de voltaje (flicker): Es aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto "Flicker" (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Voltaje Armónico: Es un voltaje sinusoidal de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz del voltaje de suministro.

Voltaje nominal (Vn): Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Voltaje de suministro (Vs): Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado.

2.6 Conclusiones del capítulo

- En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga se ha desarrollado un trabajo titulado Auditoría energética Eléctrica de la ESPE – Latacunga, cuyo objetivo general fue reducir los costos de la planilla eléctrica y se propuso una propuesta de

optimización del uso y administración de la energía que no fue acogida por los directivos de la misma.

- La eficiencia energética es la alternativa más barata y menos contaminante para conseguir la disminución del consumo energético en una empresa de cualquier índole.
- Los sistemas de planeación y control de la administración de la energía hoy en día se aplican a Instituciones de educación de diferentes partes del mundo.
- Es imprescindible reducir el consumo de petróleo y combustibles fósiles para contribuir con la disminución su impacto en el cambio climático y la economía mundial.
- Algunos autores han propuesto las herramientas básicas y procedimientos para el mejoramiento de la eficiencia energética, siendo el más importante la implementación de un Sistema de Gestión Energética.
- La norma ISO 50001 tiene como propósito llegar a ser el referente mundial para la eficiencia energética para todo tipo de organizaciones, independientemente de su sector, actividad o tamaño.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación

Para alcanzar los objetivos generales y específicos propuestos en la presente investigación se ha efectuado una amplia consulta bibliográfica, analizando trabajos precedentes realizados en la misma Universidad, así como los realizados en otras instituciones de servicio dentro y fuera del país, también se consultó acerca de la estructura y requerimientos de la norma ISO 50001. Se realizó un diagnóstico energético integral de la Universidad, apoyándose en observaciones y mediciones, estudio de facturaciones para obtener información relacionada con el uso de los recursos energéticos y lograr alcanzar la caracterización del objeto de estudio y finalmente hacer una propuesta de solución a la problemática planteada a través de un Sistema de Gestión energética tomando como base la norma internacional ISO 50001.

3.1.1 Modalidad de la Investigación

Es una investigación de campo para estudiar la implementación de un SGE con la norma ISO 50001 en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

3.1.1.1 De Campo

La investigación realizada es una investigación de campo para descubrir detalles del uso de los recursos energéticos en la ESPE-EL y de esta manera comprender su incidencia en el quehacer universitario. Para ello fue importante realizar la revisión energética en base a los requerimientos de la norma ISO 50001. Se realizó una estratificación en cada área para determinar sus consumos y oportunidades de ahorro

En esta investigación se realizó un análisis bibliográfico en textos, documentos, páginas web relacionadas con el diagnóstico y la eficiencia energética para sustentar teóricamente el tema de investigación, así como elaboración de fichas de observación para la recolección de datos y a través de un analizador de carga industrial se obtuvo datos relacionados con la calidad de la energía eléctrica como son factor de potencia, picos de voltaje, picos de corriente, flickers, armónicos de corriente, potencias activas, reactivas. etc.

3.1.1.2 Bibliografía – Documental

Para esta investigación se realizó una amplia investigación bibliográfica en textos, módulos, documentos, páginas de internet relacionadas a la temática que sustentaron el marco teórico de la investigación.

Para el consumo energético histórico se analizó facturas del consumo energético, presupuesto institucional proporcionadas por la Unidad Financiera y Empresa Eléctrica Cotopaxi.

3.1.2. Tipo de Investigación

A. Descriptiva.

Se realizó una investigación descriptiva de los portadores energéticos utilizados en la escuela Politécnica del ejército extensión Latacunga, dentro de esta estructura la electricidad es el principal componente.

B. Investigación prospectiva

Debido a que se realizó una investigación desde la variable independiente a la variable dependiente, es decir se conoce o manipula y se determinan

consecuencias en la variable dependiente. En la presente investigación se partió del diagnóstico energético para posteriormente determinar oportunidades para alcanzar una mejor eficiencia energética.

C. Operacionalización de las variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3. 1 Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE: Diagnóstico energético					
Concepto	Categoría	Indicadores	Item	Técnicas	Instrumentos
Es un proceso que permitirá determinar el consumo y calidad de la energía en la ESPE-EL	Iluminación	Consumo promedio por aula	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
		Consumo de energía por departamento	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
		Consumo por laboratorio	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
		Consumo en pasillos y corredores	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
	Computadoras	Consumo promedio de por aula	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
		Consumo de energía por departamento	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
		Consumo por laboratorio	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
	Equipos de laboratorio	Consumo por Departamento	kWh	Observación y medición	Ficha de observación
	Calidad de la energía	Factor de potencia	Capacitivo o inductivo	Observación y medición	Libro de campo
		Armónicos	THD %	Observación y medición	Libro de campo
	Calidad de las Instalaciones Electricas	Sección y estado de los elementos del Sistema Eléctrico	Buenos y malos	Observación y medición	Libro de campo
	Equipos obsoletos	Costo	\$	Observación y medición	Ficha de observación

Tabla 3. 2 Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia Energética					
Concepto	Categoría	Indicadores	Item	Técnicas	Instrumentos
Es la determinación de oportunidades de ahorro y mejora energética	Desperdicios de energía	Pérdidas	kWh	Observación	Ficha de observación
	Equipos obsoletos	Costo	\$	Observación	Ficha de observación

3.2 Población y muestra

La ESPE-L cuenta con cinco directivos (Director, Subdirector, Jefe administrativo, Jefe Financiero y Jefe de mantenimiento y construcciones), estableciéndose la técnica de encuesta al 100%, con la finalidad de determinar el grado de gestión energética que existe en la universidad y el apoyo que se daría para la implementación de la propuesta en esta investigación.

Para los datos del diagnóstico energético, se determinó el consumo energético en los laboratorios de mayor consumo eléctrico, y aulas y oficinas de toda la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga.

Esta selección se dio considerando que la mayoría las aulas y oficinas tienen las mismas características con lo que se puede contar con información importante de toda la universidad.

3.2.1 Instrumentos de la Investigación.

La recolección de la información fue a través de fechas de observación y trabajos de campo para de esa manera obtener el consumo energético eléctrico total, lo que permitió realizar un adecuado diagnóstico del uso

de la energía en la institución. Para evaluar la calidad de energía del Campus de la ESPE Extensión Latacunga, se utilizaron las planillas de consumo emitidas por ELEPCO S.A., además se solicitó a la empresa eléctrica la conexión de un analizador de Energía y de la Calidad Eléctrica FLUKE 4417, el mismo que permaneció conectado durante siete días consecutivos, este equipo efectúa mediciones en las tres fases del transformador de alimentación. Es un equipo portátil que puede medir como 32 magnitudes eléctricas con intervalos de 10 minutos. Estos datos fueron transferidos a un computador y por medio de programa PQ Log fueron procesados para realizar el análisis correspondiente.

3.2.2 Métodos y técnicas empleadas.

Un aspecto de vital importancia en el desarrollo de esta investigación es la utilización de la metodología recomendada por la norma ISO 50001, uno de los requisitos de esta norma es el levantamiento de la línea base, en relación al uso de la energía en función de la unidad de salida del sistema A través de análisis se determinó los requerimientos de la norma ISO referidas a los índices energéticos y la línea base.

Los datos que se recolectaron son el medio a través del cual prueban las hipótesis, y se logran los objetivos del estudio originado del problema de investigación”.

3.2.2.1 Recopilación de Información

A. Descripción de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

La ESPE Extensión Latacunga, es un establecimiento de educación superior, líder en la zona central del país, creado en junio de 1984, ofrece a la juventud carreras profesionales de excelente futuro laboral y

económico, únicas en el país. La jornada laboral va desde las 7H00 hasta las 16H00 pero algunas dependencias eventualmente laboran hasta las 19H00 o más.

Las carreras que oferta se indican en la describen en la tabla 3.3 y el número de alumnos matriculados.

Tabla 3. 3 Carreras que oferta la ESPE-EL

DEPARTAMENTO	CARRERAS	NÚMERO DE ALUMNOS
Eléctrica y Electrónica	Ingeniería Electrónica e Instrumentación	290
	Ingeniería Electromecánica	188
	Ingeniería del Software	39
Energía y Mecánica	Ingeniería Mecánica Automotriz	359
	Ingeniería Mecatrónica	314
	Petroquímica	63
Ciencias Administrativas	Ingeniería en Finanzas y Auditoría	398
	Ingeniería Comercial	39
	Ingeniería en Administración Turística y Hotelera	154
Lenguas	Suficiencias en Idiomas	90
TOTAL		1934

Hace aproximadamente un año y medio el departamento de Ciencias Administrativas se encuentra laborando en el nuevo campus “General Guillermo Rodríguez Lara” ubicado en la Parroquia Belisario Quevedo.

B. Evaluación de la Gestión Energética

Para evaluar la eficiencia energética en la universidad se utiliza una encuesta sobre gestión energética la misma que se indica en la tabla 3.4. Esta encuesta fue hecha al director de la institución con la finalidad de

conocer su interés sobre la implementación de un sistema de gestión energética, ya que el compromiso de la alta gerencia es el primer paso para que se implemente el SGE.

Tabla 3. 4 Encuesta de Gestión Energética

INFORMACIÓN SOBRE GESTIÓN ENERGÉTICA				
Ord.	PREGUNTA	SI	NO	OBSERVACIÓN
1	¿Existe un manejo eficiente con respecto al uso de la energía?		x	
2	¿Existe motivación permanente para ahorrar energía?		x	
3	¿Existe un comité de gestión de energía?		x	
4	¿Existen metas para la reducción del consumo energético?		x	
5	¿Se han realizado optimizaciones energéticas?		x	
6	¿Considera útil aplicar un sistema de gestión energética?	x		

Elaboro Katya Torres

Los resultados de la encuesta indican que en la institución no existe un adecuado sistema de gestión energética por lo que es importante que se implemente uno. El director además mostro un gran interés por los resultados obtenidos en esta investigación y en las propuestas

C. Caracterización energética

El análisis energético de la ESPE-EL se empieza determinando los principales portadores energéticos que son la electricidad, diésel y gasolina; en menores proporciones se usa el Gas Licuado de Petróleo (GLP) y los Lubricantes.

En la tabla 3.5 se indican el consumo de energía eléctrica de la universidad durante los años 2010, 2011, 2012 y 2013, esta información fue obtenida de facturas y registros del departamento financiero.

Tabla 3. 5 Consumo histórico de energía eléctrica

COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL CONSUMO ENERGÉTICO													
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL (kWh)
2010	27367	19261	28729	30599	28992	32362	30114	17542	27457	31644	27817	26846	328730
2011	30633	20394	28549	28965	29006	32974	28072	19702	28059	30359	30707	29096	336516
2012	33181	24098	33004	32335	34830	30501	31256	20627	28452	34142	29401	27003	358830
2013	29138	23004	29612	29636	31640	23311							167372

El consumo de diésel correspondiente a los años 2012 se indica en la tabla 3.6

Tabla 3. 6 Consumo histórico de diésel.

COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL CONSUMO DE DIESEL													
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL (USD)
2012	4037,0	4037,0	4037,0	4037,0	4037,0	3975,0	2353,8	3975,0	4037,0	2814	3024	2700	358830

D. Descripción del Sistema Eléctrico.

El Sistema de suministro eléctrico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, está compuesto de cinco transformadores, que se encuentran ubicados en cámaras de transformación. En la tabla 3.7 se describen las características de cada uno y la respectiva carga instalada.

Tabla 3. 7 Sistema de Suministro de energía de la ESPEL

CT	CAPACIDAD (kVA)	VOLTAJE (kV/V)	CARGA TOTAL INSTALADA (kW)
T-1	100	6.3/220-120	437,85
T-2	75	6.3/220-120	150,97
T-3	200	13.8.220-120	200,5
T-5	75	13.8.220-440	45

La potencia instalada total asciende a 834 kW.

E. Consumo energético por áreas

Para determinar el consumo energético en las diferentes áreas de trabajo se colocó un analizador de carga FLUKE, durante una jornada de trabajo en las de mayor consumo, en las de menor de menor consumo se realizó cálculos para determinar este consumo el cual consiste en multiplicar la potencia instalada por el número de horas que dura la jornada laboral. Obteniéndose los resultados indicados en la tabla 3.8

Tabla 3. 8 Consumo eléctrico por áreas

DEPENDENCIA	DURACIÓN DEL REGISTRO	CONSUMO PROMEDIO DIARIO PROMEDIO DIARIO (kWh)
Biblioteca	Un día	115,752
Unidad de Talento Humano	Un día	86,904
Departamento de Eléctrica y Electrónica	Un día	37,02
Dirección	Un día	27,87
Departamento de Energía y Mecánica	Un día	27,244
Subdirección	Un día	27,11
Unidad Financiera	Un día	21,285
Patios y Pasillo	Un día	21,03
Departamento de Lenguas	Un día	18,02
Unidad de Admisión y Registro	Un día	16,632
Jefatura Administrativa Financiera	Un día	16,08
Mantenimiento de Construcciones	Un día	14,54
Bienestar Estudiantil	Un día	10,572
Policlínico	Un día	9,828
Unidad de Información	Un día	8,7
Procuraduría	Un día	7,88
Archivo	Un día	7,44
Unidad de Márquetin	Un día	7,43
Departamento de Bienes	Un día	7,268
Mantenimiento de Computadoras	Un día	6,16
Unidad de Logística	Un día	4,45
Bodega de suministros	Un día	4,12
Baños	Un día	0,68

Para determinar la potencia instalada en el laboratorio de mayor uso de la institución se procedió a revisar el equipamiento de cada uno de ellos y

determinar sus características eléctricas de potencia a través de la placa de datos, los resultados obtenidos se indican en la tabla 3.9.

Tabla 3. 9 Potencia Instalada de laboratorios

LABORATORIO	POTENCIA INSTALADA (kW)
Sistemas	152
Soldadura	114,6
Robótica	42,99
Mecánica	42,583
Química	5,488

E. Características de sistema de Iluminación

Para el levantamiento de potencia del número de luminarias se realizó recorrió por cada una de las dependencias de la institución para contabilizar el número y tipo de luminaria, los resultados se indican en la tabla 3.10

Tabla 3. 10 Tipo de luminarias

TIPO DE LÁMPARA	CANTIDAD	POTENICA kW
Ahorraadores 20W	341	6,82
Fluorescentes 40W	1972	78,88
Incandescentes 100W	57	5,7
Ahorraadores 85W	4	0,34
Ojos de buey 50W	10	0,5
Incandescentes 60w	12	0,72
Reflectores 1500w	4	6
Luz Led 5w	16	0,08

F. Calidad del suministro eléctrico

Los datos fueron obtenidos de un analizador de carga FluKe 4417 que permitió establecer la calidad del suministro eléctrico que garanticen un buen funcionamiento de las cargas instaladas. Este analizador detecta y registra todos los detalles durante un intervalo definido por el usuario. Este analizado fue conectado durante siete días consecutivos y los datos fueron registrados por intervalos de tiempo de 10 minutos.

3.2.3. Procesamiento y análisis

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados en la investigación, se aplicó los requerimientos medulares establecidos por la Norma ISO 50001 en cuanto a la Revisión Energética. En este proceso se desarrolló y analizó el perfil energético de la institución para comprender si están funcionando adecuadamente.

El resultado de la revisión energética es información crítica para definir la línea base, objetivos, metas y planes de acción. Para analizar la información se recurrió a diferentes herramientas de gestión energética como son:

DIAGRAMAS DE PARETO. Son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total. El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o ley 80 – 20 que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

GRÁFICOS DE CONTROL: Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Generalmente se usan como instrumento de autocontrol por los círculos y grupos de calidad y resultan muy útiles como apoyo a los diagramas causa y efecto, cuando se aplica a cada fase del proceso y detectar en cuales fases se producen las alteraciones.

GRÁFICOS DE CARGAS: Son aquellos gráficos que permiten la representación del consumo de las cargas en el tiempo. Pueden ser: individuales o en grupo, continuos o escalonados, diarios, mensuales o anuales.

ESTUDIO DE CARGAS: Un estudio de cargas es la determinación de la tensión, intensidad, potencia y factor de potencia o potencia reactiva en varios puntos de una red eléctrica, en condiciones normales de funcionamiento. Los estudios de carga son fundamentales en la programación del futuro desarrollo del sistema, puesto que su funcionamiento satisfactorio depende del conocimiento de los efectos de la interconexión con otras redes, de las nuevas centrales generadoras y de las nuevas líneas de transporte, antes de que se instalen.

MÉTODO DE CORRELACIÓN: Es un gráfico que muestra la relación entre dos variables. Su objetivo es mostrar un gráfico x-y si existe una correlación entre dos parámetros y en caso de que exista que carácter tienen entre ellas.

VALOR PRESENTE NETO (VPN). Esta técnica, según Weston y Brigham, (1994), se basa en calcular el valor presente neto de los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto. Es una medida de las ganancias que puede reportar el proyecto, siendo positivo si el saldo entre beneficios y gastos es favorable,

y negativo en caso contrario. Se determina como se indica en la ecuación (3.1).

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \frac{FNE_5+VS}{(1+i)^5} \quad (3.1)$$

Dónde:

- VPN = valor presente neto (\$)
- FNE= Flujo neto de caja (\$/año)
- i= Tasa esperada de rendimiento (13%)
- P= desembolso inicial (\$)

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR). La tasa interna de retorno - TIR -, es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico.

3.2.4 Procedimientos de la Investigación

En este trabajo el proceso de la investigación se llevará a efecto a través de las siguientes fases:

- Descripción del Sistema Energético de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.
- Aplicación de una encuesta a Directivos y personal técnico para evaluar para evaluar la aplicación de un sistema de Gestión en la Universidad.

- Levantamiento de carga de luminarias, computadoras y equipos de laboratorios.
- Cuantificación y medición de consumo de energía en cada área de la ESPE-EL.
- Medición de los parámetros eléctricos por medio de un analizador de carga industrial para determinar la calidad del suministro eléctrico.
- Procesamiento y análisis de los datos obtenidos para determinar el consumo actual de la energía.
- Determinación de índices de consumo y correlación entre consumo energético y número de estudiantes.
- Formulación de un plan de gestión energética tomando como referencia los requerimientos de la norma ISO 50001.

3.3 Conclusiones del capítulo

- A través de la metodología presentada se reunieron todos los datos los datos requeridos e información de valor para la gestión de la energía.
- Estos resultados es información importante para definir indicadores de desempeño energético, línea base, objetivos metas y planes de acción.
- El primer paso para implementar un sistema de gestión energética es el compromiso de la alta gerencia por lo que se aplicó una encuesta al director para conocer su predisposición y apoyo a la implementación de SGE.

- Para la recopilación de la información es fundamental elaborar fichas de observación a fin de registrar los datos requeridos para cumplir con los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se analizará e interpretará los datos obtenidos por los instrumentos mencionados en la metodología de la investigación, para determinar las variables que afectan el uso, consumo energético y desempeño energético en la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga.

4.1 Análisis del resultado de la encuesta

Se ha tabulado los resultados de la encuesta se indican en la figura 4.1

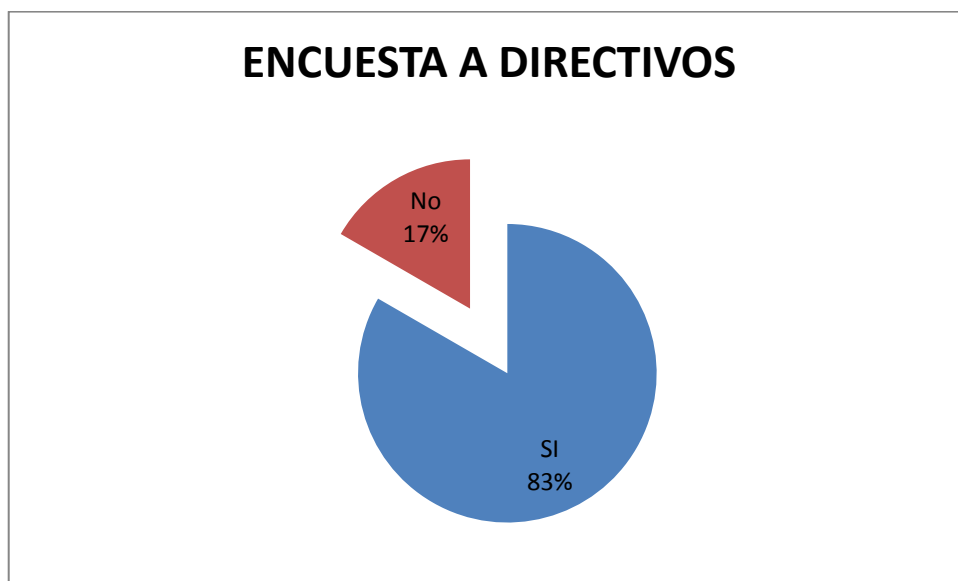


Figura 4. 1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

La figura describe que existe una deficiencia en materia de gestión energética representando el 83%.

Las causas por una mala gestión energética por los siguientes aspectos:
Inadecuada contabilización energética

La actividad relacionada con la contabilización energética no está sustentada con la debida herramienta informática que facilite el control de los consumos de la energía eléctrica.

Inadecuada preparación de los recursos humanos. No se cuenta con un programa de capacitación continua sobre SGE para mantener adecuados indicadores de consumo.

Falta de concientización del alumnado y trabajadores. Se deben buscar mecanismos para que favorezcan la concientización de alumnos y trabajadores

Deficiente mantenimiento de equipos. De forma general los equipos (computadoras, luminarias, etc) tienen un mantenimiento insuficiente y el cumplimiento irregular del contrato de terceros para este objetivo.

Envejecimiento de la estructura civil. El edificio central lleva más de 80 años, sus paredes son anchas y sus ambientes oscuros y se necesita que estén tanto el día y la noche encendidas.

4.2 Análisis de consumo de los portadores energéticos

Aplicando el principio de Pareto, se determina la estructura de consumo de portadores energéticos de la universidad y el peso que tiene cada uno de ellos, la información obtenida se indica en la figura 4.2. El 20% de los portadores que representan el 80% del consumo total son los portadores principales, siendo en este caso la electricidad y el diésel porque el porcentaje acumulado de estos es el 80%.

Estructura de Consumo de Energéticos

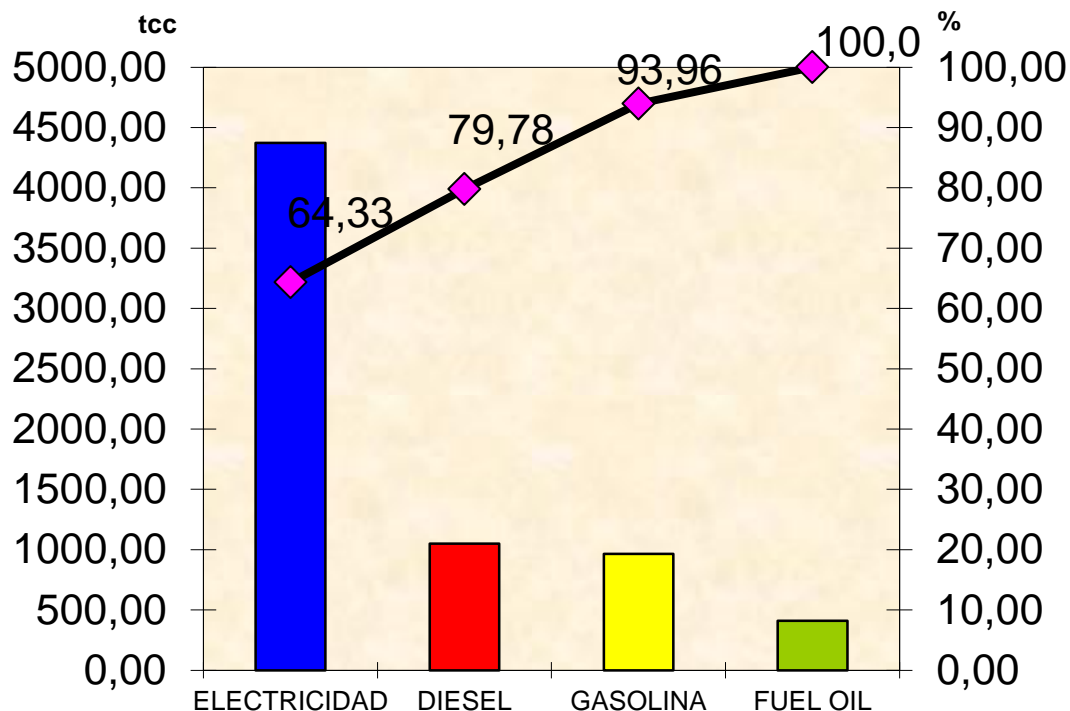


Figura 4. 2 Estructura de consumos promedio anual de portadores energéticos

La electricidad, constituye el mayor portador energético representando aproximadamente el 60,5 %, continúa el diésel con 16,7% y en los últimos lugares se encuentran la gasolina y lubricantes con valores de 15,4% y 7,4% respectivamente

Estos resultados indican que las acciones para mejorar la eficiencia energética se la institución deben estar encaminados al portador de la electricidad.

Al realizar el análisis del presupuesto de la ESPE-EL para el actual año 2013 se determina que el 15% está destinado a gastos energéticos. En la figura 4.3 se puede ver la relación de este gasto

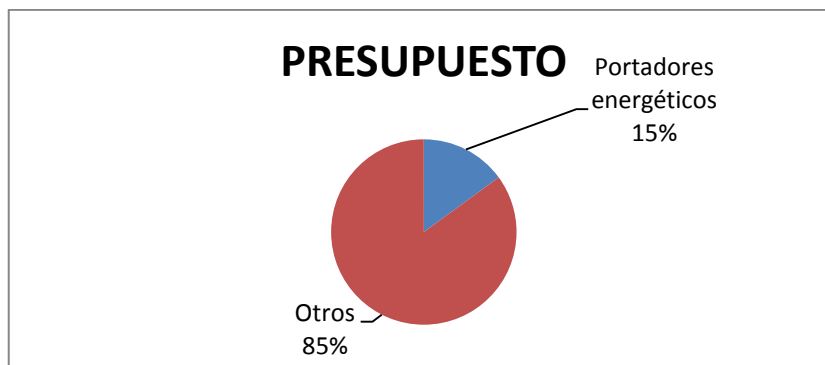


Figura 4. 3 Presupuesto ESPE-EL

El sistema de suministro eléctrico de la ESPE-EL está constituido por 5 transformadores los mismos que alimentan a las diferentes áreas que tiene la universidad esta información se indica en la tabla 4.1

Tabla 4. 1 Descripción del sistema de suministro de la ESPE-EL

Transformador	Capacidad (kVA)	Instalación a las que abastece
CT-1	100	Aulas Bloque B y C Bar Estudiantil. Club de Robótica Departamento de Comunicaciones y TICS Gimnasio Laboratorio de Combustión interna y rectificación Laboratorio de Ingles Laboratorio de Mecánica de Materiales Laboratorios de soldadura Procesos Industriales
CT-2	75	Admisión y Registro Departamento de

		Ciencias Exactas Departamento de Eléctrica y Electrónica Departamento de Lenguas Dirección Información Mantenimiento y Construcciones
CT-3	200	Auditorio Aulas del Bloque A Bienestar Estudiantil Bodega Departamento de Energía y Mecánica Dormitorios Laboratorio equipo FESPE Laboratorios de Mecánica Automotriz Salón de los Marqueses Subdirección
CT-5	45	Laboratorio de Robótica Industrial
CT-4	75	Policlínico Comedor. Biblioteca

4.3 Análisis de consumo eléctrico por áreas

4.3.1 Áreas

Tomando en cuenta que el portador de electricidad es el más importante, se realiza el diagrama de Pareto del consumo de las áreas de la universidad, de la figura 4. 4. se destaca que el 80% del consumo a la

Biblioteca, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Unidad Financiera y oficina de la dirección y subdirección. Esto indica que se debe tomar medidas de ahorro en estas unidades.

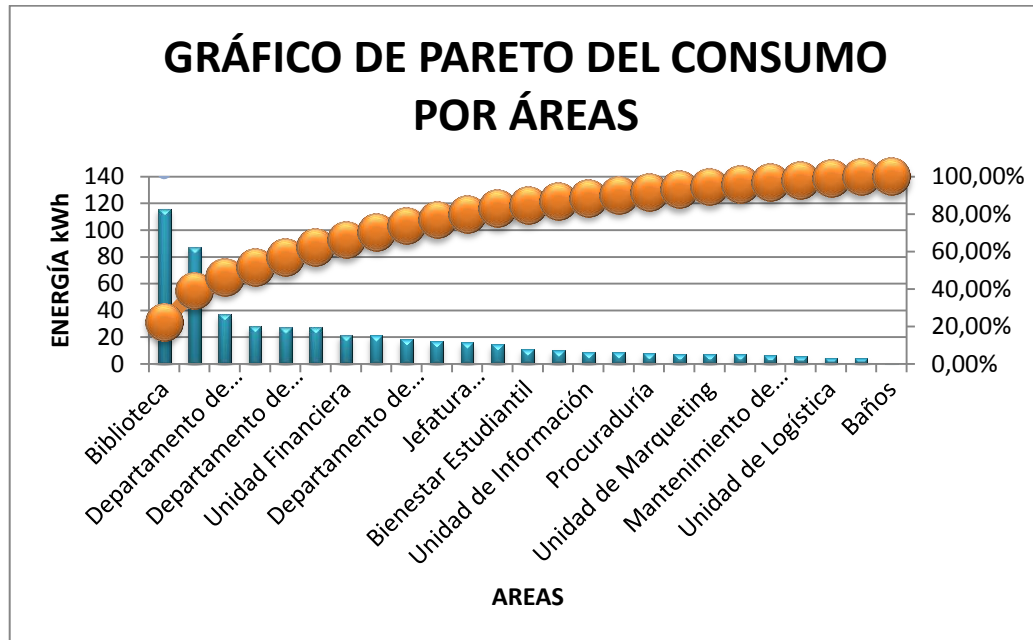


Figura 4. 4 Gráfico de Pareto del consumo energético de las áreas de la ESPE - EL

Es considerable la gran cantidad de equipos de cómputo como son computadoras e impresoras.

En la figura 4.5 se indica la capacidad instalada en luminarias y equipos de cómputo (PC e impresoras) Al analizar la figura se observa que la capacidad instalada en equipos de cómputo representa el 68% y los equipos de iluminación son 32% y 1 % en otros equipos de un total de 70 kW.

Las computadoras se encuentran configuradas a sistema de hibernación que se activa cuando no se las utiliza.

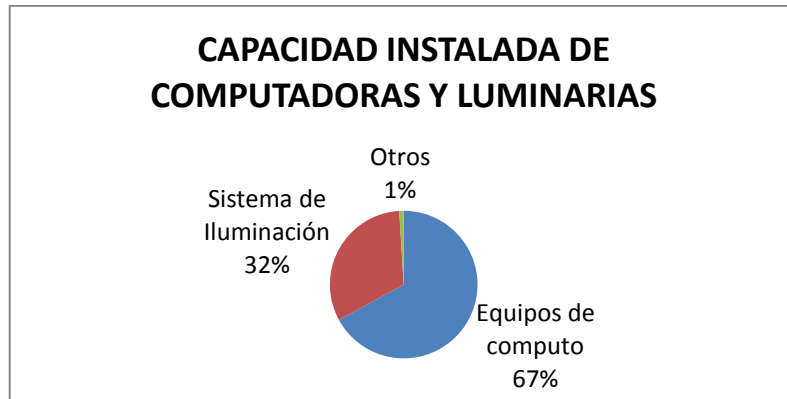


Figura 4. 5 Potencia instalada en luminarias y equipos de cómputo.

El sistema de iluminación de la universidad está constituido por diversos tipos de luminarias, se ha realizado un diagrama de Pareto indicado en la figura 4.6, para determinar el 80% de mayores incidencias y sobre las que se debe realizar acciones al uso racional de los sistemas de iluminación.

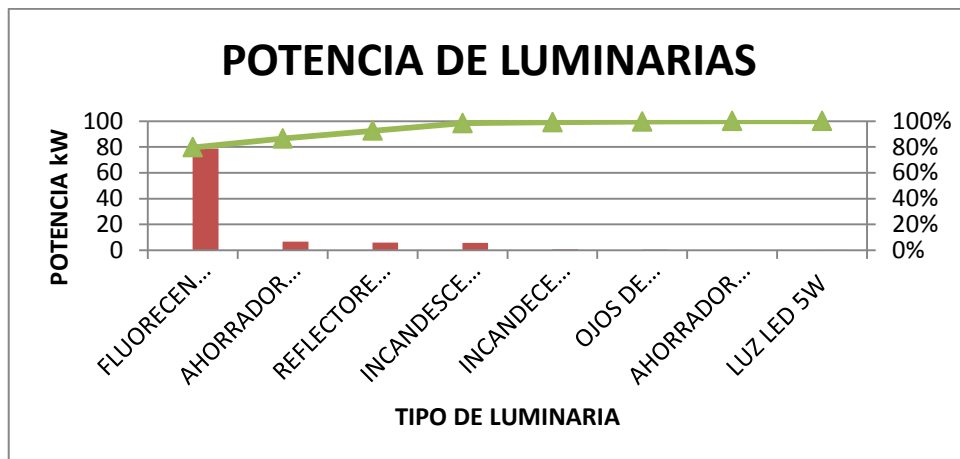


Figura 4. 6 Tipos de luminarias

La mayoría de luminarias instaladas en las áreas de la ESPE-EL son de dos tubos fluorescentes de 40W de potencia, cada una con balastro electromagnético.

Cabe indicar que en algunas oficinas las luminarias se encuentran encendidas sin que nadie ocupe el lugar. También existen luminarias

quemadas demostrando la falta de un mantenimiento periódico y planificado.

4.3.2 Aulas

La ESPE-EL tiene 68 aulas distribuidas en tres edificios y tienen una potencia instalada de 25,5kW en luminarias de tubo fluorescente T-12 de 40 W (ANEXO 1). Se han considerado las luminarias de pasillos y baños.

Las mediciones del nivel de iluminación se llevaron a cabo en los bloques de aulas, dichas mediciones se tomaron teniendo en cuenta la fuente luminosa la ubicación de los puestos de trabajo y su valor corresponde a 270 LUX

4.3.3 Laboratorios

A través de la figura 4.7 se muestra la capacidad instalada en cinco laboratorios que dispone la escuela, se puede indicar que el laboratorio de Sistemas tiene instalado 152 kW, el de soldadura 114,6 kW, el de robótica 42,9 kW, Mecánica Industrial 42,5 kW, y el de Química con 5,4kW. (ANEXO 2)

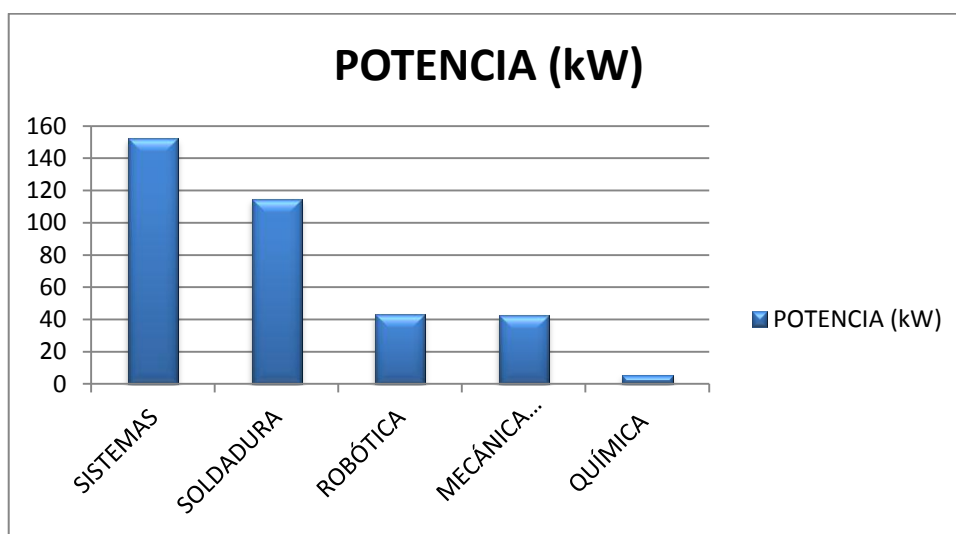


Figura 4. 7 Potencia instalada en Laboratorios

Para el levantamiento de esta información se hizo una inspección en cada laboratorio, y se determinaron las potencias de los equipos a través de la placa de cada uno de ellos. En algunos laboratorios existen equipos obsoletos que vienen funcionando 25 años atrás y ya han cumplido su vida útil. Por lo que tienen una baja eficiencia energética. (ANEXO 2).

Los motores eléctricos que se encuentran funcionando actualmente en los laboratorios han sufrido mucha degradación a través de los años por lo que es conveniente cambiarlas, no sólo para la reducción de energía y beneficio económico, sino también para satisfacer las necesidades operativas de las personas que laboran y utilizan los laboratorios

La principal recomendación es que se incluya una gestión programada de mantenimiento preventivo y predictivo según normativa, a fin de establecer una política de reparación y sustitución basada en un compromiso con la selección y operación de equipos energéticamente.

4.4 Análisis de calidad de los parámetros eléctricos

El análisis a la calidad del servicio eléctrico determina las soluciones a los problemas eléctricos que pueden causar perjuicios dentro de las instalaciones eléctricas, los problemas son de origen interno y externo a la red de suministro cada cual se manifiesta en sobrecalentamiento, daño o mal funcionamiento del equipo. La empresa eléctrica Cotopaxi ELEPCO, instaló un analizador de carga industrial FLUKE 1744 en el transformador T-2 durante 7 días desde el 15 de mayo del 2013 a las 14 h00 hasta el 22 de mayo del 2013 a las 14 H00, este medidor registró una serie de parámetros eléctricos secuenciales tomando datos cada 10 minutos lo que equivale a 1008 mediciones. Los datos fueron evaluados a través del software propio del equipo PQ log.

La normativa que está vigente es la regulación del CONELEC No 004/01, en las cuales se definen los valores límites para los parámetros eléctricos y la IEEE-519 (ANEXO 3).

4.4.1 Voltaje de la Línea 1, Línea 2 y Línea 3

Los datos medidos de voltaje en la línea L1 son 116.84. mínimo y 137,16 máximo. En la figura 4.8 se indica el comportamiento del voltaje en la línea 1 en función del tiempo que corresponde a 7 días. Existe una caída de voltaje considerable a 74,44 V producida el 17/05/2013 a las 11H00. El nivel de voltaje más alto registrado es de 128.28 a las 07H20 del 19/05/2013. Se puede establecer que el voltaje medio para la Línea 1 es de 123.78V.

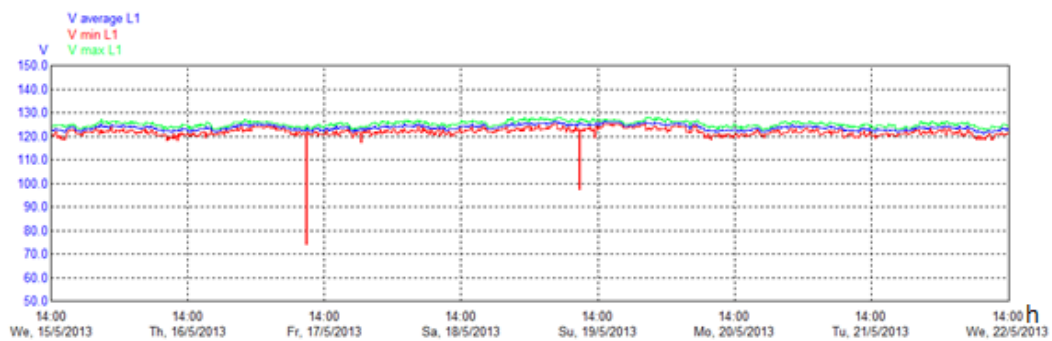


Figura 4. 8 Señales Voltaje Vs Tiempo de la Línea 1

Los datos medidos de voltaje en la línea L2 son 116.84. mínimo y 137,16 máximo. En la figura 4.9 se indica el comportamiento del voltaje en la línea 1 en función del tiempo que corresponde a 7 días. Existe una caída de voltaje considerable a 55,51 V producida el 16/05/2013 a las 09H20. El nivel de voltaje más alto registrado es de 129.01 a las 04H30 del 19/05/2013. Se puede establecer que el voltaje medio para la Línea 2 es de 124,96V.

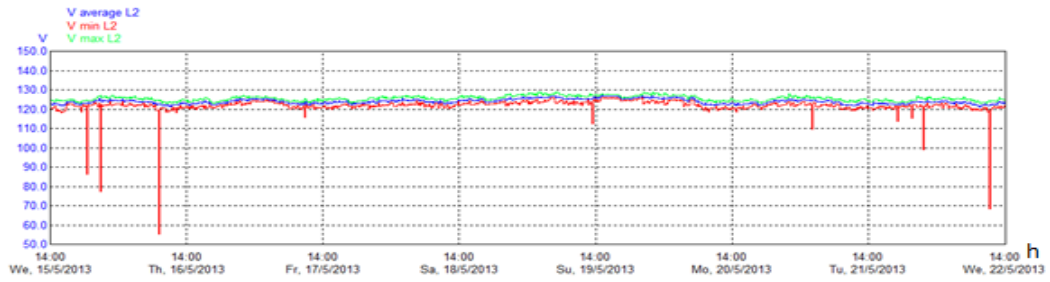


Figura 4. 9 Señales Voltaje Vs Tiempo de la Línea 2

Los datos medidos de voltaje en la línea L3 se encuentran dentro del rango establecido (116.84. mínimo y 137,16 máximo). En la figura 4.10, se indica el comportamiento del voltaje en la línea 1 en función del tiempo establecido de siete días. Existe una caída de voltaje considerable a 81,34 V producida el 17/05/2013 a las 11H20. El nivel de voltaje más alto registrado es de 129.11 a las 22H30 del 19/05/2013. Se puede establecer que el voltaje medio para la Línea 2 es de 124,16V.

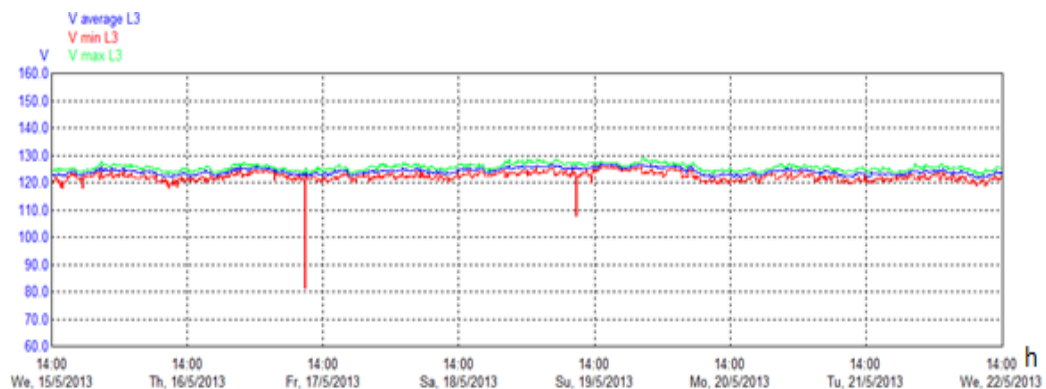


Figura 4. 10 Señales Voltaje Vs Tiempo de la Línea 3

Ninguna de las tensiones de las líneas se encuentra fuera del rango del voltaje establecido por la norma, estos valores deben ser $\pm 10\%$ del voltaje nominal que corresponde a 108 V mínimo y 132 V máximo. Las manipulaciones de la red eléctrica colocando otras cargas hacen que se produzcan esas bajadas de voltaje. Por lo que se concluye que los voltajes de cada línea se encuentran en un nivel Óptimo.

A diferencia de la tensión de las líneas, el voltaje medio y promedio de Neutro con respecto a tierra debe ser lo más cercano a cero. Siendo en nuestro caso 0,58V y 0,79V. Respectivamente. Esta variación en la tensión de neutro equivale a un 0,5% respecto al voltaje promedio nominal. Por lo tanto este es un nivel aceptable para el sistema. Por otro lado existe un 17,5% de datos fuera del rango aceptable lo que significa que existe un desbalance en las cargas del sistema.

4.4.2 Corriente en la Líneas L1, L2 y L3

Los datos medidos de corriente en la línea L1 se muestran en la figura 4.11. Los niveles más altos de corriente se registran los días laborables de lunes a viernes en el horario de 7H00 a 16H00. El valor medio de la corriente es 10,89 A. El pico de corriente más alto se registra el día 15/05/2013 a las 16H20. Las corrientes mínimas se registran a partir de las 21H50 hasta las 7H00

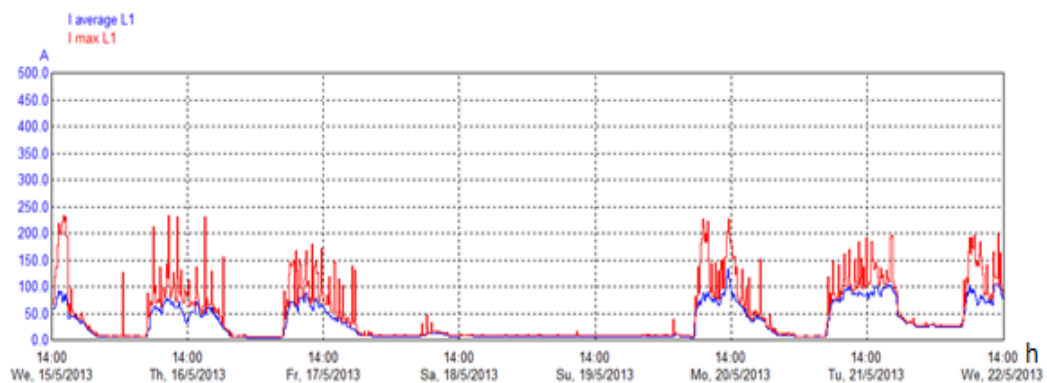


Figura 4. 11 Señal de la Corriente Vs. Tiempo en la Línea 1.

Los datos de la corriente de la Línea 2 se indican en la figura 4.12. Los niveles más altos de corriente se registran los días laborables de lunes a viernes en el horario de 7H00 a 16H00. El valor medio de la corriente es 21,99 A. El pico de corriente más alto se registra el día 16/05/2013 a las 12H20. La corriente mínima se registra a partir de las 21H50 hasta las 7H00.

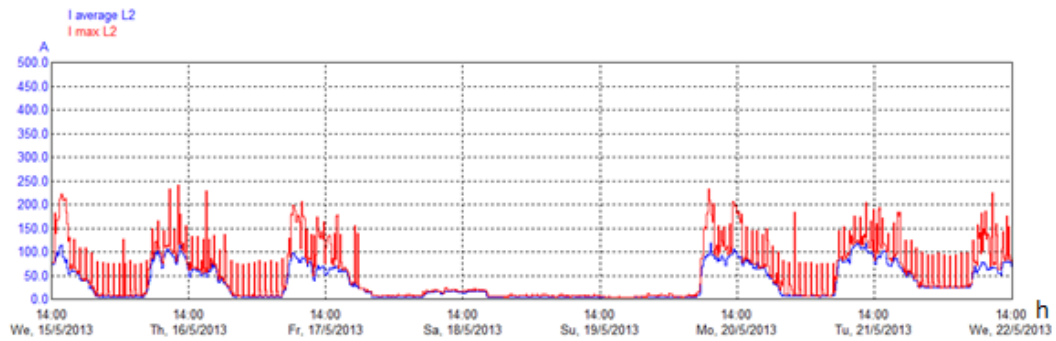


Figura 4. 12 Señal de la Corriente Vs. Tiempo en la Línea 2.

En la figura 4.13 se indican los datos obtenidos de la línea 3. Los niveles más altos de corriente se registran los días laborables de lunes a viernes en el horario de 7H00 a 16H00. El valor medio de la corriente es 10,89 A. El pico de corriente más alto se registra el día 16/05/2013 a las 10H50. Las corrientes mínimas se registran a partir de las 21H50 hasta las 7H00

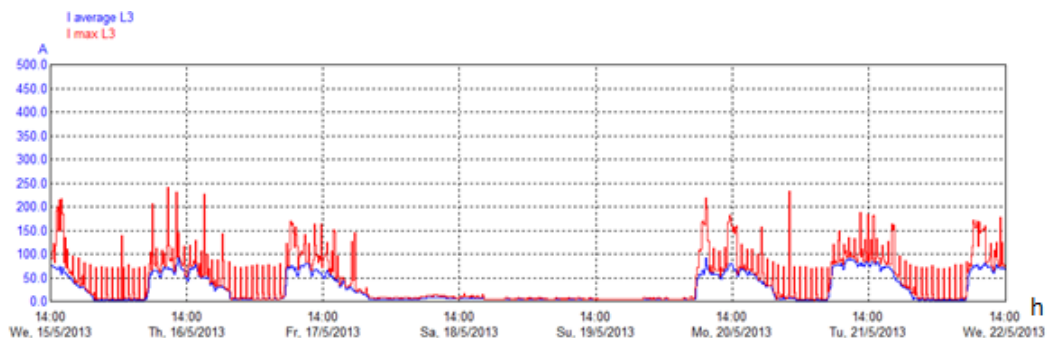


Figura 4. 13 Señal de la Corriente Vs. Tiempo en la Línea 3.

La corriente promedio de la Línea 1 es 48,04 A, de la línea 2 es 55,19 A y de la línea 3 es 45,11 A, lo que indica que existe un desbalance de aproximadamente 13 %, valor que se encuentra dentro de lo estipulado por la norma cuyo valor es 20%.

4.4.3 Datos de Potencia Activa

Los datos de la potencia en la L1 se indican en la figura 4.14. La potencia activa promedio es de 3,58279 kW. La potencia activa máxima registrada

es de 17,03045 kW el 20/05/2013 a las 13H30. La potencia activa mínima registrada es de 0,52534 kW el 20/05/2013 a las 7H30.

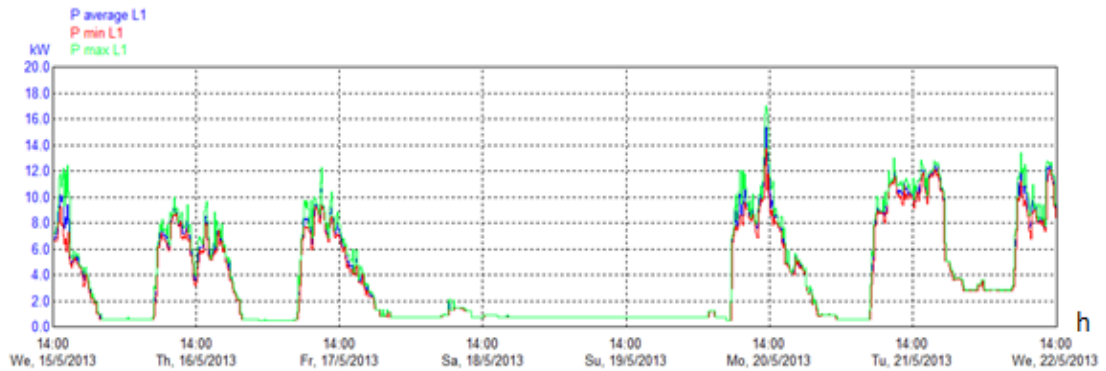


Figura 4. 14 Potencia Activa Vs. Tiempo en la Línea 1.

Los datos de la potencia en la L2 se muestran en la figura 4.15. La potencia activa promedio es de 1,99257 kW. La potencia activa máxima registrada es de 16,920689 kW el 20/05/2013 a las 9H30. La potencia activa mínima registrada es de 0,45085 kW el 19/05/2013 a las 9H50 y 13h30.

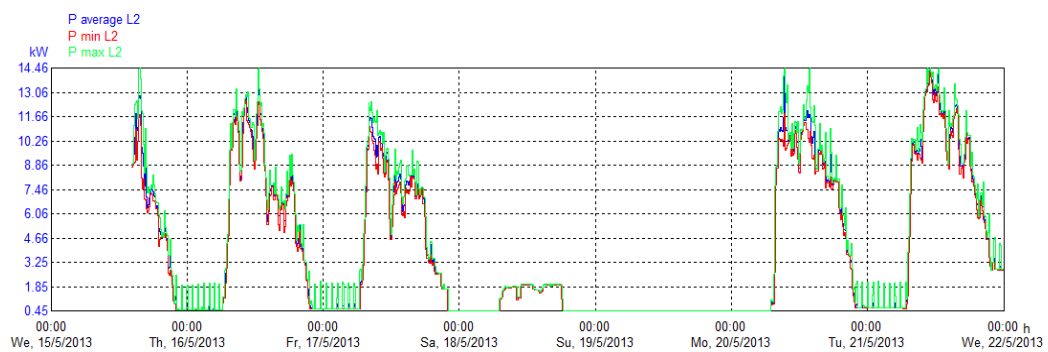


Figura 4. 15 Potencia Activa Vs. Tiempo en la Línea 2.

Los datos de la potencia activa de la línea L3 se indican en la figura 4.16. La potencia activa promedio es de 3,10409 kW. La potencia activa máxima registrada es de 13,15116 kW el 26/05/2013 a las 6H50. La potencia activa mínima registrada es de 0,25679 kW el 20/05/2013 a las 9H50.

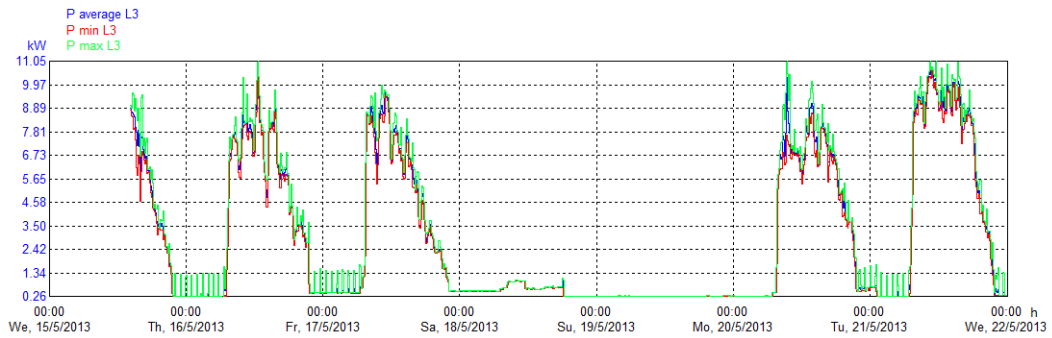


Figura 4. 16 Potencia Activa Vs. Tiempo en la Línea 3.

La figura 4.17 muestra la potencia total. La potencia activa promedio es de 10,90776 kW. La potencia activa máxima registrada es de 38,14798 kW. el 20/05/2013 a las 9H30. La potencia activa mínima registrada es de 1,25846 kW. el 20/05/2013 a las 7H00

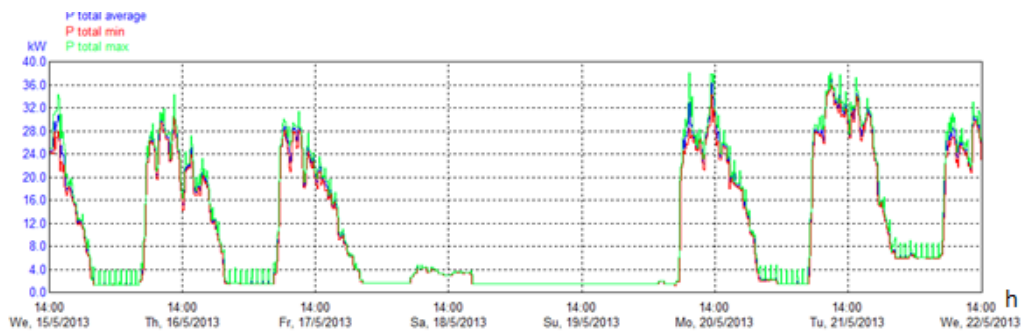


Figura 4. 17 Potencia Activa Total Vs. Tiempo

4.5.5 DATOS DE POTENCIA REACTIVA

Los datos de la potencia en la Línea 1 se indican en la figura 4.18 .La potencia reactiva promedio es de -0,19294 kVAR. La potencia reactiva máxima registrada es de 5,51215 kVAR el 16/05/2013 a las 16H20. La potencia reactiva mínima registrada es de -2,66591 kVAR el 21/05/2013 a las 10h40

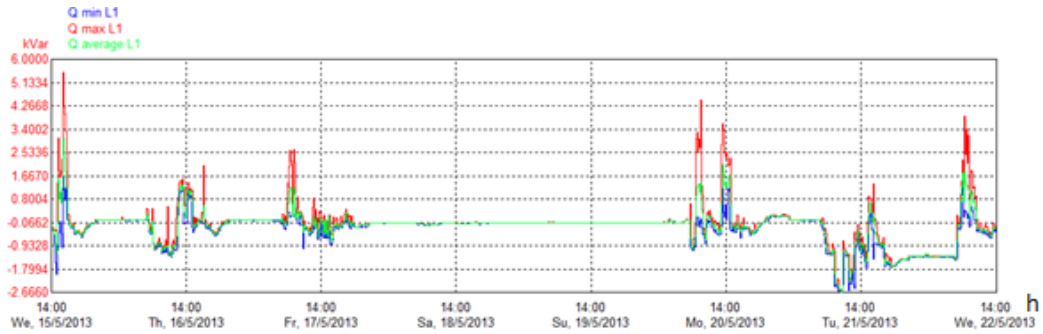


Figura 4. 18 Potencia Reactiva Vs. Tiempo en la Línea 1.

En la figura 4.19 se indica la potencia reactiva de L2. La potencia reactiva promedio es de -0,11316 kVAR. La potencia reactiva máxima registrada es de 6,94900 kVAR el 16/05/2013 a las 12H30. La potencia reactiva mínima registrada es de kVAR. -2,20917 el 15/05/2013 a las 16H40

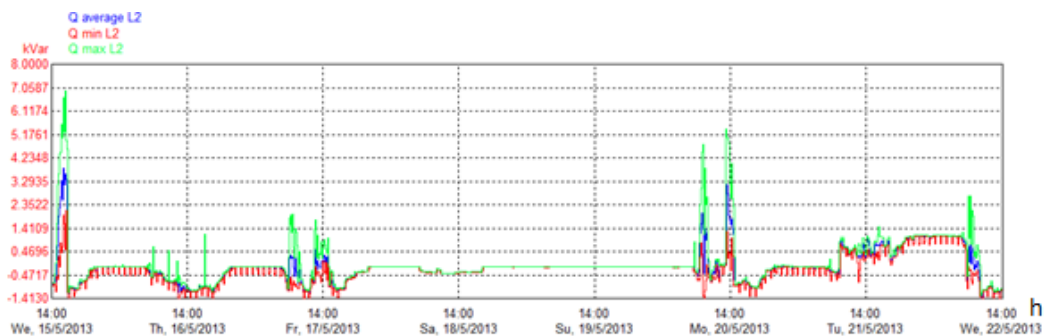


Figura 4. 19 Potencia Reactiva Vs. Tiempo en la Línea 2.

En la figura 4.20 se indican los datos tomados de la línea 3. La potencia reactiva promedio es de -0,23701 kVAR. La potencia reactiva máxima registrada es de 5,82775 kVAR el 20/05/2013 a las 9H30. La potencia reactiva mínima registrada es de -1,954347 kVAR. El 21/05/2013 a las 13H00.

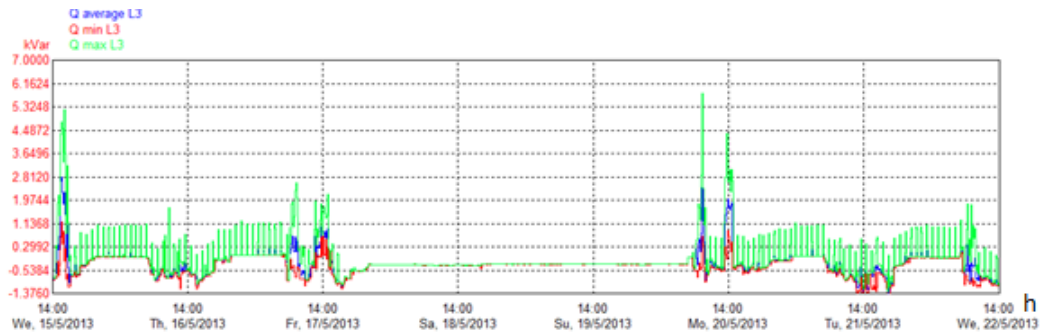


Figura 4. 20 Potencia Reactiva Vs. Tiempo en la Línea 3.

Los datos de la potencia reactiva total se indican en la figura 4.21. La potencia reactiva promedio es -0,55467kVAR. La potencia reactiva máxima registrada es de 12,702273kVAR el 15/05/2013 a las 12H40. La potencia reactiva mínima registrada es de -4,710426 kVAR el 15/05/2013 a las 16H20.

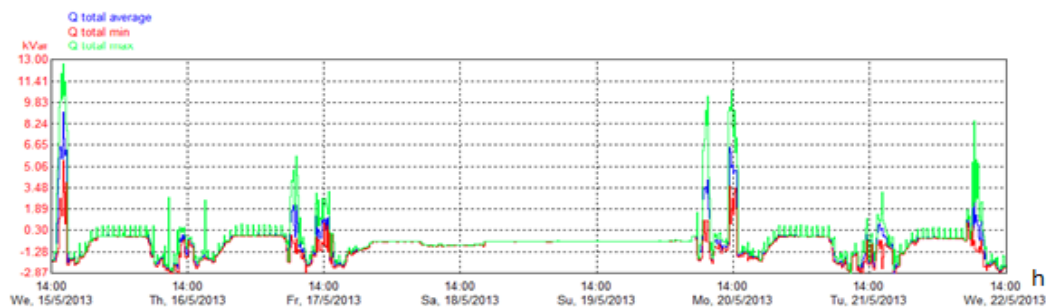


Figura 4. 21 Potencia Reactiva total Vs. Tiempo.

4.4.5 Datos de Potencia Aparente

Los datos de la potencia aparente en la línea 1 se indican en la figura 4.22. La potencia aparente promedio es 3,92242 kVA La potencia aparente máxima registrada es de 18,19875 kVA. El 20/05/2013 a las 13H30. La potencia aparente mínima registrada es de 0,68019 kVA el 17/05/2013 a las 6H20, 8H00 y 3H20.

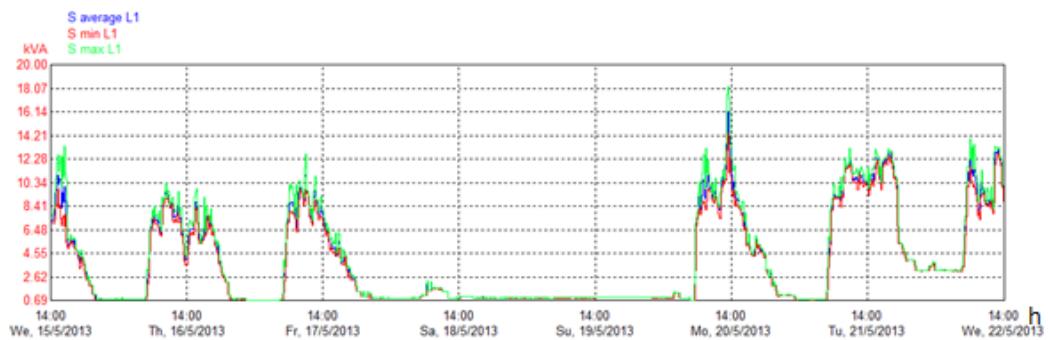


Figura 4. 22 Potencia Aparente Vs. Tiempo de L1

Los datos de la potencia aparente en la línea 2 se indican en la figura 4.23. La potencia aparente promedio es 4,04179 kVA. La potencia aparente máxima registrada es de 17,29116 kVA. El 20/05/2013 a las 9H30. La potencia aparente mínima registrada es de 0,61747 kVA el 19/05/2013 a las 6H10.

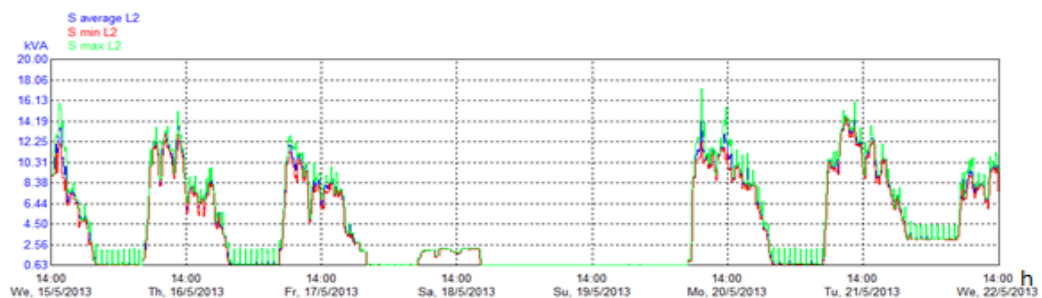


Figura 4. 23 Potencia Aparente Vs. Tiempo de L2

La potencia aparente de la línea 3 se indica en la figura 4.24. La potencia aparente promedio es 3,40538 kVA. La potencia aparente máxima registrada es de 14,65269 kVA el 20/05/2013 a las 9H30. La potencia aparente mínima registrada es de 0,411648 Kva. El 21/05/2013 a las 4H30.

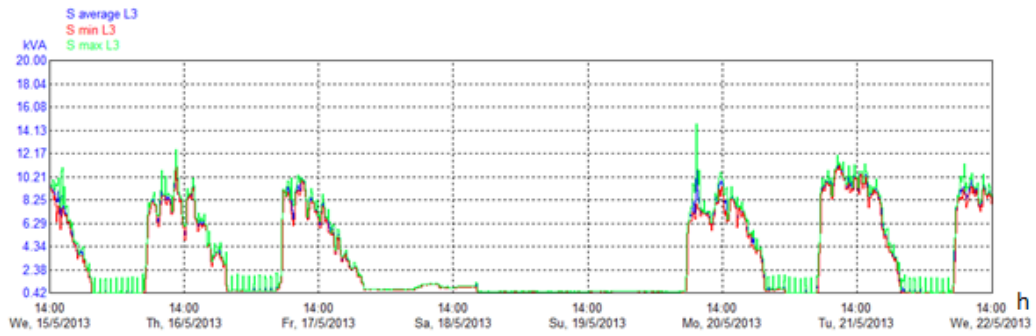


Figura 4. 24 Potencia Aparente Vs. Tiempo de L3

La potencia aparente total se indica en la figura 4.25. La potencia aparente total promedio es 11,66627 kVA. La potencia aparente total máxima registrada es de 41,47056 kVA el 20/05/2013 a las 13H20. La potencia aparente mínima registrada es de 182,01 kVA. El 20/05/2013 a las 7h00

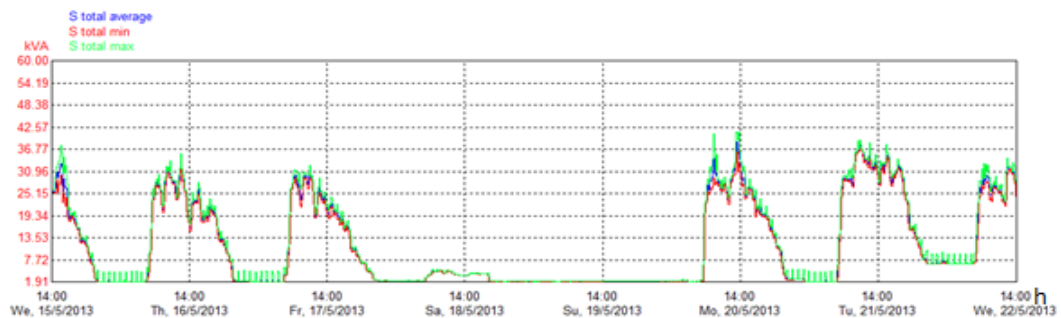


Figura 4. 25 Potencia Aparente Total Vs. Tiempo

Se concluye que la demanda del transformador es del 50% con respecto a la potencia nominal del transformador que es de 100kVA, esto incrementa las cargas ya que este se comporta como una carga altamente inductiva, lo que hace que el factor de potencia disminuya

4.4.6 Datos del Factor de Potencia

Los datos del factor de potencia se indican en la figura 4.26. El factor de potencia promedio es de 0,48 en retraso. El factor de potencia mínima registrada en la línea 1 es 0,99 el 21/05/2013 a las 13H40, cuando las

máquinas del laboratorio de soldadura se encuentran apagadas. El factor de potencia máximo registrada en la línea 1 es 0,981 el 21/05/2013 a las 15H30. El factor de potencia mínima registrado en la línea 2 es -0,988 el 15/05/2013 a las 18H30 y 19H30. El factor de potencia máximo registrado en la línea 2 es 0,996 el 17/05/2013 a las 08H10. El factor de potencia mínima registrado en la línea 3 es -0,982 el 15/05/2013 a las 20H50. El factor de potencia máximo registrada en la línea 3 es 0,978 el 22/05/2013 a las 7H30. El factor de potencia total mínimo registrado es de -0,98 el 21/05/2013 a las 14H20, 18H30 Y 19H10. El factor de potencia total máxima registrada es de 0,981 el 22/10/2011 a las 7H40

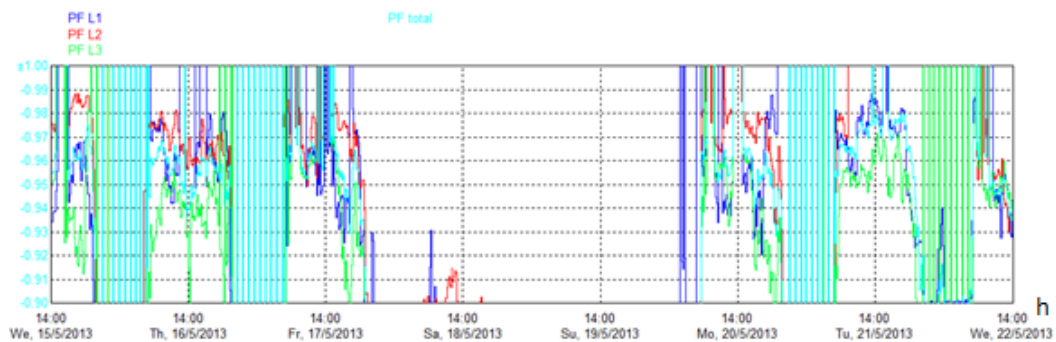


Figura 4. 26 Factor de potencia Vs. Tiempo

4.4.7 Datos del flicker

Los datos del flicker de la línea 1 se indican en la figura 4.27. En el gráfico se observa que existe una gran cantidad de datos registrados máximos que sobrepasan la unidad. El valor (Pst) promedio es de 0.53. El valor (Pst) máximo registrado es de 2.514 el 19/10/2013 a las 22H30. El valor (Pst) mínimo registrado es de 0.0 el 17/05/2013 a las 21H40 y el 19/05/2013 desde las 18H10 hasta las 20H00. El valor (Plt) promedio es de 0.69. El valor (Plt) máximo registrado es de 1,409 el 20/05/2013 a las 00H20. El valor (Plt) mínimo registrado es de 0.0 el 15/05/2013 desde las 14h30 hasta las 16H10 y el 19/05/13 desde las 19H00 hasta las 20H10.

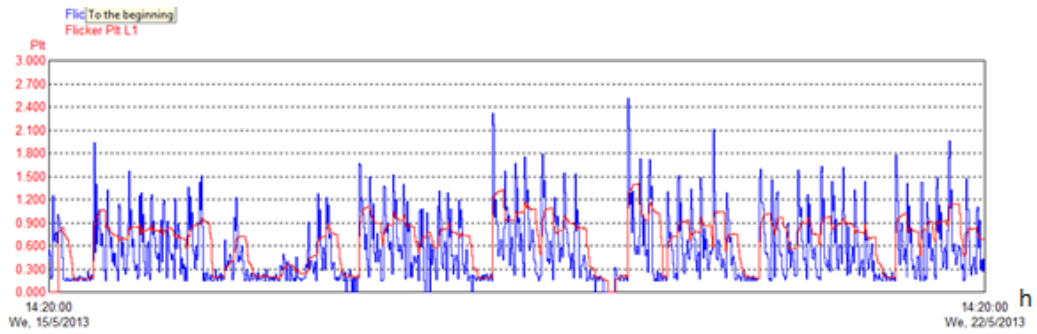


Figura 4. 27 Flicker Vs. Tiempo L1

En la figura 4.28 de la línea L2, se observa que existe una gran cantidad de datos registrados máximos que sobrepasan la unidad. El valor (Pst) promedio es de 0.55. El valor (Pst) máximo registrado es de 2.313 el 19/05/2013 a las 22H30. El valor (Pst) mínimo registrado es de 0.0 el 19/05/2013 desde 18H10 hasta las 20H00. El valor (Plt) promedio es de 0.689. El valor (Plt) máximo registrado es de 1,283 el 20/05/2013 a las 00H20. El valor (Plt) mínimo registrado es de 0.0 el 19/05/2013 desde las 19h30 hasta las 19H50.

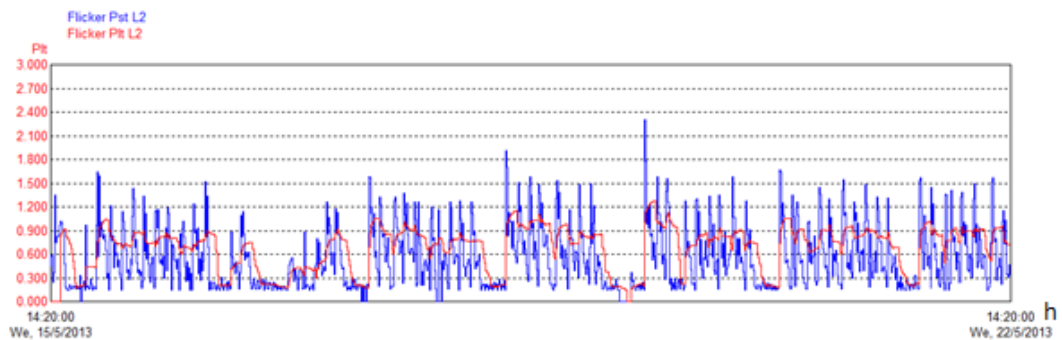


Figura 4.28 Flicker Vs. Tiempo L2

En figura 4.29 se observa los datos de los flicker de la línea 3. Existe una gran cantidad de datos registrados máximos que sobrepasan la unidad, pero no exceden al límite permitido que es 5% por la regulación No 004/001 del Conelec. El valor (Pst) promedio es de 0.55. El valor (Pst) máximo registrado es de 2.217 el 18/05/2013 a las 22H10. El valor (Pst) mínimo registrado es de 0.0 el 19/05/2013 desde 18H10 hasta las 20H00.

El valor (Plt) promedio es de 0.698. El valor (Plt) máximo registrado es de 1,299 el 19/05/2013 a las 00H00. El valor (Plt) mínimo registrado es de 0.0 el 19/05/2013 desde las 19h00 hasta las 20H20.

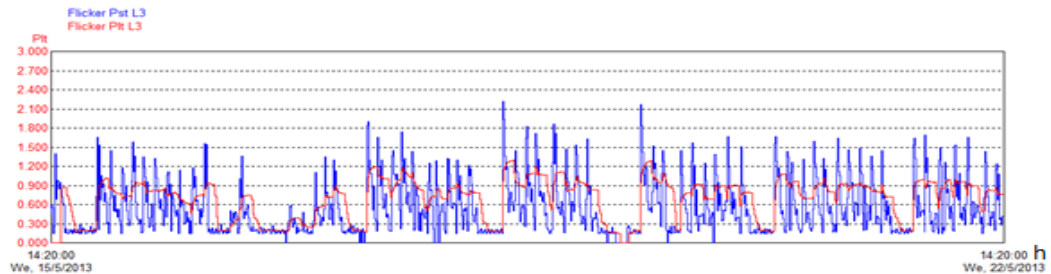


Figura 4. 29 Fliker Vs. Tiempo L3

El porcentaje de flickers en la línea 1 que exceden el límite es de 26.45%. El porcentaje de flickers en la línea 2 que exceden el límite es de 27.29%. El porcentaje de flickers en la línea 3 que exceden el límite es de 27.93%. Estos datos reflejan que los niveles de flicker son altos y exceden en más del 20% al límite permitido, teniendo en cuenta que el límite es de 5%. Al Transformador 2 se encuentran conectados: Motores, soldas y maquinaria de cerrajería. Todas estas cargas especiales son las que contribuyen a la generación de flickers

4.4.8 Datos de la energía

En la figura 4.30 se observan los datos de la energía consumida en el transformador. El valor máximo total registrado es 6,157 kWh el 18/05/2013 a las 22H10. El valor mínimo registrado es de 1,807 kWh el 19/05/2013 desde 18H10 hasta las 20H00

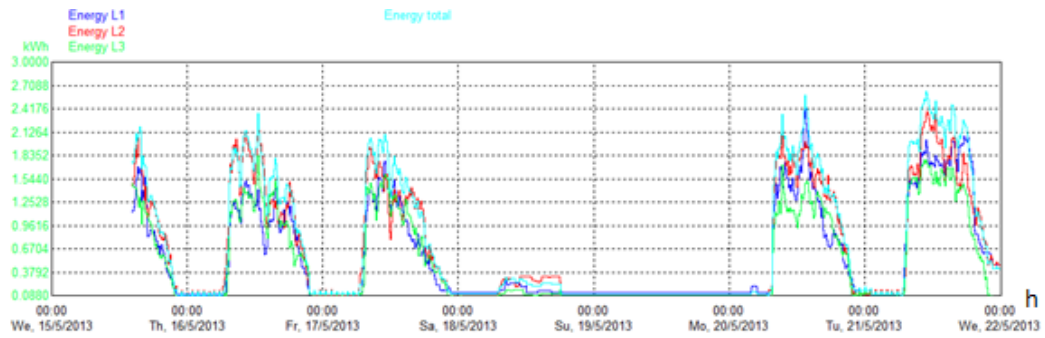


Figura 4. 30 Energía consumida en el transformador.

4.4.9 Datos Distorsión armónica

En la figura 4.31 se indica el espectro de la distorsión armónica (THD) de corriente

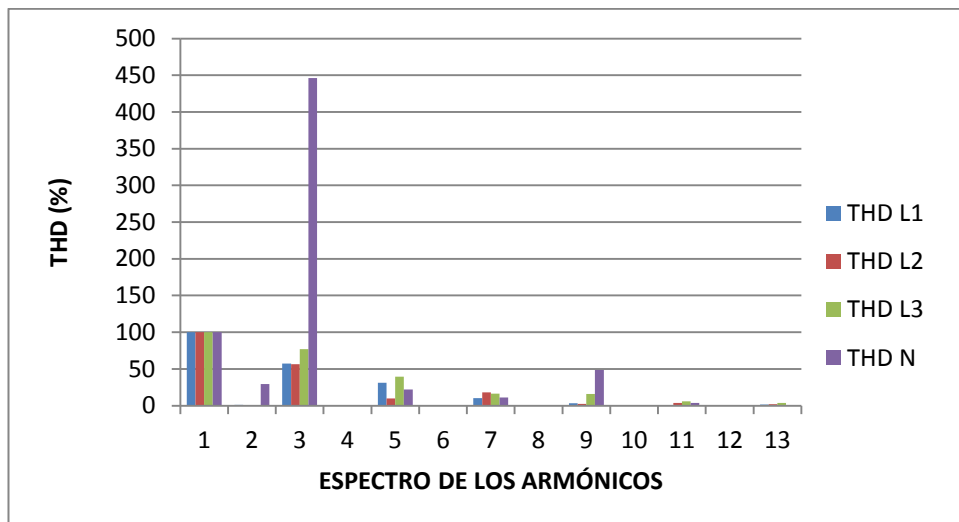


Figura 4. 31 Espectro de la distorsión de corriente

El THD total es 30%. Para determinar si el valor de distorsión armónica está dentro de la norma establecida se determina la capacidad de cortocircuito

$$Z = Z_{pu} \left(\frac{V^2}{S} \right)$$

$$Z = 0,035 \left(\frac{13,8^2}{0,1} \right) = 66,6 \Omega$$

$$I_{sc} = V / \sqrt{3} Z$$

$$I_{sc} = \frac{13800}{\sqrt{3} \cdot 66,6} = 119,63 \text{ A}$$

$$S = \sqrt{3} \times VL * I$$

$$IL = \frac{100}{\sqrt{3} * 13,8} = 4,18 \text{ A}$$

$$R_{sc} = \frac{I_{sc}}{IL}$$

$$R_{sc} = \frac{119,63}{4,18} = 28,6$$

Dónde:

Rsc= Relación de cortocircuito

Vn = Tensión nominal

Isc = Corriente de cortocircuito

Z(%):= Impedancia de corto circuito

IL= Corriente de línea

ST= Potencia nominal del transformador

Psc= Potencia de cortocircuito

Zpu= Impedancia por unidad (%)

Comparando los límites establecidos por la norma IEEE-519 (ANEXO 3) y los datos del ANEXO 5, se puede apreciar que se encuentran fuera del límite 15%

La presencia de la tercera armónica aparece por la carga no lineal, esto indica que la existencia de cargas no lineales que están conectadas al sistema. Las cargas que generan estos armónicos es por parte del sistema de iluminación que utiliza lámparas fluorescentes con balastro electrónico, y focos ahorradores de energía, los computadores también influyen porque internamente tienen puentes de diodos rectificadores y un sistema de regulación de voltaje.

4.5 Gráficos de control del consumo energético

En la figura 4.32 se indica el gráfico de control del consumo de electricidad de los dos últimos años. La media del consumo es 7,011 kWh, el valor máximo 12246 kWh y mínimo 5,080 kWh.

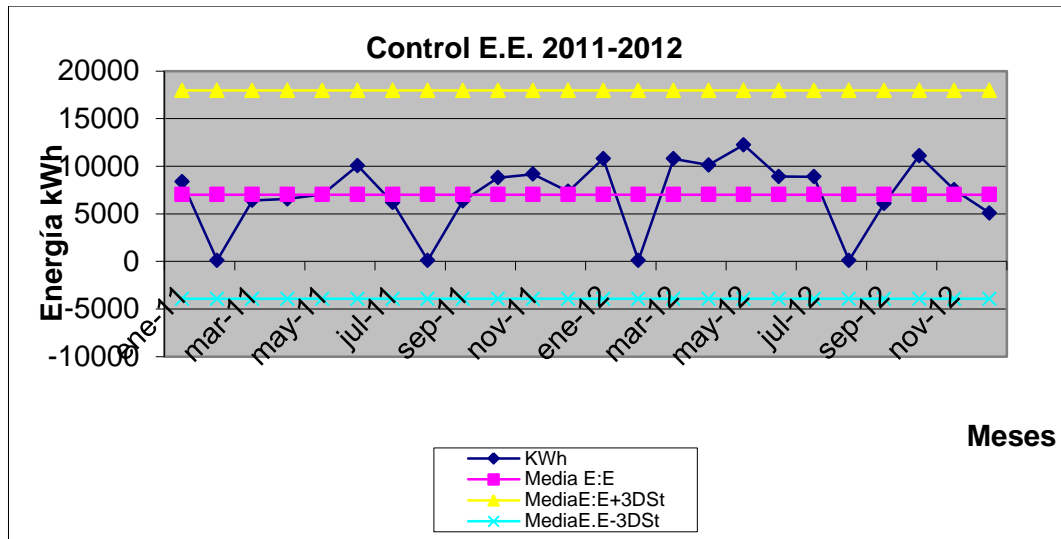


Figura 4. 32 Consumo de energía

Al analizar esta gráfica se observa que el consumo de energía eléctrica es mayor durante los periodos académicos y los más bajos son los periodos de vacaciones las vacaciones en los meses de febrero y agosto. En la figura 4.33 se da a conocer un registro del consumo de energía y el número de estudiantes

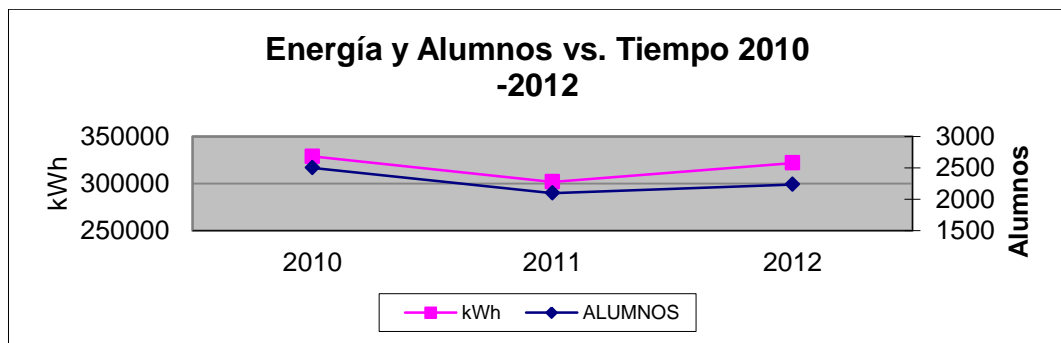


Figura 4. 33 Energía y alumnos vs tiempo en los años 2011 - 2012

Se observa que el consumo de energía depende del número de estudiantes existentes en cada periodo académico. Debido a esta correspondencia en la figura 4.34 se realiza una gráfica de correlación lineal y se puede observar que existe una correlación entre consumo de electricidad y número de estudiantes en un 94 %

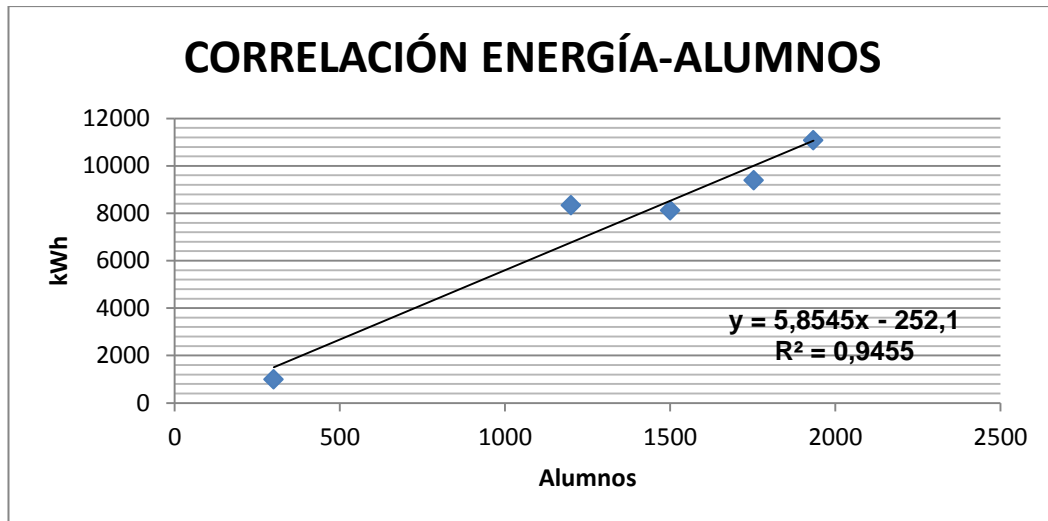


Figura 4. 34 Correlación entre número de alumnos y consumo

El consumo de los trabajadores compuesto por personal docente y administrativo tiene un valor medio de 18800kWh

4.6 Índices de consumo

Este parámetro indica el consumo energético por estudiante y se expresa en kWh/alumno, se indica en la figura 4.35. El índice de consumo es mayor durante los meses de vacaciones. El promedio es 185 kWh/alumno al año.

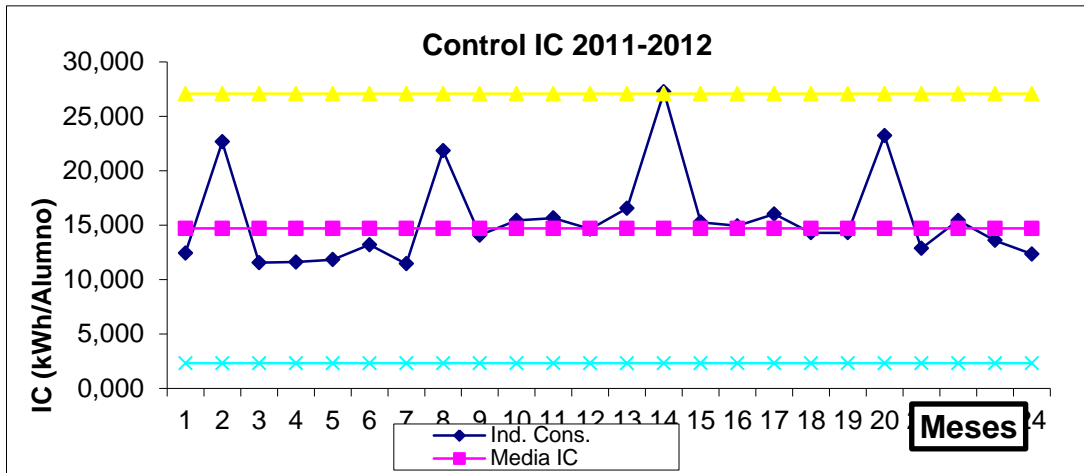


Figura 4. 35 Índice de consumo

En la figura 4.36 se indica la correlación existente entre el índice de consumo y el número siendo una 97%, es necesario mantener un promedio mensual de 1500 estudiantes.

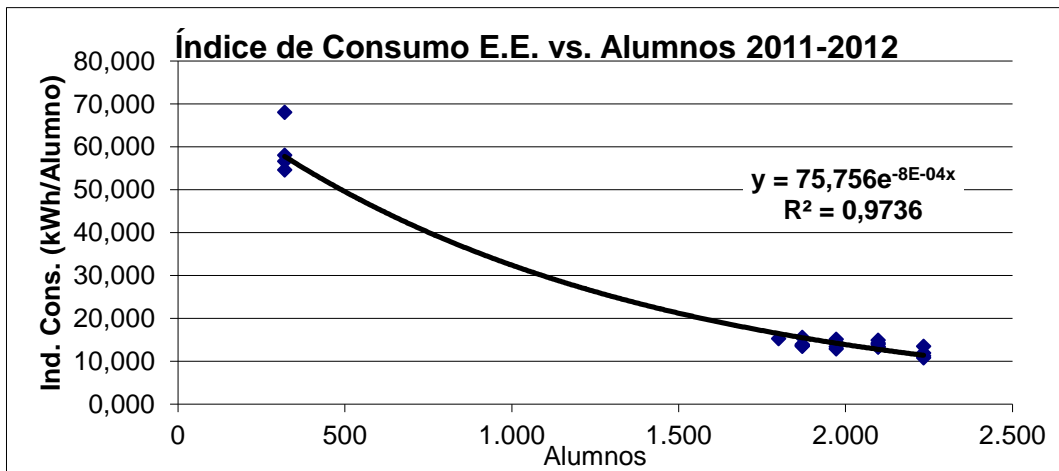


Figura 4. 36 Índice de consumo

En la tabla 4.2 se muestra el índice de consumo de cada carrera de la ESPE_EL

Tabla 4. 2 Consumos energéticos por carreras.

CARRERAS	ÍNDICE DE CONSUMO kWh/ALUMNO
Ingeniería Electrónica e Instrumentación	3372,7
Ingeniería Electromecánica	2186,4
Ingeniería del Software	453,5
Ingeniería Mecánica Automotriz	4175,1
Ingeniería Mecatrónica	3651,8
Petroquímica	732,7
Ingeniería en Finanzas y Auditoría	4628,7
Ingeniería Comercial	453,5
Ingeniería en Administración Turística y Hotelera	1791,0
Suficiencias en Idiomas	1046,
TOTAL	22491.4

4.7 Conclusiones del capítulo.

- Existe muchos factores que inciden en una insuficiente gestión energética en la universidad de las fuerzas armadas.
- Los problemas encontrados son: transformador subcargado con apenas el 50% de su capacidad máxima, distorsión armónica en el sistema de suministro eléctrico.
- A través del uso de las herramientas de gestión total de la energía se ha determinado los índices de consumo en función al flujo de estudiantes de los tres años anteriores.

- La ESPE dispone de un sistema de iluminación deficiente constituida por luminarias fluorescentes T-12 y focos incandescentes.
- El factor de potencia baja durante la noche debido al encendido de focos ahorradores lo que genera muchos armónicos.
- Los datos del análisis de la calidad sugieren que estos deben ser considerados en futuras investigaciones, para la implementación de filtros supresores de armónicos.

CAPITULO V

5. LA PROPUESTA

5.1 Título de la propuesta.

Sistema de Gestión Energética con la normas ISO 50001

5.2. Justificación de la propuesta.

La importancia de un sistema de gestión Energética para la Escuela Politécnica del Ejército, basado en los lineamientos y recomendaciones de la norma internacional ISO 50001, radica en el interés de que la universidad administre adecuadamente los recursos energéticos y alcanzar una mayor eficiencia energética, demostrando de esta manera con el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible dentro del ambiente académico.

La propuesta Sistema de Gestión Energética, tiene como sustento las oportunidades de ahorro y eficiencia energética obtenidas como resultado del diagnóstico energético realizado en esta investigación.

5.3. Objetivos de la Propuesta

- Adoptar una cultura integral del uso racional y eficiente de la energía eléctrica de la universidad.
- Proponer un plan de un Sistema de gestión Energética con un análisis económicas para el remplazo de sistemas energéticos deficientes que posee la universidad.

5.4. Etapas para la implementación

Para la implementación del sistema de Gestión energética se deben cumplir las etapas que se indican en la tabla 5.1. ANEXO 4

Tabla 5. 1 Etapas para la implementación de SGE

ETAPAS	PLAN DE ACCIÓN	PROCEDIMIENTOS
1	Decisión estratégica	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización energética • Compromiso de las autoridades de la institución • Alineación de estrategias • Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional
2	Instalación del Sistema de Gestión energética	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de los indicadores del sistema de gestión • Identificación de las variables de control • Definición de los sistemas de monitoreo • Diagnostico energético • Plan de medidas del uso eficiente de energía • Preparación a usuarios del laboratorio • Elaboración de la documentación del SGE. (Registros, procedimientos y manuales) • Auditoria interna al SGE
3	Operación de SGE en el laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y divulgación de indicadores • Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación • Implementación de planes de mejora • Ajustes del sistema de gestión • Divulgación de resultados

5.5 Desarrollo de la propuesta

A. Política Energética

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, consiente de la problemática energética mundial se compromete a:

Alcanzar una mejor eficiencia energética en sus instalaciones, mediante de la implementación y mejora de un Sistema de Gestión energética basada en la norma ISO 50001.

Cumplir con la legislación vigente en materia energética, así como otros requerimientos que nuestra universidad suscriba.

Prevenir acciones que puedan provocar elevados impactos energéticos en las actividades desarrolladas y

Proveer los recursos necesarios que permitan el cumplimiento y desarrollo de la presente política energética.

A. DIAGRAMA ORGANIZACIONAL

La estructura apropiada para el SGE de la Universidad e las Fuerzas armadas ESPE extensión Latacunga, estará conformada por el diagrama organizacional que se indica en la figura 5.1

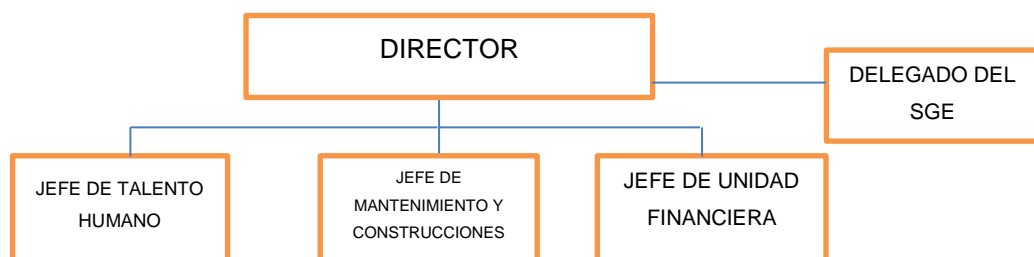


Figura 5. 1 Diagrama organizacional del SGE

Las funciones y tareas de cada miembro serán en función a los objetivos y metas que se especifican en la tabla 5.2

La responsabilidad del director es la de transmitir la importancia de contar con un SGE, los beneficios que este trae y el rol de las personas que en el interior de la organización cumplen.

El representante del director debe poseer las habilidades y competencias adecuadas con un nivel de responsabilidad y autoridad que garanticen el correcto funcionamiento del SGE.

El representante del director designará un equipo para la gestión de la energía, el equipo debe reunir a integrantes de las siguientes áreas:

- Operación y mantenimiento
- Legal
- Capacitación/ Talento humano
- Comunicación/Marketing
- Ingeniería/proyectos
- Compras/abastecimiento

Responsabilidad en el cumplimiento de la política

- En función de la estructura operativa de las autoridades, se deberá conformar un equipo de trabajo que asuma la responsabilidad de gestionar el cumplimiento de la política energética.
- El equipo de trabajo se conformara entre docentes investigadores y operativos administrativos, delegados por la autoridad competente.

B. OBJETIVOS Y METAS.

OBJETIVOS

- Mejorar el desempeño energético con acciones planificadas para lograr el mayor rendimiento con el menor consumo de energía en las instalaciones.
- Estimular el fomento de una cultura de consumo energético responsable en la comunidad universitaria.
- Estimular la capacitación a todo el personal y estudiantes que laboran dentro de la ESPE-EL

La Escuela politécnica del Ejército extensión Latacunga para mejorar el desempeño energético debe cumplir objetivos y metas bajo la responsabilidad de personas que conforman el diagrama organizacional de la empresa en plazos establecidos tal como se indica en la tabla 5.2

Tabla 5. 2 Objetivos y metas

	OBJETIVO	METAS	RESPONSABLE	PLAZO
1	Disminuir el consumo de energía eléctrica por sistema de iluminación	Reducir el 10% de consumo anual comparado con el año 2013	Mantenimiento	1 año
2	Instalar un sistema de Iluminación inteligente	Instalar por lo menos el 30 % de luminarias por unas más eficientes	Mantenimiento	6 meses
3	Concientizar a los miembros de la comunidad politécnica en el área de la Gestión energética	Disminuir el desperdicio de energía en un 30%	Talento humano	1 año
4	Capacitar a los responsables del SGE en el campo de la Gestión Energética	Capacitar a todos los miembros responsables del SGE	Talento humano	1 año
5.	Remplazar de transformador	Disminuir las pérdidas por subcarga del transformador	Mantenimiento	1 año
6.	Disminuir la distorsión Armónica	Colocar filtros de armónicos	Electromecánica	1 año

C. Planes de acción para la consecución de objetivos y metas

Para lograr los objetivos y metas establecidos en el SGE se realizarán los planes de acción que se indican a continuación, responsables, indicador de cumplimiento y ahorro esperado de energía eléctrica.

El plan 1 consiste en sustituir el sistema de iluminación actual por un sistema más eficiente, este se indica en la tabla 5.3. El sistema actual está conformado en su mayoría por lámparas fluorescentes T-12 de 40W y también existe en menor cantidad focos incandescentes por lo que se propone realizar una sustitución por lámparas T-8 de 32 W y focos ahorradores.

Tabla 5. 3 Plan Sistema de Iluminación eficiente

Plan 1:	Sustitución del sistema de iluminación por lámparas más eficientes
Objetivo: Disminuir el consumo de energía eléctrica por sistema de iluminación	
Actividades	1. Buscar proveedores 2. Analizar las ofertas 3. Adquirir equipos
Indicador :	kWh.
Ahorro:	59964 kWh
Responsable:	Unidad de Construcciones y Mantenimiento

El plan 2 consiste en sustituir el sistema de iluminación inteligente para el encendido y apagado de luminarias ubicadas en corredores y pasillo a través de sensores de movimiento, el edificio antiguo por su antigüedad es oscuro por lo que se requiere que las luces estén prendidas permanentemente. Este se indica en la tabla 5.4

Tabla 5. 4 Plan sistema de Iluminación Inteligente

Plan 2:	Instalar un sistema de Iluminación Inteligente
Objetivo: Disminuir el consumo de energía eléctrica por sistema de iluminación	
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buscar proveedores 2. Analizar las ofertas 3. Adquirir equipos 4. Realizar pruebas de eficiencia
Indicador :	No. Equipos
Ahorro:	1642,5 kWh
Responsable:	Unidad de Construcciones y Mantenimiento

El plan 3 consiste en capacitar a los miembros del equipo de SGE en aspectos relacionados a la eficiencia energética y a la norma ISO 50001, el mismo se muestra en la tabla 5.5. Estos cursos pueden ser dictados por los docentes que pertenecen al área eléctrica.

Tabla 5. 5 Cursos de capacitación de SGE con normas ISO 50001

Plan 3:	Cursos de capacitación de Gestión Energética con normas ISO 50001
Objetivo: Capacitar a los responsables de la administración del sistema de Gestión energética	
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación semestral de cursos 2. Elaboración de los contenidos del curso 3. Inscripción secuencial de los participantes 4. Inicio del curso 5. Realizar el seguimiento y evaluación
Indicador :	No. Cursos
Responsable:	Unidad de Talento Humano

Como paliativo al mal uso de la energía eléctrica se presenta el plan 4, en la tabla 5.6 con la finalidad de concientizar a los miembros de la comunidad politécnica de tal forma que se use lo justo y necesario. Ser conscientes de que esos recursos que se pierden pueden ser utilizados para otros fines que beneficien a toda la comunidad politécnica.

Una campaña de ahorro de energía siempre resulta más barato apagar las luces, para lo cual se colocaran en los laboratorios avisos y carteles educativos e informativos tendientes a reducir el consumo de energía para promover con los usuarios la cultura de apagar las luces si no se están usando las instalaciones o después de usarlas.

Evaluar mensualmente los consumos de energía dando cumplimiento al plan propuesto, tomando acciones correctivas cuando lo ameriten basándose en el plan de acciones antes mencionado.

Tabla 5. 6 Campañas de concientización

Plan 4:	Campañas de concientización/Medidas organizacionales
Objetivo: Sensibilizar a los miembros de la comunidad politécnica sobre el ahorro de los recursos energéticos	
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Charlas periódicas a estudiantes, docentes y personal administrativo. 2. Colocación de afiches relacionados con el consumo energético. 3. Campañas a través de la página web de la institución. 4. Se deberá obligara apagar las luces en horarios no laborables (de 7:00 PM a 6:00 AM). 5. Procurar que los laboratorios tengan un buen nivel de iluminación de acuerdo a su función y que estos cumplan con normas estandarizadas, tanto el exceso como la falta de iluminación son perjudiciales para la salud. 6. Limpiar los reflectores de las luminarias, la iluminación producida por cualquier luminaria disminuye cuando están cubiertas de cualquier suciedad, pues no solo se pierde la luz cuando se trata de traspasar la capa de polvo, sino que en

	<p>algunas luminarias la instalación pierde eficacia al cambiar las características de distribución de la luz.</p> <p>7. En las bodegas se debe disminuir el nivel de iluminación, hasta donde las condiciones de seguridad lo permitan.</p> <p>8. Mantener en buen estado las instalaciones eléctricas y equipos utilizados para realizar las prácticas de laboratorio y seguir las recomendaciones de utilización vigentes.</p> <p>9. Ejecutar los planes de mantenimiento del Laboratorio según el cronograma aprobado por la Dirección del Departamento.</p> <p>10. Verificar en horas laborables los equipos que no estén siendo utilizados, estos deben apagarse.</p> <p>11. Verificar el buen estado de los muros y cielorrasos, los cuales deben estar pintados de colores claros mate, cuando los acabados se deterioran por la acción del tiempo, los índices de reluctancia bajan, haciendo los niveles de iluminación descenden en forma considerable.</p> <p>12. La evaluación de los resultados de la campaña serán realizados por el Departamento de Bienestar Estudiantil, para poder cuantificar los resultados y poder seguir mejorando. con el propósito de bajar los índices de consumos de energía por parte de los usuarios del laboratorio.</p>
Indicador :	No. kWh
Responsable:	Unidad de Márquetin

A continuación se muestra un ejemplo del procedimiento para la campaña de uso racional de la energía.

Procedimiento de la campaña del uso de energía

- **Propósito:**

Cambiar hábitos y actitudes en acciones cotidianas que contribuyan al ahorro energético.

- **Alcance:**

Este procedimiento aplica a todos los procesos y las actividades que utilizan o consumen energía eléctrica en las instalaciones de la ESPE-EL

- **Responsabilidad y autoridad**

El Director de la ESPE-EL es el responsable de garantizar los recursos necesarios para la implementación de la campaña de capacitación y concientización del uso racional de la energía. El representante del SGE es el responsable de realizar el seguimiento y control de las acciones de la campaña para el ahorro de energía, emprender las acciones para proporcionar formación y mantener los registros asociados.

La ESPE garantiza el cumplimiento de este procedimiento por medio del Vicerrectorado Académico, Jefatura Administrativa y Financiera, Departamento de Mecánica, Departamento de Marketin, Departamento de Bienestar Estudiantil y Laboratorista, representados por sus respectivos jefes.

- **Actores:**

Directivos, docente, personal administrativo, personal de servicios, alumnos

- **Actividades:**

Se efectuará la planificación respectiva para la elaboración de la campaña y concientización del uso racional de la energía.

Establecimiento del club de ahorro energético conformado por

- Jefe administrativo
- Estudiante delegado por las diferentes carreras.
- Docente administrador de clubes
- Delegado de marketing

- **Actividades del club:**

Establecimiento de un cronograma de actividades a cumplir.

Establecimiento de campaña de concientización y sensibilización en el ahorro de energía.

Afiches

Publicaciones en las carteleras

Conferencias sobre el impacto de ahorros de energía.

Determinación del ahorro de energía en forma mensual y publicación de resultados.

Utilizar la biblioteca y no las aulas para realizar deberes

Apagar las luces cuando se sale de clases.

Utilizar los interruptores para el activado únicamente de la iluminación necesaria.

Establecimiento de un logotipo para la difusión de la campaña de ahorro

Energético

Establecimiento del logo mediante concurso abierto en la universidad.

El plan 4 indicado en la tabla 5.7 consiste en sustituir el transformador T2 debido a que tiene un carga de solo 50% de su capacidad total máxima

Tabla 5. 7 Plan Sustitución de transformador.

Plan 5:	Sustitución del transformador T2=100kVA
Objetivo:	Disminuir el consumo de energía eléctrica por pérdidas
Actividades	1. Estudio de factibilidad 2. Solicitar compra de equipos 3. Instalar
Indicador :	kWh
Ahorro:	3400kWh
Responsable:	Unidad de Construcciones y Mantenimiento

5.6 Evaluación Económica de la propuesta

En esta fase se procede a realizar el análisis de los gastos y el ahorro energético de las propuestas establecidas en los planes para convertirlos en términos económico.

A. Implementación de un Sistema de iluminación Eficiente.

El sistema de actual de iluminación ha sufrido mucha degradación a través de los años por lo que es conveniente cambiarlas para reducción de energía y beneficio económico que esto conlleva. Es necesario incorporar un nuevo sistema iluminación a lámparas T8 y balastos electrónicos, con esto se conseguirá un buen porcentaje de energía desperdiciada en las horas de jornada laboral diaria. Cabe recalcar que la eficacia de la de la lámpara T8 aumenta hasta en un 30% del valor que maneja la T12, aclarando que la mayor energía que consume la lámpara T8 se transforma en luz y no se pierde en forma de calor, además que las T8 son superiores en horas de vida útil reduciendo los costos por reposición y tiempo de servicio por reemplazo.

En la tabla 5.8. se indica el estado actual de luminarias

Tabla 5. 8 Calculo del sistema actual

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL (kW)	COSTO DEL SISTEMA ACTUAL (USD)	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO ANUAL (kWh)
Fluorescentes 40W	1972	78,88	29580	788,8	236640
Incandescentes 100W	57	5,7	285	57	17100
Incandescentes 60w	12	0,72	36	7,2	2160
TOTAL		84.1	29.901	840	255900

El consumo anual de energía eléctrica anual debido a estas luminarias es de 255900 kWh.

En la tabla 5.9 se indican los cálculos para la sustitución de un sistema de iluminación eficiente.

Tabla 5. 9 Calculo de la sustitución de lámparas

DESCRIPCIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD)	INVERSIÓN DE LA LÁMPARA (USD)	AHORRO DE ENERGÍA ANUAL (kWh)	AHORRO ANUAL (USD)
Fluorescentes T8 32 w	17.434	23	177244	3.786,24
Ahorraadores 40 w	570	10	12483	930,24
Ahorraadores 20 w	72	6	876	80,64
TOTAL	17.434,6	48	59964	4.797,12

Estos cálculos muestran que el ahorro de 59964 kWh equivale a un ahorro de 4797,12 USD con un tiempo de retorno de inversión de 4 años años.

B. Implementación de un sistema inteligente

La falta de hábitos adecuados por parte de los usuarios, hace necesario que se instalen sensores para que apaguen o enciendan automáticamente luminarias, estos serán ubicados en los pasillos del bloques C de aulas. Para el cálculo se considera que la tasa de circulación es 4 personas cada 5 minutos, y el tiempo en atravesar un pasillo se estima de 1 minutos, el tiempo de ocupación de los pasillos será:

$$T_{cir} = \frac{4(per) * 60seg * 12_{cada 5 minutos} * 10h}{3600seg} = 8h$$

De la diferencia de las 10 horas promedio esto representa 2 h esto representa el 20% de ahorro de energía

La tabla 5.10 muestra el resumen de los consumos de ahorro con el uso de sensores de presencia para los pasillos

Tabla 5. 10 Ahorro por el uso de sensores de presencia

LUGAR	CARGA ACTUAL (kW)	CONSUMO ACTUAL (kWh)	CONSUMO PROPUESTO (kWh)	AHORRO POR CONSUMO (kWh)	AHORRO ANUAL (USD)	INVERSIÓN (USD)	PERIODO DE RECUPERACIÓN (años)
Pasillo	2,25	8212,5	6570	1642,5	131,4	200	1.9

El tiempo de recuperación de la inversión es de 1.9 años.

C. Sustitución de transformador de 100kVA

Para determinar las pérdidas del transformador debido a que se encuentra cargado con el 50% de su capacidad máxima se emplea la siguiente fórmula 5.1 y los datos del (ANEXO 5).

$$Ep = \left[PhxH + Pcu \sum \left(\frac{P}{Pn} \right)^2 xh \right] xd \quad 5.1$$

Dónde:

Ep = pérdidas de energía en kWh

Ph= pérdidas en el hierro a tensión nominal

Pcu= pérdidas en el cobre a plena carga

Pn= Potencia nominal del transformador en kVA

P= Carga del transformador en kVA

H= número de horas diarias que se conecta el transformador

.h= número de horas diarias que el transformador suministra carga P

d=Número de días al año en que funciona el transformador

Remplazando los datos se tiene los siguientes resultados:

Total en pérdidas 3208,57 kWh lo que equivale a un valor aproximado de 256,68 USD.

D. Filtros para la eliminación de armónicos.

El aumento constante de las cargas no lineales conectadas a la red de alimentación, provocan altos índices de distorsión armónica y pérdida de eficiencia debido al bajo factor de potencia. Una de las formas de mejorar esta situación, es la utilización de filtros activos de potencia (PAF)

5.6.1 Índices de valoración económica

La evaluación económica se realizará para determinar la viabilidad y la rentabilidad de las propuestas para ello se determina el VAN (fórmula 3.1) y TIR de lo que se indica en la tabla 5.11.

Tabla 5. 11 Valoración económica de las propuestas

Plan de mejora	Ahorro económico actual	Inversión	Tasa de descuento	Vida útil	Valor presente	TIR
Sistema de iluminación eficiente	4797,12	18950	9%	3	15167	15%
Sensores	105	200	9%	2	509,54	19%

Podemos observar que los proyectos son factibles de realizar y el tiempo de recuperación de la inversión es bueno

5.7 Conclusiones del capítulo.

- El plan de Gestión energética permitirá reducir el consumo de energía eléctrica en la ESPE sede Latacunga a través de acciones de concientización al personal, capacitación sobre gestión energética, sustitución de sistema de iluminación y colocación de sensores en pasillo del bloque de aulas.
- Se presentan varios planes de acción, para poder minimizar las pérdidas existentes y contribuir con el medio ambiente.

CONCLUSIONES GENERALES

1. La ESPE-EL tiene un Sistema de gestión energética con falencias en los siguientes aspectos: mantenimiento inadecuado, contabilidad energética, capacitación energética y falta de concientización del personal.
2. Se caracterizó la estructura energética de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, evidenciándose que la electricidad es el portador energético de mayor consumo, cuyo valor aproximado es 341.358,66 kWh, por lo tanto las acciones que se determinaron para alcanzar una mayor eficiencia energética están encaminadas a este portador.
3. Los índices energéticos que se analizaron determinan que el consumo de energía eléctrica por cada estudiante es 185 kWh, este dato junto con el modelo de correlación obtenido, deben ser considerado para que en el futuro se prevea adecuadamente el presupuesto anual de la ESPEL, así como el consumo eléctrico del nuevo campus General Guillermo Rodríguez Lara.
4. El sistema de suministro eléctrico de la ESPE-EL, tiene irregularidades debido a la distorsión armónica de corriente es de 30% sobrepasando el límite de la norma IEEE 519 cuya recomendación es del 15%.
5. Con las propuestas presentadas se puede disminuir el consumo de energía eléctrica hasta aproximadamente 65000,5 kWh lo que representa un ahorro del 20% del consumo anual, equivalente a 5000 USD

RECOMENDACIONES

- Profundizar el estudio relacionados a la contaminación de armónicos, y evitar los efectos nocivos que estos producen, como son el sobrecalentamiento en cables, motores y transformadores.
- Integrar este sistema de gestión de energía con el sistema de gestión de la calidad de la ESPE.
- Tomar como referencia, el análisis energético hecho en la presente investigación para mejorar la administración energética en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.
- Con estos resultados realizar pronósticos del consumo de energéticos en el nuevo campus ubicado en la parroquia Belisario Quevedo.

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR; Norma Española UNE - EN ISO 50001. Vocabulario; AENOR Ediciones; Madrid, España; 2011.
- AteeCorp. “La *Metodología del diagnóstico energético consta*”. [en línea]. México, [11 de marzo 2013]. Disponible en la Web: http://www.energizaonline.com/es/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=20&lang=es
- Balcells Josep, *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica*. 1ra edición, España, LEXUS, 2012, ISBN978-84- 267-1695-8
- Barriostos, Andrés., Olaya, Javier., y Gonzáles, Victor. Un modelo spline para el pronóstico de la demanda del energía eléctrica. *Revista Colombiana de Estadística* (vol 30)(2): 187-202,2007. Disponible en: <http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/EMIS/journals/RCE/V30/v30-body> Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
- Beltrán Enrique. “Implementación de un Sistema de gestión Energética”. México. 2012. [Consulta: 13 de marzo del 2013]. Disponible en Web:www.pcw.com/mx/sustentabilidad.
- Borja, Prado. Catálogo de buenas prácticas en eficiencia energética. Disponible en: http://www.clubsostenibilidad.org/f_publicaciones/bpeficebergetica.pdf. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013
- Campos, Juan. 2007. Calidad de la energía eléctrica. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf> Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
- Cárdenas, Fausto. y Marcillo, Daniel. Auditoría energética eléctrica del campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Trabajo de titulación (Proyecto para optar por el título de ingeniero eléctrico). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Eléctrica, 20012.
Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2982>

- Carretero, Antonio y García, Juan. Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. AENOR. Madrid. España. 2012.
- Carretero Peña Antonio, Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo indicadores, Colombia. 2007. ISBN: 978-84-8143-752-2
- CEFIR. 2013. La matriz energética mundial. Disponible en: http://cefir.org.uy/atlas/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=2 Fecha de consulta: 27 de junio del 2013.
- CEMPLADES-ECUADOR. Cambio de la Matriz energética. Disponible en: <http://plan.senplades.gob.ec/estrategia7> Fecha de consulta: 27 de junio del 2013.
- ClarkWilliam h. *Análisis y gestión energética de edificios: métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético*, Mcgraw-hill / interamericana de España, S.A., 1998 ISBN 9788448121020
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía CONUE. Guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones. Disponible en: http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7406/1/R_GUIA3_Diagnostico_Instalacion.pdf Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
- CONELEC; Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano, Año 2008.
- Dorf. *Circuitos Eléctricos*. 6ta edición. Alfaomega. 2010. ISBN 970-15-1098-4
- Cunningham, Roberto. La energía. Historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, (6): 52-60, 2003. Disponible en: <http://www.cie.unam.mx/~rbb/ERyS2013-1/Historia-Energia.pdf> Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
- Fernández Collado Carlos, *Metodología de la investigación Científica*, primera edición. Canadá. 1991. ISBN 968-422-933-3
- Hernández, Jesús., LEON, Rafael. y AMBROSÍO, Armando. Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente

de energía eléctrica para una institución educativa. *Impulso, revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales*: 75-81, 2012.

- Hernández Miguel, “Diagnóstico Energético”, Cuba, Universidad del Pinar del Río. [Consulta: 2 de marzo del 2013]. Disponible en web: www.cubasolar.cu
- ISO. Energy management systems. Requirements with guidance for use. Disponible en: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51297 Fecha de consulta: 27 de junio del 2013.
- ISO y ONUDI. 2010. Organismos Nacionales de Normalización en Países en Desarrollo. Disponible en: http://www.iso.org/iso/fast_forward-es.pdf Fecha de consulta: 27 de junio del 2013.
- Jiménez, Luis. 2007. Normalización Técnica. Disponible en: <http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/78.pdf> Fecha de consulta: 27 de junio del 2013.
- Melejin V.T. Organización y Planificación de la Economía Energética en las Empresas. Editorial Energía. Leningrado. 2008.
- Merlo Franklin. “*Diagnóstico energético en el edificio principal de la empresa eléctrica Quito*”. Director Mentor Poveda. Escuela Politécnica Nacional. 2006.
- Montenegro Elda. *Normas ISO*. Universidad de Lujan Argentina, 2013 [Consultado 11 de febrero del 2013] disponible en Web <http://www.unlu.edu>
- NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL. 2011. El futuro de la energía limpia en Chile. Disponible en: http://www.nrdc.org/laondaverde/international/files/chilecostofenergy_sp.pdf Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
- Nilson James W. *Circuitos eléctricos*. VUELAPLUMA (trad). Séptima edición. Prentice Hall. 2011. ISBN 978-84205-4458-8

- OLADE Organización Latinoamericana de Energía. “Eficiencia energética” 2013. [Consultado el 16 de febrero del 2013]. Disponible en [http:// www.cancilleria.gov.co](http://www.cancilleria.gov.co)
- Organización ISO. “Normas ISO 0001”, 2013 Suiza [Consultado 2 de enero del 2013]. Disponible en www.iso.org/iso
- Pérez, Carlos., Sánchez, Jesús., Montiel, Luis., López, Mauricio. y Varela, Rubén. 2008. Propuesta de ahorro de energía a una empresa de la región sur de Sonora a través de un diagnóstico energético. Disponible en: <http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no65/81.pdf>
Fecha de consulta: 26 de junio del 2013.
- Ramos Cáceres. “Auditoria energética en un edificio de servicios públicos”. Director Ing. Raúl Pazmiño. Escuela Politécnica Nacional. 2010
- Roseneeld, Elías, DISCOLI, Carlos, Dubrovsky, Hüda, Czajkowski, Jorge, SAN JUAN, Gustavo, Ferreyro, Carlos, Rosenfeld, Yael, Gómez, Analía, Gentile, Carlos, Martini, Irme, Hoses, Santiago, Pinedo, Agustín. Uso racional y eficiencia energética en áreas metropolitanas (ure-am): el sector residencial del gran buenos aires y gran la plata, argentina. IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI nº2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de: http://www.arquinstal.com.ar/publicaciones/221-ure_entac2000.pdf
- Sánchez- Peña. “Gestión de la eficiencia energética: cálculo de indicadores y mejora. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
- Vázquez-Seisdedos, Luis., Llosas-Albuerno, Yolanda., Recio-recio, Ángel. Aguilera-Castillo, Álvaro. y Rodríguez-Pérez José. el diagnóstico energético de la operación en centrales térmicas con el monitoreo de los índices de sobreconsumo. Ciencia en su PC, (3): 24-40,2010. Disponible en <http://www.redalyc.org/articula.0a?id=181317848003>.

ANEXOS

ANEXO 1.

POTENCIA INSTALADA EN AULAS

PLANTA	Aulas	Potencia kW
BAJA	A-101	480
	A-102	400
	A-103	480
	A-104	560
	A-105	480
	A-106	400
	C-101	216
	C-102	216
	C-103	216
	C-104	324
	C-105	324
	C-106	324
	C-107	432
	C-108	432
	C-109	432
	C-110	432
	SEGUNDA	A-201
A-202		480
A-203		480
A-204		480
A-206		400
A-207		400
A-208		240
C-201		187
C-202		204
C-203		204
C-204		204
C-205		289
C-206		306
C-207		0
C-208		289
C-209	391	

PLANTA	Aulas	Potencia kWh	
TERCERA	A-301	320	
	A-302	480	
	A-303	320	
	A-304	640	
	A-305	640	
	A-306	480	
	A-307	480	
	A-308	320	
	B-309	640	
	B-310	480	
	B-311	480	
	B-312	640	
	B-313	640	
	C-301	204	
	C-302	170	
	C-303	136	
	C-304	204	
	C-305	306	
	C-306	221	
	C-307	306	
	C-308	289	
	C-309	255	
	C-310	340	
	C-311	289	
	CUARTA	C-401	408
		C-402	289
		C-403	306
		C-404	306
		C-405	391
		C-408	391
		C-409	408
C-410		374	

ANEXO 2
EQUIPOS DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE ROBÓTICA

POTENCIA INSTALADA DE MAQUINAS EN EL LABORATORIO DE ROBÓTICA			
MAQUINA	POTENCIA POR MAQUINA	NUMERO DE MAQUINAS	TOTAL
Robots kuka KR5	8.8 kW	1	8.8 kW
Robots kuka KR16	8.8 kW	2	17.6 kW
Controlador de soldadura	2 kW	1	2 kW
Mesa posicionadora	3 kW	1	3 kW
Cabezal fresador	4.1 kW	1	4.1 kW
Bandas transportadoras	0.5 kW	4	2 kW
Expermill	1.76 kW	1	1.76 kW
Compresor	3.73 kW	1	3.73 kW
TOTAL POTENCIA ROBOTICA			42.99 kW

POTENCIA INSTALADA DE MAQUINAS EN EL LABORATORIO DE SOLDADURA

POTENCIA INSTALADA DE MAQUINAS EN EL LABORATORIO DE SOLDADURA			
MAQUINA	POTENCIA POR MAQUINA	NUMERO DE MAQUINAS	TOTAL
Soldadora SMAW	8.3 kW	12	99.6 kW
Soldadora MIG	7.5 kW	2	15 kW
TOTAL POTENCIA SOLDADURA			114.6 kW

POTENCIA TOTAL INSTALADA	
TOTAL POTENCIA LUMINARIAS	7.83 kW
TOTAL POTENCIA ROBOTICA	42.99 kW
TOTAL POTENCIA SOLDADURA	114.6 kW
TOTAL	165.42 kW

POTENCIA INSTALADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA INDUSTRIAL

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA EN HP
TORNO	19	2,54
PRESA HIDRAULICA	3	1
FRESADORA VERTICAL	2	1
CEPILLADORA	1	1
ESMERIL	1	1
FRESADORA 1.1	1	4
RECTIFICADORA PLANA	1	2
LIMADORA	1	1
TALADRO RADIAL	1	1
RECTIFICADORA CILINDRICA	1	1
PRENSA	1	1
CIERRA MECÁNICA	1	1
LÁMPARAS FLUORESCENTES	38	

ANEXO 3.

NORMATIVAS PARA CALIDAD DE LA ENERGÍA

REGULACIONES IEEE 519

VALORES DE REFERENCIA – CALIDAD DE LA ENERGÍA		
PARAMETRO	VALOR NOMINAL	VALOR ACEPTADO
Tensión de corriente alterna	>220V kV(EAT) 200kV≤(AT)≥57,5 kV 57,5kV≤(MT)>1000 V 1000 V ≤(BT)>25 V	RANGO +10% y – 10% para baja y media tensión según CREG 024 (modificación CREG 070-98)
Frecuencia	60hz	59,8-60,2
Armónicos de tensión (THDv)	120 V<Vn≤69 kV 69 kV<Vn≤ 161kV Vn>161 kV	5% 2,5% 1,5%
Distorsión de corriente (desde 120 a 69 kV)	Relación Icc/IL<20 Relación Icc/IL 20-50 Relación Icc/IL 50-100 Relación Icc/IL 100-1000 Relación Icc/IL>1000	5 TDD (Distorsión total de demanda) 8,0 TDD 12,0 TDD 15,0 TDD 20,0 TDD
Desbalance de tensión	Tensión > 62 kV Tensión < 62 kV	≤0,5% ≤0,2%
Desbalance de corriente	Tensión > 62 kV Tensión < 62 kV	≤5% ≤20%
Factor de potencia	Inductivo Capacitivo	0,9≤fp≥1 0,9≤fp≥1
Flicker	Tensión >69 Tensión <69	0,8 p.u. Plt 1,0 p.u. Plt

REGULACIÓN No. CONELEC – 004/01

CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN

EL DIRECTORIO DEL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD CONELEC

Considerando:

Que, es necesario asegurar un nivel satisfactorio de la prestación de los servicios eléctricos a que se refieren las disposiciones legales establecidas en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad y el Reglamento de Tarifas.

Que, el Art. 1, inciso segundo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, establece que las disposiciones de dicho instrumento serán complementadas con regulaciones aprobadas por el CONELEC y por instructivos y procedimientos dictados por los distribuidores de conformidad con este Reglamento.

Que, para garantizar a los Consumidores un suministro eléctrico continuo y confiable, es necesario dictar las Regulaciones relacionadas con los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación a los que deben someterse las Empresas Distribuidoras del Servicio Eléctrico.

Que, el regular las materias previstas en el considerando precedente, se convierte en una garantía de la prestación del servicio por parte de los Distribuidores, y en una defensa de los derechos de los Consumidores.

En ejercicio de las facultades otorgadas por el literal e) del artículo 13 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico.

Resuelve:

Expedir la siguiente Regulación sobre la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.

DISPOSICIONES GENERALES

Objetivo

El objetivo de la presente Regulación es establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras.

Definiciones

Armónicas: Son ondas sinusoidales de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz.

Barras de salida: Corresponde a las barras de Alto Voltaje en las subestaciones de elevación y a las barras de Bajo Voltaje de subestaciones de reducción.

Centro de transformación: Constituye el conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento utilizados para la distribución de energía eléctrica.

Factor de potencia: Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

Fluctuaciones de Voltaje (o Variaciones de): Son perturbaciones en las cuales el valor eficaz del voltaje de suministro cambia con respecto al valor nominal.

Frecuencia de las interrupciones: Es el número de veces, en un periodo determinado, que se interrumpe el suministro a un Consumidor.

Interrupción: Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los Consumidores del área de concesión del Distribuidor.

Niveles de voltaje: Se refiere a los niveles de alto voltaje (AV), medio voltaje (MV) y bajo voltaje (BV) definidos en el Reglamento de Suministro del Servicio.

Periodo de medición: A efectos del control de la Calidad del Producto, se entenderá al lapso en el que se efectuarán las mediciones de Nivel de Voltaje, Perturbaciones y Factor de Potencia, mismo que será de siete (7) días continuos.

Perturbación rápida de voltaje (flicker): Es aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto "Flicker" (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Voltaje Armónico: Es un voltaje sinusoidal de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz del voltaje de suministro.

Voltaje nominal (Vn): Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Voltaje de suministro (Vs): Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado.

Todos aquellos términos que no se encuentran definidos en forma expresa en esta Regulación, tendrán el mismo significado que los establecidos en los demás Reglamentos y Regulaciones vigentes.

Responsabilidad y Alcance

Las Empresas Distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de Concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes.

Organismo Competente

El cumplimiento de los niveles de Calidad de Servicio será supervisado y controlado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, a través de los índices que se establecen en la presente Regulación.

Aspectos de Calidad

La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

Calidad del Producto:

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones de voltaje
- c) Factor de Potencia

Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones

Calidad del Servicio Comercial:

- a) Atención de Solicitudes
- b) Atención de Reclamos
- c) Errores en Medición y Facturación

Definición de las Etapas de Aplicación

A fin de permitir a los Distribuidores adecuarse a las exigencias de calidad del servicio, la aplicación de la presente Regulación se ajustará a lo previsto en la Segunda Disposición Transitoria del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad.

Para la Etapa Final, se definen las siguientes Subetapas:

Subetapa 1: de 24 meses de duración.

Subetapa 2: tendrá su inicio a la finalización de la Subetapa 1, con una duración indefinida.

Con anterioridad al inicio de la Etapa Final no se aplicarán penalizaciones por los incumplimientos a las exigencias establecidas en la presente Regulación. El detalle de los incumplimientos y las penalizaciones correspondientes se incorporarán en los respectivos contratos de concesión.

CALIDAD DEL PRODUCTO

Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.

Nivel de Voltaje

Índice de Calidad

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100$$

Dónde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

Mediciones

La calidad de voltaje se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 minutos, con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles.

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro de voltaje en cada uno de los siguientes puntos de medición:
 - a) 20% de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3.
 - b) 0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5.
 - c) 0,01 % de los Consumidores de Bajo Voltaje del área de concesión, no menos de 10.

2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.

3. Simultáneamente con el registro del voltaje se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.

4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Límites

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

Perturbaciones

Parpadeo (Flicker)

Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Donde:

P_{st} : Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$: Niveles de efecto "flicker" que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.

2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de efecto “Flicker” para intervalos de 10 minutos y de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 60868.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de flicker, se efectuarán mediciones de monitoreo de flicker, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

Límites

El índice de severidad del Flicker P_{st} en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite $P_{st} = 1$ como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano en una muestra específica de

población. Se considerará que el suministro de electricidad no cumple con el límite admisible arriba señalado, en cada punto de medición, si las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia establecido en este numeral, por un tiempo superior al 5 % del período de medición de 7 días continuos.

Armónicos

Índices de Calidad

$$V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n} \right) * 100$$

$$THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100$$

Dónde:

V_i' : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

V_i : valor eficaz (rms) del voltaje armónico "i" (para $i = 2... 40$) expresado en voltios.

V_n : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.

2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de distorsiones armónicas de voltaje de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 61000-4-7.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de distorsiones armónicas, se efectuarán mediciones de monitoreo de armónicas, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (V_i') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_i' y THD') señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran

los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive.

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6 \cdot 25/n$	$0.2 + 1.3 \cdot 25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

Factor de Potencia

Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

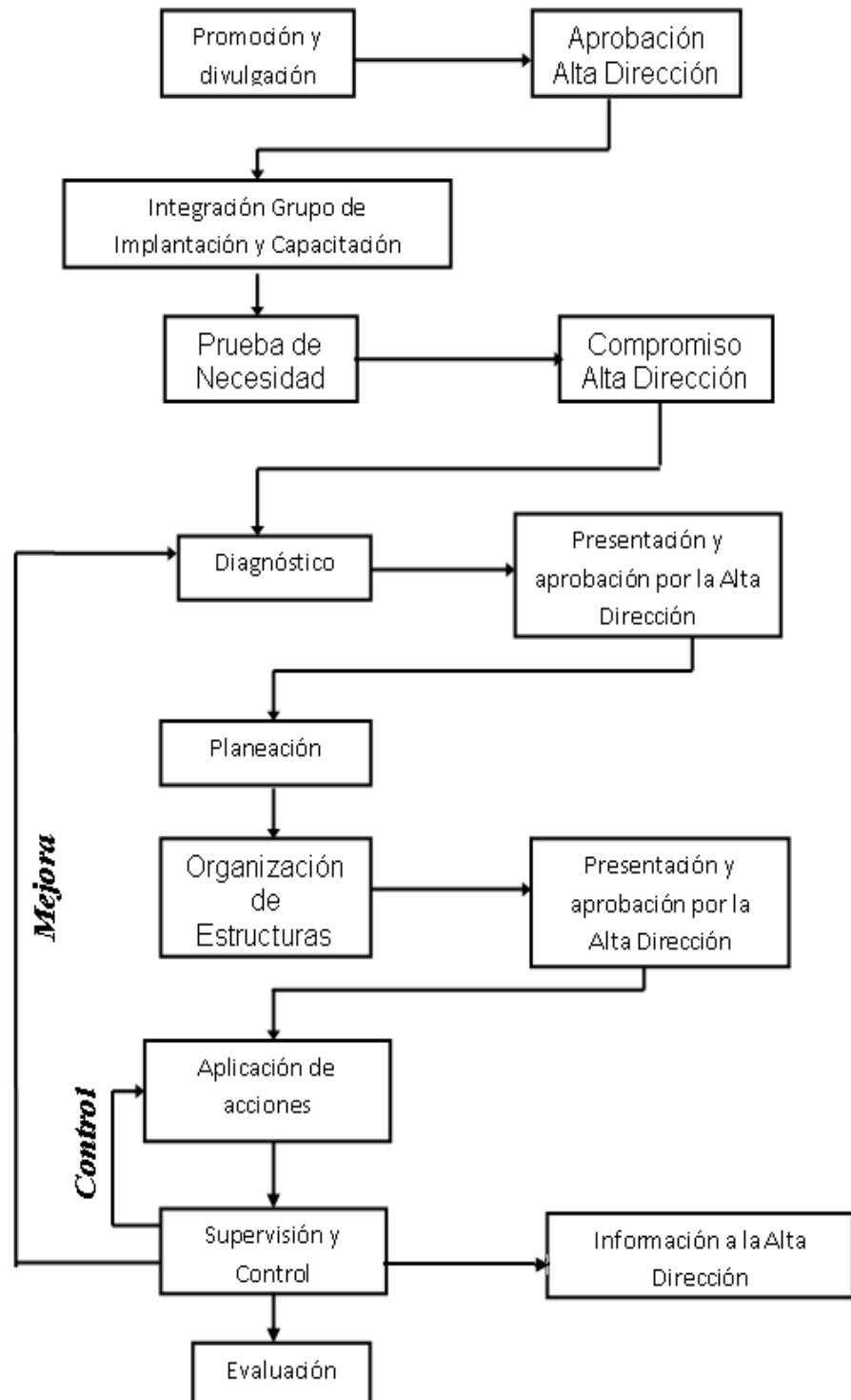
Medición

Adicionalmente a las disposiciones que constan en el artículo 12 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, el Distribuidor efectuará registros del factor de potencia en cada mes, en el 2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Las mediciones se harán mediante registros en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

Límite

El valor mínimo es de 0,92.

ANEXO 4.
PASOS PARA ESTABLECER LA GESTIÓN TOTAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA.



ANEXO 5. CUADRO DE PÉRDIDAS

Transformadores trifasicos de 15 kVA a 3750 kVA
Serie AT<=15 kV, serie BT <= 1,2 kV

kVA	Po (W)		Pcc 85 °C(W)		Ptotales (W)		Z% 85°C		Io (%In)	
	INEN	INEN	INEN	INEN	INEN	INEN	INEN	INEN	INEN	INEN
	2115:98	2115:04	2115:98	2115:04	2115:98	2115:04	2115:98	2115:04	2115:98	2115:04
15	110	80,00	380	313	490	393	2,8	3	4	4,4
30	180	134,0	630	514	810	648	2,8	3	4	3,6
		0								
5	245	182,0	910	711	1155	893	2,8	3	4	3,6
		0								
50	264	197,0	994	776	1258	973	--	3	--	3,4
		0								
60	300	225,0	1142	903	1442	1128	--	3,5	--	3,2
		0								
75	350	266,0	1330	1094	1680	1360	3	3,5	4	2,6
		0								
100	438	330,0	1672	1393	2110	1723	--	3,5	--	2,6
		0								
112,5	490	361,0	1900	1539	2390	1900	3	3,5	3	2,6
		0								
125	544	390,0	2152	1682	2696	2072	--	3,5	--	2,6
		0								
150	610	447,0	2390	1959	3000	2406	3	4	3	2,4
		0								
160	631	486,0	2522	2211	3153	2697	--	4	--	2,5
		0								
175	668	517,4	2716	2368	3383	2886	--	--	--	--
		4								
200	737	569,0	3034	2630	3771	3199	--	--	--	2,1
		0								
225	810	618,0	3350	2892	4160	3510	3	4	2,5	2,1
		0								
250	883	666,0	3666	3153	4550	3819	--	4	--	2,1
		0								
300	1020	758,0	4300	3677	5320	4435	4	4,5	2,5	2
		0								
350	1137	846,0	4926	4200	6063	5046	--	4,5	--	2
		0								
400	1240	930,0	5529	4730	6769	5660	4	4,5	2,5	1,9
		0								
450	1340	1011,	6110	5246	7450	6257	--	--	--	--
		10								
500	1450	1090,	6700	5770	8150	6860	4	5	2	1,7
		00								
550	1573	1165,	7380	6293	8954	7459	--	--	--	--
		76								
600	1700	1239,	8300	6816	10000	8056	4	--	2	--
		98								