



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

**Programa de Maestría en Gestión de Energías
Cohorte 2014**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

“DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PUERTAS INDUCE DEL ECUADOR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA SECTOR TANDALIVI PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA EL PORTADOR ELECTRICO.”

Trabajo presentado como requisito en opción al Grado Académico de Magíster en Gestión de Energías.

AUTOR:

QUINTANA Oyos, Enver Rodrigo

TUTOR:

Ing. MSc. MOREANO Martínez, Edwin Homero

Latacunga – Ecuador

Julio – 2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI DIRECCIÓN DE POSGRADOS

Latacunga – Ecuador

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 Ing. Enver Rodrigo Quintana Oyos, con el título de tesis: **“DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PUERTAS INDUCE DEL ECUADOR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA SECTOR TANDALIVI PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA EL PORTADOR ELECTRICICO”**, 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, Julio 2017

Para constancia firman:

.....
C.I.
Ing. MSc. Ángel León Segovia

PRESIDENTE

.....
C.I. 0502847692
Ing. MSc. Cristian Gallardo Molina

MIEMBRO

.....
C.I.0502529589
Ing. MSc. Luigi Freire Martínez

MIEMBRO

.....
C.I. 1757121940
PhD. Enrique Torres Tamayo

OPOSITOR

CERTIFICACIÓN DE VALIDACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la Maestría en Gestión de Energías, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: Analizado el Proyecto de Tesis, presentado como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar por el grado de Magíster en Gestión de Energías.

El problema de la investigación se refiere a:

“DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PUERTAS INDUCE DEL ECUADOR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA SECTOR TANDALIVI PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA EL PORTADOR ELECTRICO”

Presentado por el señor ingeniero Enver Quintana con C.I.: 0502578289

Sugiero su aprobación y permita continuar con los trámites correspondientes.

.....
MSc. Ing. Moreano Martínez Edwin Homero
CC. 0502607500
TUTOR

Latacunga, Julio de 2017

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

El proyecto de tesis de maestría denominado **“DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PUERTAS INDUCE DEL ECUADOR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA SECTOR TANDALIVI PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en las páginas correspondientes, cuya fuente se incorpora en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de la declaración me responsabilizo del contenido, veracidad, alcance científico del proyecto de tesis, en mención.

.....
Ing. Enver Rodrigo Quintana Oyos
C.I. 0502578289

Latacunga, Julio de 2017.

AGRADECIMIENTO

A la empresa puertas INDUCE del Ecuador a su propietario el Ing. Wilmer Culqui junto a todo el personal que me brindaron su colaboración en la recopilación de información en especial al Sr. Marcelo Cayambe supervisor de mantenimiento y procesos dentro de la empresa.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por darme la oportunidad de seguir mi formación y sumar los conocimientos impartidos dentro de sus aulas para contribuir a mi área de aprendizaje y desarrollo profesional.

A mi esposa Paola Marilyn por ser mi ayuda a lo largo de este reto y haberme apoyado durante toda esta etapa de superación respaldándome de principio a fin.

A mi tutor de investigación, Ing. Edwin Moreano, por toda su colaboración para lograr que este trabajo cobre validez.

A mis padres, por haber desarrollado en mí autonomía de perseverancia con prácticas de estudio y dedicación.

A mi Familia por brindarme su amor e interés dentro del transcurso de esta etapa de mi vida.

A docentes y amigos que me brindaron su apoyo con el conocimiento que me impartieron durante el desarrollo de mi tesis.

Enver.

DEDICATORIA

La firmeza de ánimo y el esfuerzo hacen posible el cumplimiento de tus ideales cumpliendo un hito de superación, esta tesis está dedicada a Dios por ser el Creador Todopoderoso y permitirme estar en este mundo con salud y vida integra, a mi esposa Paola Pérez por ser esa persona que es un pilar fundamental en el desarrollo de mi vida, que me brinda su amor y apoyo incondicional, a mis padres Edgar y Elsa que son los que me dieron la vida y cuidado para poder desarrollarme en todo sentido, a mis hermanas Paola Lilibeth, Clarita y María José por su amor incondicional, a mi familia y personas que me han brindado su aprecio al darme esa motivación de superación haciéndome sentir el calor de hogar en todo momento poniendo en mi esa fuerza y perseverancia al igual que a mis abuelitos Luis+, Blanca+ y mi primo Hugo Pablo+ que desde el cielo son luz de compañía en cada paso que doy y me ayudan a revitalizar ese ahínco para continuar mi vida ...

Enver.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	II
CERTIFICACIÓN DE VALIDACIÓN DEL TUTOR.....	III
RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
OBJETO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
DETERMINACIÓN DE VARIABLES.....	5
OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAMPO DE ACCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
HIPÓTESIS	6
ENFOQUE EPISTEMOLÓGICO	6
CAPÍTULO 1	7
MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL.....	7
1.1 Antecedentes.....	7
1.2 Fundamento teórico	9
EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ECUADOR.....	10
PROCEDIMIENTO Y HERRAMIENTAS PARA ORGANIZAR UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL ENERGÉTICO.	20
CAPÍTULO 2	37
MATERIALES Y MÉTODOS	37
2.1 Objeto de la investigación.....	37
2.2 Área de influencia directa	37
2.3 Modalidad de la investigación	38
2.3.1 Tipo de investigación.....	39
2.3.2 Métodos de investigación.	40

2.4	Técnicas e instrumentos.....	40
2.4.1	Lectura científica.....	40
2.4.2	Observación.....	40
2.4.3	Software.....	41
2.4.4	Instrumento de medición.....	42
2.5	Operacionalización de las variables.....	43
2.6	Descripción del sistema eléctrico del área de estudio.....	44
	Conclusiones del capítulo.....	47
CAPÍTULO 3.....		48
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		48
3.1	Comportamiento del consumo de energía eléctrica en la empresa.....	48
3.1.1	Comportamiento del consumo desde julio 2016 hasta junio 2017.....	48
3.2	Mediciones con analizador de calidad de energía fluke 435B Series II.....	57
3.2.1	Balanceo del sistema trifásico.....	59
3.2.2	Comportamiento del factor de potencia.....	60
	Conclusiones del capítulo.....	61
CAPÍTULO 4.....		63
PROPUESTA.....		63
4.1	Título de la propuesta.....	63
4.2	Justificación de la propuesta.....	63
4.3	Objetivo de la propuesta.....	64
4.4	Estructura de la propuesta.....	64
4.5	Desarrollo del plan de mejoras para la empresa metalurgia puertas induce del ecuador.....	65
4.5.1	Política energética.....	65
4.5.2	Unidad de gestión energética temporal.....	65
4.5.3	Propuesta del plan de mejoras.....	66
4.5.4	Valoración socioeconómica y ambiental de la propuesta.....	69
4.5.4.1	Valoración económica.....	69
4.5.4.2	Valor actual neto (VAN).....	70
4.5.4.3	Tasa interna de retorno (TIR).....	70
4.5.5	VALORACIÓN AMBIENTAL.....	71
	Conclusiones generales.....	72
	Recomendaciones.....	73
	Referencias bibliográficas.....	74
	Anexos.....	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Diagrama causa efecto	4
Gráfico 2.1: Empresa metalúrgica puertas INDUCE del Ecuador.....	38
Gráfico 3.1: Comportamiento del consumo eléctrico.	49
Gráfico 3.2: Distribución porcentual del periodo.	50
Gráfico 3.3: Diagrama de Pareto del periodo.	51
Gráfico 3.4: Pareto de la edificación de la unidad académica.	53
Gráfico 3.5: Pareto del proceso industrial.	54
Gráfico 3.6: Energía y Producción.....	55
Gráfico 3.7: Diagrama de Dispersión kWh vs Producción	56
Gráfico 3.8: Índice de Consumo vs Producción	57
Gráfico 3.9: Voltaje en panel principal.	58
Gráfico 3.10: Valores de Voltaje, Corriente y Frecuencia.	59
Gráfico 3.12: Banco de Condensadores	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Límites usados en la norma En-50160.....	32
Tabla 1.2: Límites en las variaciones de corta y larga duración.....	34
Tabla 1.3: Distorsión de armónicos de voltaje.....	35
Tabla 1.4: Distorsión de armónicos de voltaje para sistemas de 120V a 69kV.....	36
Tabla 2.1: Cuadro de operacionalización de la variable independiente.....	43
Tabla 2.2: Cuadro de operacionalización de la variable dependiente.....	44
Tabla 2.3: Consumidores energéticos.	45
Tabla 2.4: Consumo de energía de la empresa.	46
Tabla 2.5: Horario diferido.....	46
Tabla 3.1: Consumo de energía julio 2016 – junio 2017	49
Tabla 3.2: Distribución porcentual del periodo.	50
Tabla 3.3: Pareto de la industrialización.	52
Tabla 3.4: Pareto del proceso industrial.....	54
Tabla 3.5: Desbalance de cargas en el tablero 1	60
Tabla 3.6: Desbalance de cargas en el tablero 2.....	60
Tabla 3.7: Balance de cargas en el tablero 2.	68
Tabla 4.1 Balance de cargas en el tablero 2.....	68
Tabla 4.2 Cálculos del VAN y TIR.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Elementos principales de la gestión energética	18
Figura 2.1: Software EasyPower 9.7.....	41
Figura 2.2: Analizador de redes.....	42
Figura 4.1: Distribución de los medidores	67

ANEXOS

Anexo 1: Diagrama Unifilar.	77
Anexo 2. Área de procesos de producción.	78
Anexo 3: Datos del analizador.....	79
Anexo 4: Conexión del analizador a la entrada del sistema del portador eléctrico.....	80
Anexo 5: Balance de cargas	81
Anexo 6: Graficos del Analizador	82
Anexo 7: Graficos del Analizador	83
Anexo 8: Graficos del Analizador	84
Anexo 9: Graficos del Analizador	85

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

Tema: “DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA PUERTAS INDUCE DEL ECUADOR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA SECTOR TANDALIVI PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO”

Autor: Quintana Oyos Enver Rodrigo
Tutor: MSc. Ing. Moreano Martínez Edwin Homero

RESUMEN

El tema del ahorro y uso eficiente de la energía, bajo el concepto de Eficiencia Energética, es un recurso que adquiere vigencia a raíz de los problemas del calentamiento global, generado como consecuencia de la contaminación ambiental de los gases de efecto invernadero, cuyo objeto se enmarca en el planteamiento de soluciones y aplicación de medidas para remediar y detener el deterioro ambiental del planeta

Esta investigación trata sobre el problema producido por el desconocimiento del uso eficiente de los recursos energéticos por lo cual hay un excesivo consumo y a la vez una mala utilización de la energía eléctrica dentro de la empresa metalurgia puertas INDUCE del Ecuador, donde se evidencia las insuficiencias presentes en la gestión en relación a la administración de la energía. Se analizan los consumos de los portadores, se declaran los puestos claves. Es evaluado el comportamiento de la demanda, así como las principales variables eléctricas. Se presentan un plan de mejoras para el portador eléctrico, desde el punto de vista técnico y económico. Se proponen los requisitos para una gestión energética eficiente en la empresa derivado de los análisis de un diagnóstico energético, y como resultado de aplicar la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía.

Palabras clave: Consumo de energía, puntos clave, eficiencia eléctrica.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

POSTGRADUATE DEPARTMENT MASTERS IN ENERGY MANAGEMENT

Topic: "DIAGNOSIS OF THE BEHAVIOR OF ELECTRIC POWER DEMAND IN THE COMPANY INDUCE DOORS OF ECUADOR AT LATACUNGA CITY, TANDALIVI SECTOR TO DETERMINE PARAMETERS OF EFFICIENCY ENERGY. DESIGN AN IMPROVEMENT PLAN FOR THE ELECTRICAL CARRIER"

Author: Ing. Quintana Oyos Enver Rodrigo

Tutor: Msc. Ing. Moreano Martinez Edwin Homero

ABSTRACT

The topic about saving and efficient use of energy, under the concept of Energy Efficiency, is a resource that takes effect as a result of the global warming problems, generated as a result of environmental pollution of greenhouse gases, whose object is framed in the approach of solutions and application of measures to remedy and to stop the environmental deterioration of the planet. This researching deals with the problem produced by the lack of knowledge about the efficient use of energy resources, due to an excessive consumption and a waste use of the electric power inside the company INDUCE doors of Ecuador, where the present deficiencies are evident in management in relation to energy management. The consumption of the transporters is analyzed, the key positions are declared. It is evaluated the behavior of the demand, as well as the main electrical variables. A plan of improvement for the electric carrier, from the technical and economic point of view, is presented. It proposes the requirements for an efficient energy management in the company derived from the analysis of an energy diagnosis, and as a result of applying the technology of Total Efficient Management of Energy.

Descriptors: Energy consumption, Key points, Electrical efficiency.

INTRODUCCIÓN

El propósito fundamental de esta investigación está orientada en establecer un plan de mejoras para el portador eléctrico para mejorar el uso de la energía eléctrica en la empresa puertas INDUCE del Ecuador, que pueden originarse debido al desconocimiento del uso eficiente de los recursos energéticos por lo cual hay un excesivo consumo en la energía, con la finalidad de reducir pérdidas técnicas de energía y mejorar la calidad de producto entregada a los clientes.

A continuación se detalla los componentes del proyecto con un breve resumen de cada uno:

En la introducción se hace referencia al problema de la investigación, contextualizándolo desde la problemática global hasta la local, estableciendo el objeto de estudio, la justificación de la investigación y el campo de acción de la misma.

En el Capítulo 1, se establece el MARCO TEÓRICO que describe de manera general, la postura teórica adoptada para desarrollar la investigación, enunciando los postulados y conceptos básicos relacionados con la gestión de energía eléctrica y la eficiencia energética.

En el Capítulo 2, se describe la METODOLOGÍA del trabajo de investigación se considera dentro del paradigma cuantitativo-cualitativo. Es cuantitativo ya que la aplicación de algunos instrumentos, evaluados y validados por expertos, permitió obtener la información numérica, procesada con técnicas estadísticas para determinar la cantidad de energía eléctrica que consume la empresa. Es cualitativo pues al aplicar otros instrumentos se obtuvo información cualitativa que permitió relacionar el comportamiento de las personas en el uso de la energía eléctrica.

El procedimiento de la investigación abarca tres tareas fundamentales: revisión de la literatura, aplicación de una Metodología para el levantamiento de la línea base y

aplicación de una Metodología para el diseño de un programa de soluciones técnicas económicamente viable, para solucionar los problemas energéticos detectados.

En el Capítulo 3, se presenta un análisis de los resultados obtenidos a partir de las mediciones disponibles, previo una caracterización del objeto de estudio mediante análisis estadísticos de tendencias basados en tablas y gráficos.

En el Capítulo 4, se describe la PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA, es presentando un plan de mejoras para el portador eléctrico para solucionar los problemas energéticos detectados en la empresa INDUCE.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación generadas con el desarrollo de la investigación en base al cumplimiento de los objetivos propuestos.

Delimitación del problema

Actualmente la eficiencia energética se ha convertido en una política de Estado, dirigida a contribuir en la solución de la crisis energética nacional y establecer una cultura de ahorro de energía en los centros de Educación Superior. El artículo 3.5 del Título I de los principios fundamentales (Constitución de la República de Ecuador, 2008), establece que es obligación del Estado promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir.

Entendiéndose por desarrollo sustentable al equilibrio que debe existir en la trilogía: factor humano, medio ambiente y económico al ejecutar un plan o proyecto como mecanismo de satisfacción de las necesidades. Esto es, el desarrollo es sustentable cuando satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades. (Orozco, 2003)

El mismo cuerpo legal, en su artículo 413 capítulo segundo, referido a la biodiversidad y a los recursos naturales (Constitución de la República del Ecuador, 2008), establece que: “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.”

Resulta imperioso por lo tanto que para ejercer el derecho a un desarrollo sustentable se requiere que todas las instituciones públicas y privadas promuevan la eficiencia energética, esto es, la reducción del consumo de energía y la prevención del derroche energético.

Bajo este precepto legal la empresa INDUCE, al ser una empresa emprendedora que a través de sus años de existencia quiere sacar el mayor aprovechamiento posible a las cantidades de energía que la empresa necesita mediante el cumplimiento de la normativa vigente para ser un referente empresarial

La eficiencia energética se presenta como una alternativa para la optimización de recursos a lo largo de toda la cadena energética. Errores en la gestión energética puede provocar ineficiencia energética. Entre ellos, en la empresa INDUCE, se encuentra el manejo inadecuado de la energía eléctrica en el proceso industrial que está conformado por prensas, tornos, fresadoras, soldas, mecanizado, iluminación y esmeril, cuestiones que necesitan urgente solución si se quiere robustecer este sistema de gestión.

Estudios previamente realizados por (Moreano, 2013) en este campo, muestra la situación energética como base para poder optimizar al máximo el uso de la energía en las instalaciones de la unidad académica de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi. En dicha investigación se desarrolló un análisis de gestión de la energía eléctrica en la unidad académica y por tanto es necesario contribuir a solucionar esta problemática.

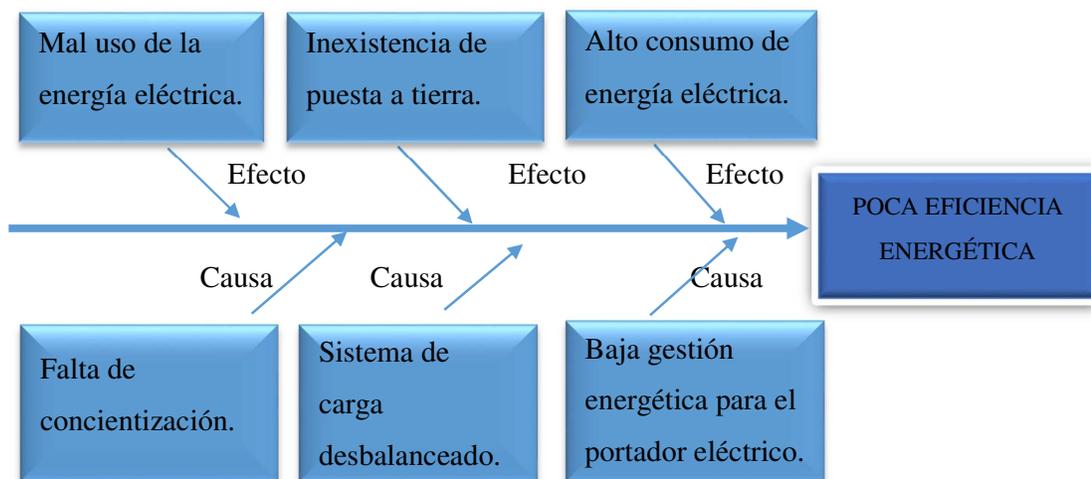


Gráfico 1.1: Diagrama causa efecto

Por lo expuesto anteriormente en esta investigación se desarrolla un programa de gestión energética; dentro de la empresa metalúrgica, que ayudara con el desarrollo de la misma y aportara con un plan de mejoras con la finalidad de obtener resultados positivos y ahorro sustanciales de energía.

La investigación fue factible porque se contó con la apertura del gerente propietario, quien han demostrado su disposición en colaborar para la solución de este problema, ya que permitió al investigador la toma de los datos necesarios para llegar a la propuesta planteada, además se dispone de un conjunto de conocimiento y herramientas necesarias inherentes al tema seleccionado y que será una valiosa ayuda para el desarrollo de la propuesta.

Formulación del problema

Por todo lo anteriormente expuesto, el problema se enunció de la siguiente forma: ¿La inexistencia de gestión eficiente de la energía eléctrica en la empresa metalúrgica puertas INDUCE, lo cual provoca un elevado consumo de este portador en esta instalación?

Objeto de estudio de la investigación

El objeto de estudio es el sistema eléctrico empleado en el proceso de producción dentro de la empresa Puertas Induce del Ecuador de la ciudad de Latacunga.

Determinación de variables

Para la investigación se han establecido las siguientes variables; la primera definida como variable independiente, por ser la causa principal de la situación dentro del problema, el inadecuado consumo eléctrico; y la segunda como variable dependiente, que es el efecto más importante del problema, la eficiencia energética.

Objetivo general de la investigación

Diseñar un plan de mejoras del sistema eléctrico mediante el análisis de la demanda eléctrica para mejora los parámetros de eficiencia en la empresa PUERTAS INDUCE del Ecuador.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico eléctrico para determinar el consumo de la energía eléctrica en los métodos estadísticos.
- Realizar la toma de datos de las instalaciones consumidoras de energía (instalaciones, iluminación y demás equipos).
- Identificar los puntos claves de consumo eléctrico mediante el analizador de redes.
- Proponer un plan de mejoras de consumo energético en el portador eléctrico dentro de la empresa puertas INDUCE del Ecuador para mejorar la eficiencia energética
- Evaluar los beneficios de implementación de medidas para el uso eficiente de la energía eléctrica en la empresa.

Campo de acción de la investigación

El campo de acción de la investigación es el plan de mejoras del sistema eléctrico para el uso eficiente de la energía eléctrica en la empresa.

Hipótesis

Al implementar un programa de gestión energética en el portador eléctrico que incida en los altos índices de consumo en la empresa Puertas INDUCE, entonces se podrá hacer un uso más eficiente de la energía eléctrica y reducirlos costos asociados.

Enfoque epistemológico

Para el trabajo de investigación se pretende aplicar el paradigma de investigación cualicuantitativo, ya que dentro de la planificación a ejecutar en el desarrollo, de acuerdo al enfoque cuantitativo, ya que la aplicación de algunos instrumentos, evaluados y validados por expertos, permitió obtener la información numérica, procesada con técnicas estadísticas para determinar la cantidad de energía eléctrica que consume la empresa; pues la información que se muestre en el informe final, estará relacionada con las variables y su relación de dependencia. Como producto de la investigación se obtendrá un informe que muestre los resultados, así como las conclusiones y recomendaciones, para lo cual se aplicó el enfoque cualitativo.

Además de lo antes expuesto, vale decir que en la investigación se aplica el enfoque cualicuantitativo porque estudia la asociación o relación entre las variables que serán cuantificadas, lo que ayuda aún más en la interpretación de los resultados, que expresan la relación o asociación entre ellas.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

1.1 ANTECEDENTES

El acuerdo institucional más importante en relación al cambio climático, que tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992 que busca reducir las emisiones contaminantes de gases de efecto invernadero de los principales países industrializados con el fin de que en el periodo que va de 2008 a 2012 esas emisiones descendan un 1,8% por debajo de las registradas en 1990, fue tratado en 1997 en la ciudad de Kioto denominado tratado de Kioto, de acuerdo con este tratado, los países deben ser eficientes en la producción con respecto a las emisiones que pueden causar y al nivel de energía consumida; a nivel mundial, del total de gases emitidos, producto de una combustión, el principal de ellos es el Bióxido de Carbono (CO₂), responsable de más del 60% del efecto invernadero, alcanzando en la actualidad cifras superiores a los 25.000 millones de toneladas, de las cuales el “21% corresponde a la generación eléctrica”

(Dávalos, 2012), indica que la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), por motivos políticos, más que por razones de estructura de costos, decidió incrementar el precio de este insumo desde 1.6 dólares el barril a casi 10 dólares, lo que originó una gran crisis económica a nivel mundial produciendo inflación y recesión en todos los países, principalmente en los países importadores de petróleo. Esto obligó, a los países desarrollados a reflexionar sobre la posibilidad de sustituir al petróleo con otras fuentes de energía, ya que la mayor parte de las reservas mundiales se encontraban en el Golfo Árabe, debido a ello, los países desarrollados analizaron diferentes alternativas energéticas con el objetivo de diversificar las fuentes de suministro energético.

Paralelamente se llegó a la conclusión que se podía mantener el mismo nivel de calidad de vida y mantener el crecimiento del país consumiendo menos energía. Desde luego, el

concepto era que la demanda de energía está inducida por una demanda paralela de servicios energéticos tales como el alumbrado, la refrigeración, el transporte entre otros y sí se podía prestar el mismo servicio empleando menos energía, el ahorro energético era en realidad un recurso, de igual categoría que cualquier otra fuente de energía

(Muñoz, 2011), en su estudio promueven la eficiencia energética en el sector industrial, al tratar un análisis sobre las posibles mejoras y su cuantificación, compartir el conocimiento sobre el posible uso de la energía y su concientización acerca de su consumo responsable. En la que se propone disminuir y mejorar el consumo de energía eléctrica, sin alterar las actividades normales de la Industria, para lo cual se plantea una metodología para realizar una auditoría energética. A través de la misma se facilita la obtención de datos de los puntos clave a ser diagnosticados, para poder definir su situación actual y proponer las respectivas mejoras en donde exista potencial de ahorro, con su respectivos análisis técnico - económico para verificar que las propuestas son factibles. Debido al constante desarrollo de nuevas tecnologías es indispensable fomentar y fortalecer los criterios de eficiencia energética y de equipos eficientes, ya que se disminuye el consumo eléctrico y por ende se ahorra dinero, logrando que la Industria mejore su rendimiento y competitividad.

Otra investigación realiza una auditoria en el sistema eléctrico de una empresa empezando con un inventario de los tableros de distribución, las cargas eléctricas y toma de datos de placa de las maquinas existentes en la misma, también se representaran diagramas unifilares, se analiza los datos y se elabora una propuesta de mejoramiento eléctrico, que comprende el análisis de datos obtenidos para proponer mejoras en los sistemas eléctricos, mediante la evaluación económica (Chamorro, 2011).

Por otra parte (Cueva, 2010), realiza el diseño de eficiencia energética en el Palacio de Gobierno, para lo cual se desarrolla una metodología de gestión energética con normas de ahorro basadas en los recursos humanos, técnicos y financieros, empezando por el diagnóstico energético del edificio, en el cual se analiza la facturación eléctrica, se realiza el levantamiento de carga para determinar la potencia instalada, se instala un analizador trifásico de redes eléctricas que obtiene valores experimentales con los cuales se evalúa la calidad de energía suministrada al edificio. Se determina como la principal fuente de

ahorro de energía al sistema de iluminación, por lo cual se realiza el rediseño del mismo, obteniendo los niveles de iluminación adecuados y la reducción del consumo de energía eléctrica. Para realizar el nuevo diseño del sistema de iluminación se utiliza el software Dialux. Se desarrolla el análisis financiero del proyecto para evaluar si es económicamente factible.

(Berrú, 2009), realiza la investigación acerca de la eficiencia energética para iluminación de interiores, limitado en este caso, al sector residencial y comercial de la ciudad de Loja, el tema de la iluminación para interiores, es solo una fracción del complejo problema de la eficiencia energética, en el cual se plantea, algunas soluciones dentro de las múltiples que puedan existir para corregir el consumo ineficiente de la energía eléctrica en iluminación y evitar daños al medio ambiente. Alcanzando con la formulación de medidas y acciones aplicables a nuestra localidad y región, para la integración de un plan de eficiencia en iluminación de interiores en la ciudad de Loja.

1.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

MATRIZ ENERGÉTICA DEL ECUADOR AL 2020.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) tiene por primera vez en la historia del Ecuador el Proyecto Matriz Energética. Este estudio está compuesto por una serie de estadísticas sobre la realidad actual de nuestros sistemas energéticos así como sus tendencias futuras al año 2020. Con una planificación estratégica desarrollada por la cartera de electricidad que tiene como objetivo primordial la transformación de la actual matriz energética del Ecuador a un modelo donde la hidroelectricidad llegue a representar más del 80% del total de energía disponible a nivel nacional, eliminando el uso de combustibles fósiles, obteniendo como resultado, la participación del petróleo en la oferta energética se reducirá en 10 puntos porcentuales (de 92% a 82%), en favor de las fuentes de energía renovable, incrementando la producción de electricidad de 13.3 a 26.4 miles de gWh. Además el balance comercial energético subirá en este caso a más de USD 5.000 millones, en razón de que ya no exportaríamos petróleo crudo sino que, luego de satisfacer la demanda interna, venderíamos derivados del petróleo.

Las fuentes de energía primaria mediante un proceso de transformación se convierten en fuentes secundarias. Las fuentes de energía primaria son los recursos existentes en la naturaleza de los que se puede obtener energía utilizable para las actividades humanas. Las fuentes no renovables están asociadas a períodos de formación de muy largo plazo (millones de años), mientras que las fuentes renovables a períodos de formación de corto plazo y continuos. Es decir que la generación de energía eléctrica pasaría de un 43% de hidroelectricidad a un escenario futuro de 80%, que estaría complementado por un 10% de energía renovable.

Consumo de energía eléctrica.

Los aparatos eléctricos cuando están funcionando generan un consumo de energía eléctrica en función de la potencia que tengan y del tiempo que estén en funcionamiento. En nuestro país, el consumo de energía eléctrica se contabiliza mediante un dispositivo de medida que se instala en los accesos a la vivienda, denominado medidor, y que cada meses revisa un empleado de la empresa eléctrica va registrando los datos de consumo en kilovatios hora (kWh) realizado en ese período. El kilovatio hora es la unidad de energía en la que se factura normalmente el consumo doméstico o industrial de electricidad. Equivale a la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora.

El consumo de energía eléctrica en Ecuador.

Según la estadística de parámetros eléctricos de las empresas distribuidoras del Ecuador, el consumo de energía eléctrica en el país es de 18.469 Gigavatios por hora (gWh), cifra que corresponde al cálculo establecido a septiembre de 2012, de acuerdo a un boletín de la empresa eléctrica de Quito, en parámetros técnicos, cada gWh es igual a 1 millón de kilovatios por hora (kWh), mientras que cada kWh representa la energía necesaria para iluminar una bombilla de 100 vatios (W), durante un periodo de 10 horas. Además la empresa eléctrica Quito, en su área de concesión de 14.971 km², dispone de 3.955 gWh al año. La ciudad de Guayaquil dispone al año de 4.952 gWh, con un área de concesión de 1.399 km²; y la zona Centro – Sur dispone de 874 gWh por año de energía en un área de concesión de 22.721 km², según datos a septiembre de 2012.

Las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2012, establecieron los índices de consumo eléctrico y gasto mensual promedio en los hogares de las principales ciudades del Ecuador, por ejemplo, un hogar en la capital del país consume 143,41 kWh por mes, con un promedio de gasto de 18,92 dólares, en cambio en el puerto principal el consumo de energía eléctrica en un hogar por mes es de 182,41 kWh, con un promedio de gasto de 25,64 dólares; en Cuenca se consume 151,10 kWh por mes, con un gasto de 25,64 dólares; mientras en Ambato se consume 118,50 kWh, con 16,92 dólares de gasto promedio. Es decir que Guayaquil es la ciudad que en promedio consume más energía eléctrica por hogar al mes, respecto de las otras ciudades del país. El consumo de energía eléctrica en la zona urbana de Quito, durante el mes de octubre de 2012, fue de 185.134.000 kWh. De tal manera para determinar el consumo de energía eléctrica en un aparato eléctrico es:

Ecu 1.1 Determinación para consumo de energía para aparato eléctrico

$$CE = P \times \# \text{ dias} \times \# \text{ de horas}$$

Dónde:

CE= Consumo de energía. Wh

P= Potencia (W).

#d= Número de días.

#h= Número de horas (h).

Diagnóstico energético.

El ahorro de la energía en todas sus manifestaciones, en los últimos años ha jugado un papel de suma importancia dentro del desarrollo de la humanidad. Sin embargo, en Centro América los índices energéticos (producción entre unidad de energía), siguen siendo altos comparados contra los respectivos valores de los países altamente industrializados, el mejorar estos índices depende de aprovechar al máximo la energía que se requiere en los procesos de producción.

Para comprender la importancia del diagnóstico como paso previo al programa de ahorro, el diagnóstico energético se conceptualiza como la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, con el objetivo 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 cuánta es desperdiciada (Hernández, 2011).

Probablemente la parte de mayor relevancia para el ahorro de energía sea el diagnóstico energético, puesto que de la certeza y atención en que sea desarrollado dependerá en gran medida el éxito de las acciones que posteriormente sean emprendidas. Por el contrario, el pretender ahorrar energía sin haber pasado antes por un diagnóstico energético suele llevar a estrepitosos fracasos.

De tal manera que el diagnóstico se refiere a la etapa fundamental de la gestión energética, implica el análisis histórico del uso de energía relacionado con los niveles de producción y el estudio detallado de las condiciones de diseño y operación de los equipos, sistemas y procesos involucrados en la actividad industrial o empresarial. El diagnóstico energético debe proponer las acciones y medidas correctivas que han de aplicarse para superar las condiciones actuales de operación energética, establece la factibilidad técnica y económica de realizarlas, así como la evaluación económica de las mismas, determinando los parámetros de rentabilidad de cada acción, donde la planificación, la organización, integración y control son las partes fundamentales de un diagnóstico energético.

Planeación. Consiste en elegir la alternativa concreta de acción a seguir, las políticas en materia de energía, el tiempo de ejecución, el logro de objetivos y, por último, se determina el monto de recursos financieros para la aplicación del programa.

Organización. En esta etapa se define la estructura que permita instrumentar el programa establecido. Aquí es necesario especificar las funciones de todos los grupos e individuos que participen en el Programa de Ahorro de Energía.

Integración. Consiste en elegir a la persona o grupos de personas que van a ser los responsables de la ejecución del programa, así como la adquisición de la instrumentación y el equipo necesario para la realización del diagnóstico y monitorear los avances del programa.

Control. En esta etapa se establecen normas de consumo de energía, de mantenimiento y de operación, así como el método que permita dar seguimiento permanente al programa. Todo ello, mediante monitoreo a través de un sistema integral de información energética y listas de verificación de la aplicación de medidas de ahorro de energía.

Metodología para realizar un diagnóstico energético.

La metodología de un diagnóstico energético no es una receta definida, sin embargo, los puntos estratégicos para determinar los potenciales de ahorro de energía pueden ser los siguientes:

1. Planear los recursos y el tiempo
2. Recopilar datos en sitio
3. Tomar mediciones
4. Analizar los datos
5. Estimación del potencial de Ahorro Energético
6. Evaluar el programa de Ahorro de Energía de la Empresa (Diagnostico energético, 2010)

La eficiencia energética.

La eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía, ante el constante aumento de los precios de energía y la escasez de los recursos energéticos. El bienestar de la sociedad depende, cada vez más, de la capacidad de utilizar la energía de la manera más eficiente posible obteniendo un futuro energético sostenible, las mejoras de la misma pueden reducir la necesidad de inversión en infraestructura energética y en los costos de combustible, aumentando la competitividad en el sector productivo e industrial y mejorando el bienestar de los consumidores.

La Eficiencia Energética se logra por medio de la aplicación de una serie de acciones, procedimientos y capacitaciones que logran optimizar la correlación entre la energía consumida y los productos o servicios finales. La implementación de medidas e inversiones de equipos tecnológicos de bajo consumo, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad, por los impactos del cambio climático es imprescindible que los seres humanos reduzcamos nuestra enorme dependencia de la energía no renovable que cada día se va agotando más, por tanto debemos aprender a usar de manera eficiente esa energía que obtenemos para no emplearla en situaciones innecesarias, en definitiva, el uso racional de la misma tendrá como objetivo reducir la necesidad de inversión en el sector eléctrico y mejorar la eficiencia en las empresas eléctricas. Por último, con los programas regionales de revolución energética el gobierno ecuatoriano ha firmado con la República de Cuba un convenio de recuperación para la capacitación del sector eléctrico y la búsqueda de eficiencia energética

Indicadores de eficiencia energética.

(Matesanz, 2008), manifiesta que cuando se trata de medir la eficiencia energética, en términos generales y al igual que sucede al definirla, no se tiene en cuenta la relación entre energía útil y total empleada, como indicaría su definición física, aunque si se emplee esta medida en maquinaria, luminarias y electrodomésticos. La eficiencia energética a menor escala, a nivel usuario es importante y se relaciona directamente con el rendimiento que constituye uno de los pilares de las políticas energéticas, por su repercusión en el cómputo global. A gran escala, y haciendo referencia a la definición del término más extendida en los últimos años, se emplean indicadores que relacionan la energía con temas económicos. Los más empleados son los índices de eficiencia e intensidad, atendiendo a la relación entre el producto interno bruto (PIB) y el consumo energético, y diferenciando entre el primario y el final.

(Santamarta, 2007), manifiesta que el proyecto de la Comisión Europea sobre indicadores de eficiencia energética, se recogen nuevos indicadores relacionados con este término, como son las unidades de consumo específico (muy utilizadas al hablar de eficiencia por sectores), los indicadores ajustados (intensidades sometidas a variaciones según clima, desarrollo etc.) o los índices de eficiencia energética (que permiten relacionar los consumos específicos de los sectores entre sí).

Un indicador es una relación entre variables cuantitativas o cualitativas que permite observar la situación y las tendencias de cambios generadas en el objeto o fenómeno observado, en relación con objetivos y metas previstas e impactos esperados.

Los indicadores son útiles para varios fines:

- Evaluar la gestión energética
- Identificar oportunidades de mejoramiento
- Adecuar a la realidad objetivos, metas y estrategias
- Sensibilizar a las personas que toman decisiones y a quienes son objeto de las mismas, acerca de las bondades de los proyectos.
- Tomar medidas preventivas a tiempo.
- Comunicar ideas, pensamientos y valores de una manera resumida:

"Medimos lo que valoramos y valoramos lo que medimos" (Marrero, 2006).

La auditoría energética.

(Sancho, 2006), define como una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.

Procedimiento para realizar una auditoría energética.

(Hernández, 2011), establece los pasos para realizar la auditoría energética que son:

Paso 1.- Recolección de información básica e inventario general de las instalaciones.

- Identificación del proceso productivo y/o áreas principales.
- Identificación de las fuentes de energía.
- Identificación de los consumidores de energía, capacidad instalada y horas de operación.
- Información histórica de las facturas de los suministradores de energía.

Paso 2.- Elaborar balances de energía, con el objeto de conocer la distribución de energía en las diferentes fases del proceso productivo y/o áreas, es decir la caracterización de carga.

- Toma de datos.
- Registros y mediciones puntuales.
- Las diferentes formas de energía que entran o salen del sistema deben estar referidas a un mismo período de tiempo y expresadas en las mismas unidades.
- Los balances deben regirse por el principio de que la energía que se aporta al sistema es idéntica a la que éste cede.

Paso 3.- Determinar la incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo de equipos en el consumo de energía total y por lo tanto en el costo total.

Paso 4.- Obtener índices de consumo de energía, los mismos pueden ser usados para determinar la eficiencia energética de las operaciones, y consecuentemente, el potencial de ahorro de energía. Índices típicos:

- Consumo específico de energía
- Factor de carga.

Paso 5.- Determinar los potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centros de costos, mediante una evaluación técnica detallada en los diferentes campos, como:

- Sistemas eléctricos: evaluación de la transformación y distribución, cargas eléctricas, generación propia.
- Sistemas mecánicos: evaluación de sistemas de aire comprimido, sistemas de bombeo, sistemas de manejo de aire, manejo de materiales sólidos.
- Sistemas térmicos: generación de vapor, sistemas de recuperación de calor residual, redes de distribución de fluidos térmicos, sistemas de refrigeración y aire acondicionado, hornos industriales, sistemas de quemadores, etc.

Paso 6.- Identificar las medidas apropiadas de ahorro de energía.

Paso 7.- Evaluación de los ahorros de energía en términos de costos. Se lleva a cabo una evaluación económica que permite realizar un análisis en función de los desembolsos requeridos para poner en práctica las Recomendaciones de la auditoría.

Luego de la Auditoria Energética teniendo como base las conclusiones y recomendaciones de la misma, se ejecutará un Plan de Acción. Estos resultados deben ser conocidos por todo el personal de la empresa porque de esa manera comienza a crearse un buen ambiente de motivación y concienciación.

Las acciones correctivas deben iniciarse con las medidas preliminares y divulgar sus resultados para una mayor motivación del personal. Asimismo, debe complementarse el programa con cursos de capacitación dirigidos al personal, y de incentivos. Lo que incidirá en mayores rendimientos del mismo

Organización de sistemas de gestión energética en la industria.

(Varela, 2001), establece que la gestión de la calidad y la gestión ambiental son aceptadas ampliamente en la industria, sin embargo el manejo integral de la energía como área gerencial dentro de una empresa es un concepto todavía poco difundido.

Metas y objetivos de una gestión energética empresarial.

(Varela, 2001), establece que la gerencia debe determinar, tomando en cuenta el tamaño y las estructuras de la empresa, el grado adecuado de detalle y complejidad del sistema interno de gestión de energía.

El objetivo primario de la gestión de energía será en todo momento una reducción de los costos ocasionados por el consumo de energía de la empresa.

Tomando en cuenta estos objetivos, el Sistema de Gestión Energética apoyará a la gerencia de la empresa en:

- Formular políticas energéticas empresariales y tomar
- decisiones estratégicas con relación a la energía
- Formular metas con respecto al empleo y consumo de energía en la empresa
- Planear y presupuestar la demanda energética
- Implementar y mantener un control energético continuo en la empresa.
- Elaborar y desarrollar programas energéticos.
- Desarrollar e institucionalizar una asesoría energética interna dentro de la empresa.

Elementos de la gestión energética.

En la figura 1.1 muestra los elementos principales de la gestión energética como se menciona anteriormente.

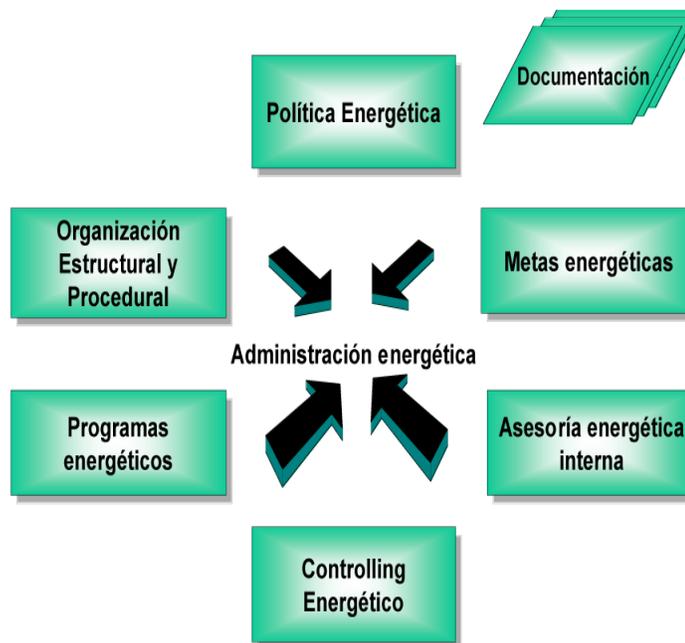


Figura 1.1: Elementos principales de la gestión energética

Una política energética de la empresa, que sirve para manifestar por escrito una filosofía empresarial y principios estratégicos, así como para formular directivas energéticas para la empresa y desarrollar una conciencia por el uso racional de energía en la empresa.

Metas energéticas concretas, deducidas de la política energética de la empresa. Estas metas pueden estipularse continuamente o periódicamente y deben cumplir ciertos requisitos formales.

Un control energético, que comprende un amplio sistema de información interna y que coordina la planificación y el control de la demanda de energía.

Este sistema es la parte central de todo sistema de gestión energética y está constituido por los siguientes módulos:

- Registro de datos (energéticos y relacionados),
- Administración interna de datos
- Sistema de análisis y comparación de datos
- Sistema de planificación y presupuesto de energía
- Cálculo interno de costos de energía
- Sistema de reporte, documentación e información interna.

Una asesoría energética interna, la cual tiene por objetivo respaldar las decisiones y proyectos internos, como por ejemplo la expansión de la producción o la planificación de nuevos edificios o equipos, el diseño y desarrollo de nuevos productos, procesos de reestructuración, etc.

Programas internos de eficiencia energética o bien proyectos individuales destinados a reducir u optimizar el uso de energía en la empresa, como por ejemplo programas de motivación y capacitación de los empleados, programas específicos en áreas definidas de la empresa o análisis detallados de máquinas o equipos.

Integrando esta estructura y los elementos correspondientes en el sistema general de gestión de la empresa, se logrará fácilmente su objetivo principal de producir bienes y servicios de la manera más económica y con el menor impacto posible al ambiente.

Naturalmente, la gestión energética debe estar estructurada y organizada de acuerdo a la estructura interna de la empresa misma, y debe ser documentada adecuadamente.

Aquí, es útil recurrir a estructuras probadas y acreditadas como las estructuras de Gestión de la Calidad (Normas ISO 9000) o bien las estructuras de Gestión Ambiental (ISO 14000).

Procedimiento y herramientas para organizar un sistema de monitoreo y control energético.

(Abad, 2011), establece el proceso de control de puede realizar de diferentes formas. En los sistemas de control energético es recomendable utilizar el método de control selectivo. La selección de las áreas y equipos se realiza sobre la base de la estructura de consumo y de pérdidas energéticas de la empresa. Se cubre el 20 % de las áreas o equipos que provocan el 80 % del consumo de energía (“Puestos Claves”). Este método incluye el control por excepción, o sea, dentro de estas áreas o equipos se priorizan aquellas que tienen tendencia a las mayores desviaciones.

El procedimiento a seguir para la organización de un sistema de monitoreo y control energético consta de las siguientes etapas:

- a) Establecimiento de los objetos de control: la selección de los objetos de control se realiza de la siguiente forma:
 - Establecimiento del diagrama energético – productivo de la empresa.
 - Establecimiento de la estructura de consumo de la empresa por portadores energéticos.
 - Selección del 20 % de los equipos y áreas que provocan el 80 % del consumo y los costos energéticos (Puestos Claves).

- b) Establecer indicadores de control:
 - Identificación de posibles indicadores de control de empresa y de áreas a partir del diagrama energético – productivo. Ejemplos: índice de consumo, índice de costos, energía no asociada, consumo, etc.
 - Selección y validar los indicadores de control mediante la aplicación de los diagramas de dispersión y correlaciones.

Establecer herramientas de medición de indicadores de control:

- Definir períodos de medición.
- Definir la toma y el flujo de la información.
- Establecer la toma de medición: medición directa, cálculos, estimaciones, balances.
- Definir la forma de registro.

c) Establecer estándares:

Para ello utilizar cuatro fuentes de información:

- Comportamiento histórico. Precisar mejores valores del comportamiento.
- Datos técnicos de los equipos o sistema.
- Comparaciones con equipos o sistemas similares.
- Pruebas técnicas en condiciones controladas.
- Realizar la toma de datos de períodos productivos típicos de la empresa.
- Establecer para los indicadores de control seleccionados lo siguiente:
- Gráfico de control (para determinar el valor promedio y límites superior e inferior del estándar).
- Estándar vs. Producción (para determinar la variación del estándar con el nivel de producción).
- Diagrama de correlación estándar vs. producción (para determinar la ecuación que rige la variación del índice de control con respecto a la producción en el período estándar con un nivel de correlación significativo).

d) Establecer herramientas de comparación de indicadores con estándares:

- Gráfico de control (graficar valores reales del resultado sobre el valor medio y los límites superior e inferior estándares).
- Gráfico de tendencia (graficar tendencia del valor real del resultado respecto al estándar).
- Gráfico Índice de Consumo (IC) contra Producción (P) (graficar puntos reales de IC y P sobre la curva estándar).

- Evaluar la ecuación de desviación relativa del consumo: (determinar la desviación relativa del consumo real con respecto al seleccionado como estándar).
- e) Establecer herramientas para determinación de causas de la desviación del indicador respecto al estándar:
- Establecer los factores claves que influyen sobre los indicadores de control.
 - Análisis de anomalías en el gráfico de control.
 - Análisis de causas de la desviación relativa del consumo.
 - Análisis de la influencia del valor real de las variables de control sobre los indicadores de control.
 - Conclusiones cualitativas y recomendaciones para corregir las desviaciones.
- f) Establecer las variables de control:
- Seleccionar las posibles variables de control a partir del diagrama energético – productivo del proceso y los indicadores de proceso del departamento de producción de la empresa.
 - Identificar las variables de control a partir de los diagramas de correlación de estas variables con los indicadores de control energético seleccionados.
 - Determinar gráfica y analíticamente la relación entre las variables identificadas y los indicadores de control.
 - Determinar la influencia de las variables de control sobre los indicadores de control.

Ejecución del proceso de control

El proceso de control, en su ejecución, consta de las siguientes etapas:

1. Recolección de datos
2. Determinación del resultado
3. Comparación del resultado con los estándares
4. Ejecución del diagnóstico de causas de derivaciones
5. Modificación de las variables de control o corrección de desviaciones.

Un proceso de control general incluye también una etapa de mejoramiento del proceso, cuando la acción sobre las variables de control no es suficiente para corregir las constantes variaciones que en este se presentan. Esta etapa consiste en una revisión periódica de procedimientos y evaluación técnico-económica de posibilidades de inversión que producen, sin duda, un cambio en los estándares y en los resultados del control frecuente.

Herramientas para el sistema de gestión energético

Existe varias herramientas que se utilizan para establecer un sistema de gestión energética pero las principales son las siguientes:

- Diagramas de Pareto
- Histogramas
- Intensidad Energética
- Diagrama causa y efecto
- Diagrama de dispersión Estratificación
- Gráficos de control.

Diagrama de Pareto

Utilidad de un diagrama de Pareto:

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

Un diagrama de Pareto informa sobre los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es la causa o elemento de mayor importancia de lo registrados y cuál es su influencia cuantitativa?
- ¿Cuál es el 20 % de los elementos que producen el 80 % del efecto reflejado en la categoría? Por ejemplo: ¿Cuál es el 20 % de los portadores energéticos que producen el 80 % del consumo de energía equivalente de la empresa?

- ¿Cómo influye cuantitativamente la reducción de una causa o elemento en el efecto o categoría general analizado

Histograma

El histograma permite:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio del sistema.
- Identificar anomalías examinando la forma.
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación. El Histograma es una “instantánea” de la capacidad del proceso y revela tres características del mismo:
 - Centrado: media de los valores obtenidos.
 - Distribución: dispersión de las medidas.
 - Forma: tipo de distribución.

A nivel de empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

Intensidad energética

A nivel de empresa este indicador puede determinarse como la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción mercantil total. Refleja la tendencia de la variación de los consumos energéticos respecto al incremento de la producción.

Todos los indicadores de eficiencia y de consumo energético dependen de condiciones de la producción y los servicios de la empresa como: factor de carga (es la relación de la producción real respecto a la capacidad productiva nominal de la empresa), calidad de la materia prima, estado técnico del equipamiento etc. Debido a esto cada índice debe establecerse especificando las condiciones en que debe alcanzarse.

El diagrama causa y efecto

El análisis de las causas requiere de 5 pasos:

1. Definir el efecto. Significa que sea claro, preciso y medible.
2. Identificar las causas. Cada miembro del grupo en una tormenta de ideas propone posibles causas del efecto descrito. Se toma la lista y se señala la palabra clave de cada causa. Se determinan las sub-causas en torno a la palabra clave.
3. Definir las principales familias de causas. Se agrupan las causas y sub-causas en familias de: métodos, mano de obra, equipos, materiales u otra causa fundamental del problema.
4. Trazar el diagrama. Se traza la línea central y las que representan las causas principales. Se aportan ideas en torno a cada causa principal por separado y se colocan con su palabra clave.
5. Seleccionar la causa. Una vez construido el diagrama, este cubre todas las posibles causas. Se realiza un proceso de selección ponderada para determinar las de mayor importancia.

Diagrama de dispersión

Es un gráfico que muestra la relación entre dos parámetros. Su objetivo es mostrar en un gráfico x , y si existe correlación entre dos variables, y en caso de que exista, determinar su carácter. La observación de un diagrama de dispersión puede indicar, por ejemplo, que existe una tendencia a que los valores altos de nivel ocupacional están asociados a los valores altos de consumo, o también que la nube de puntos describe una línea recta por lo que puede existir una relación de tipo lineal entre ambas variables con una pendiente pronunciada. Para determinar el coeficiente de correlación entre ambas variables y probar matemáticamente su validez se establece la ecuación del modelo $Y=f(x)$ y se aplica la prueba de hipótesis correspondiente.

Estratificación

La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de

control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

Utilidad de la estratificación:

- Discriminar las causas que están provocando al efecto estudiado.
- Conocer el árbol de problemas de un efecto.
- Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

El propósito de la estratificación es similar al histograma, pero ahora clasificando los datos en función de una característica común que permite profundizar en la búsqueda y verificación de las causas a encontrar, resolver o eliminar.

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 logra aplicarlo a cada fase del proceso y detectar en cuales fases se producen las alteraciones. Su importancia consiste en que la mayor parte de los procesos productivos tienen un comportamiento denominado normal, es decir existe un valor medio (M) del parámetro de salida muy probable de obtener, mientras que a medida que se aleja de este valor medio la probabilidad de aparición de otros valores de este parámetro cae bruscamente, si no aparecen causas externas que alteren el proceso, hasta hacerse prácticamente cero para desviaciones superiores a tres veces la desviación estándar ($3S$) del valor medio. Este comportamiento (que puede probarse en caso que seguros que ocurran) permite detectar síntomas anormales actuando en alguna fase del proceso y que influya en desviaciones del parámetro de salida controlado.

Utilidad de los gráficos de control:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.

- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificarlas causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

Puestos claves

- Es el equipo específico con alto consumo de energía (electricidad y combustible) y tiene una gran incidencia en el ahorro y la eficiencia energética.
- Puede ser también un área un lugar específico o un conjunto reducido de equipos de una línea tecnológica o proceso.
- No es un cargo laboral ni ocupacional.

¿Qué caracteriza un puesto clave?

- Tener un papel y un porcentaje importante en el consumo total de electricidad y los combustibles.
- Es específico, concreto e identificable. No es ni general ni abstracto.
- Tiene un alto consumo de vapor, aire, agua, calor o frío, los cuales provocan consumo de energía.

¿Qué se identifica en un puesto clave?

- El índice físico que mide su real eficiencia.
- Los operarios y trabajadores que por su contenido de trabajo deciden en su funcionamiento eficiente.
- Los jefes intermedios que dirigen y controlan el área donde radican dichos puestos.

Sistemas de monitoreo y control energético

En general, el control es la acción de hacer coincidir los resultados con los objetivos. Persigue elevar al máximo el nivel de efectividad de cualquier proceso. Para que exista la acción de control debe existir un estándar (objetivo a lograr), una medición del resultado, herramientas que permitan comparar los resultados con el

estándar e identificar las causas de sus desviaciones, y variables de control, sobre las cuales actuar para acercar el resultado al estándar.

Muchas empresas realizan muchos registros de indicadores energéticos, sin embargo, su uso es mayormente informativo, ya que no han establecido un sistema de control, perdiendo una buena parte de los costos en que incurren en el sistema de información. El control de cualquier proceso es una necesidad real, ya que el medio en que se desarrollan los procesos es dinámico y provoca desviaciones que deben ser corregidas.

También la acción del hombre que actúa sobre el proceso es imperfecta y los equipos que componen el proceso fallan o se deterioran en el tiempo. El control permite identificar todas las desviaciones y corregir las que sean posibles, señalando cuándo se hace necesario efectuar una mejora general en el proceso.

En el caso particular de la eficiencia energética, la necesidad del control se justifica debido a los siguientes puntos:

- Factores internos y externos al proceso que influyen en la variación de la eficiencia y el consumo de energía de los equipos y sistemas (niveles de producción, características de los productos y servicios, calidad de la materia prima, temperatura ambiente, etc.)
- El precio de la energía cambia, provocando el cambio en los estándares.
- El estado técnico de los equipos consumidores cambia, produciendo cambios en los resultados.
- La actitud, motivación y nivel de competencia del personal que decide en la eficiencia energética se modifica con el tiempo.

Sólo un sistema de control energético puede mantener la atención sobre estos aspectos y lograr hacer coincidir los resultados en materia de eficiencia energética con los estándares o metas fijadas.

Descripción de la norma ISO 5001.

Al darse cuenta de la importancia de la gestión de la energía, la International Organization for Standardization (ISO) desarrolló en 2008 la ISO 5001 como la futura norma internacional de la gestión de la energía. Estimándose su publicación para agosto de 2011, se espera que afecte a más del 60% del consumo energético mundial y tiene el potencial de llegar a ser un catalizador global para la eficiencia energética industrial, del mismo modo que la ISO 9001 lo ha sido para la calidad. Según la Organización Latinoamericana de Energía (Olade), el consumo específico de energía en la región podría ser reducido entre 10% y 25% en el corto y mediano plazo a través de la implementación de planes de eficiencia energética.

El propósito de la ISO 5001 es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético, incluyendo eficiencia energética, uso, consumo e intensidad. La implementación de este estándar debería conducir a una reducción en el costo de la energía, la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y otros impactos positivos en temas medioambientales, a través de una gestión sistemática de la energía.

La aplicación global de este estándar internacional contribuye al uso más eficiente de las fuentes energéticas disponibles, aumentando la competitividad e impactando positivamente en el cambio climático. La ISO 5001 considera todos los tipos de energía, incluyendo energía renovable, no renovable y alternativa. Requiere la identificación, priorización y registro de oportunidades para mejorar el desempeño energético, incluyendo, donde sea posible, fuentes energéticas potenciales, uso de energías renovables o alternativas.

Sin embargo, la ISO 5001 no establece requisitos absolutos para el desempeño energético más allá del compromiso en la política energética de la organización y su obligación de cumplir con los requisitos legales y de otra índole que sean aplicables. Así, dos organizaciones llevando a cabo similares operaciones, pero teniendo diferente desempeño energético, pueden ambas cumplir con sus requisitos.

La clave para un Sistema de Gestión de la Energía exitoso es que éste sea asumido como propio y sea integrado completamente a los procesos de gestión dentro de la organización, es decir, que las implicaciones de la administración de la energía sean consideradas en todas las etapas del proceso de desarrollo de nuevos proyectos, y que esas implicaciones formen parte de cualquier cambio en el control de procesos.

Es una Norma Internacional que proviene de la ANSI/MSE 2000:2005 y ANSI/IEEE 739:1995 citada anteriormente, la cual comparte principios comunes del sistema de gestión con la serie de Normas ISO 9000 (conceptos y definiciones), ISO 14000 (medio ambiente) y compatible a su vez con la norma cubana NC ISO 22000 (alimentación), cuyo propósito es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso, consumo e intensidad de la energía. La implementación de esta norma de llevar a reducciones en el costo de la energía, emisiones de gases con efecto invernadero y otros impactos ambientales, a través del manejo sistemático de la energía. Es aplicable a todos los tipos y envergaduras de organizaciones independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. El éxito de su implementación depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y especialmente de su administración central.

Esta Norma Internacional especifica los requerimientos de un sistema de manejo de energía (SGE) para que una organización desarrolle e implemente una política energética, establezca objetivos, metas y planes de acción, los cuales tengan en cuenta requerimientos legales y la información referente al uso de la energía significativa. Un sistema de manejo de energía permite que una organización alcance sus objetivos establecidos, e implemente las acciones necesarias para mejorar su uso de la energía y demostrar la conformidad del sistema con los requerimientos de esta Norma Internacional. La aplicación de esta Norma Internacional puede ser adoptada a los requerimientos de una organización incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y recursos, y se aplica a las actividades controladas por la organización. *(NI-ISO/DIS 50001:2011)*

La aplicación global de esta Norma Internacional contribuye a un uso más eficiente de las fuentes de energía disponible, mejora la competitividad y tiene un impacto positivo en el cambio climático, esta Norma Internacional considera todos los tipos de energía.

Esta Norma Internacional puede ser empleada para la certificación, registro y auto declaración del sistema de manejo de energía de una organización. No establece requerimientos absolutos para el uso de la energía, más allá de los estatutos de la política energética de la organización y su obligación a cumplir leyes aplicables y otros requerimientos por tanto, dos organizaciones que lleven a cabo operaciones similares para que tengan usos de la energía diferentes pueden conformar sus requerimientos.

La organización puede escoger integral el ISO 5001 con otros sistemas de manejo tales como de Calidad, Medio Ambiente, Salud y Seguridad en el Trabajo o Responsabilidad Social u otros.

Normas de calidad de energía eléctrica.

Al hablar de normas de calidad de energía eléctrica y caracterización de eventos en la voltaje de suministro eléctrico, debemos mencionar la norma europea EN-50160, el estándar IEC 61000-4-30 y el IEEE Estándar 1159-1995 los cuales se describirán brevemente a continuación.

Norma EN-50160

La norma EN-50160 es la norma básica de calidad de energía eléctrica en la unión europea. En ella se describen las características principales que debe tener el voltaje suministrado por una red de distribución en baja y medio voltaje.

El estándar define los límites para la frecuencia nominal de voltaje, la amplitud del voltaje, las variaciones de los voltaje, los huecos de voltaje, las interrupciones breves y largas del suministro, los sobrevoltajes temporales y transitorias, el desequilibrio de la voltaje, los voltajes armónicos e interarmónicos y la transmisión de señales de información por la red, así como los protocolos de medida como se muestra en la tabla 1.1.

De acuerdo con el estándar EN-50160, un hueco de voltaje de alimentación se define de la siguiente forma:

“Disminución brusca de voltaje de alimentación a un valor situado entre el 90% y el 1% de voltaje de alimentación declarada V_c , seguida del restablecimiento del voltaje después de un corto lapso de tiempo. Por convenio, un hueco de voltaje dura de 10 ms a 1 minuto. La profundidad de un hueco de voltaje se define como la diferencia entre el voltaje eficaz mínima durante el hueco de voltaje y el voltaje declarado. Las variaciones de voltaje que no reducen el voltaje de alimentación a un valor inferior al 90% del voltaje declarado V_c no se consideran como huecos de voltaje”.

Una interrupción de la alimentación se define como:

“Condición en que el voltaje en los puntos de suministro es inferior al 1% del voltaje declarada V_c ”.

Se define como interrupción larga si la duración del evento es mayor a 3 minutos, y se clasifica como breve si su duración es inferior a 3 minutos.

Se define un sobre voltaje temporal como un sobre voltaje de duración relativamente larga en un punto determinado y un sobre voltaje transitorio como un sobre voltaje oscilatorio o no oscilatorio de corta duración fuertemente amortiguada y que duran algunos milisegundos.

Tabla 1.1
Límites usados en la norma En-50160

EVENTO EN LA TENSIÓN DE SUMINISTRO	MAGNITUD	DURACIÓN
Hueco de tensión	90% < 1%	10 ms < 1 minuto
Bajada de tensión	90% < 1%	> 1 minuto
Interrupción del suministro	<1%	<3 minutos (breve) >3 minutos (larga)
Sobretensión temporal	<110%	Relativamente larga
Sobretensión transitoria	>110%	Algunos milisegundo

Fuente: Recuperado de <http://seinonnews.blogspot.com/2011/06/07062011-caso-practico-2-gestion-de.html> Norma EN-50160

Estándar IEC 61000-4-30

El estándar IEC 61000-4-30 define los métodos de medida de los parámetros de la calidad de suministro y el modo de interpretar los resultados. En la norma se indican los métodos de medida sin fijar los límites.

Un hueco de voltaje comienza cuando la magnitud $V_{rms} (1/2)$ cae por debajo del umbral de detección (0.9 pert- unit del voltaje declarado de acuerdo con la norma EN-50160) y termina cuando el valor $V_{rms} (1/2)$ es igual o superior al umbral de detección más un voltaje de histéresis (esta histéresis es en general igual al 2% del voltaje declarado). En lugar de utilizar un umbral de detección sobre el voltaje declarado, el estándar también establece la posibilidad de emplear un voltaje de referencia deslizante, definida como un valor de voltaje promediado en un intervalo de tiempo especificado, que representa el voltaje que precede al hueco.

El voltaje residual es el menor valor de $V_{rms} (1/2)$ medido durante el hueco y la profundidad de un hueco de voltaje se define como la diferencia entre el voltaje de referencia y el voltaje residual y en general se expresa en porcentaje del voltaje de referencia. Por su parte, la duración de un hueco de voltaje se define como la diferencia del tiempo entre el inicio y el final del hueco de voltaje.

Un sobre voltaje temporal en el voltaje de suministro comienza cuando la magnitud $V_{rms} (1/2)$ sobrepasa el umbral de detección (1.1. pert-unit del voltaje declarado respectivamente, de acuerdo con la norma EN-50160) y termina cuando el valor $V_{rms} (1/2)$ es igual o inferior al umbral de detección menos un voltaje de histéresis. También en este caso se puede emplear un voltaje de referencia deslizante en lugar del voltaje declarado como umbral de detección.

Para la evaluación de las interrupciones del voltaje de suministro, se considera que una interrupción comienza cuando el valor $V_{rms} (1/2)$ cae por debajo del umbral de interrupción de voltaje y termina cuando el valor $V_{rms} (1/2)$ es igual o superior al umbral de interrupción del voltaje más la histéresis. De acuerdo con la EN-50160 se produce una interrupción cuando el voltaje en los puntos de suministro es inferior al 1% del voltaje

declarado. La duración de una interrupción de voltaje es la diferencia entre el comienzo y el final de la interrupción.

Estándar IEEE 1159-1995

El estándar IEEE 1159-1995 define siete categorías distintas de fenómenos electromagnéticos en las redes eléctricas: transitorios, variaciones de corta duración, variaciones de larga duración, desequilibrio de la voltaje, distorsión de la forma de onda, fluctuaciones de voltaje y variaciones de la frecuencia.

La categoría de variaciones de corta duración comprende los huecos de voltaje, las interrupciones y lo que denomina la antítesis al hueco de voltaje o “swell”. Cada tipo se clasifica en instantáneo, momentáneo o temporal dependiendo de su duración como se muestra en la tabla 1.2

Tabla 1.2
Límites en las variaciones de corta y larga duración

CATEGORÍAS	DURACIÓN TÍPICA	MAGNITUD TÍPICA DE LA TENSIÓN
2.0 Variaciones de corta duración		
2.1 Instantánea		
2.1.1 Hueco	0.5 – 30 ciclos	0.1 – 0.9 p.u.
2.1.2 Swell	0.5 – 30 ciclos	1.1 – 1.8 p.u.
2.2 Momentánea		
2.2.1 Interrupción	0.5 ciclos – 3s	<0.1 p.u.
2.2.2 Hueco	30 ciclos – 3s	1.1 – 0.9 p.u
2.2.3 Swell	30 ciclos – 3s	1.1 – 1.4 p.u.
2.3 Temporal		
2.2.1 Interrupción	3s – 1 min	< 0.1 p.u.
2.2.2 Hueco	3s – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
2.2.3 Swell	3s – 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
3.0 Variaciones de larga duración		
3.1 Interrupción sostenida	> 1min	0.0 p.u.
3.2 Bajada de tensión	> 1min	08 – 0.9 p.u.
3.3 Sobretensión	> 1min	1.1 – 1.2 p.u.

Fuente: http://www.editoressrl.com.ar/revistas/ie/287/hertig_introduccion_a_la_calidad_de_potencia

Por último, una interrupción sostenida se define como una disminución hasta cero voltios del voltaje de alimentación por un período superior a un minuto. Este tipo de interrupciones son normalmente permanentes y requieren de intervención manual para la reposición del servicio.

El estándar se subdivide en tres diferentes. El 1159.1 dedicado a la definición de los requisitos del sistema de medida para caracterizar las perturbaciones. El 1159.2 donde se define la forma de convertir los valores muestreados de voltaje y corriente en un conjunto de categorías de power quality, describiendo los atributos de cada categoría y el 1159.3, ya aprobado, donde se define el formato de los datos adecuados para el intercambio de información relacionada con la calidad de la energía eléctrica.

Norma IEEE 519 1992

Esta norma se refiere principalmente con armónicos introducidos por cargas no lineales, con la finalidad de que los problemas de calidad de potencia puedan ser prevenidos. Su cumplimiento está siendo solicitado cada día más debido al crecimiento en la utilización de VDF y otras cargas no lineales.

Además, se define distorsión total e individual de voltaje y corriente. La filosofía adoptada fue restringir la inyección de corrientes armónicas de consumidores individuales para no causar niveles de distorsión de voltaje inaceptables como se muestra en la tabla 1.3 y 1.4

Tabla 1.3
Distorsión de armónicos de voltaje

Voltaje del bus	IHD	THD
≤69KV	3.0	5.0
69KV < V_{bus} ≤ 161KV	1.5	2.5
>161KV	1.0	1.5

Fuente: Recuperado de <http://edii.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf> Norma IEE519

Tabla 1.4*Distorsión de armónicos de voltaje para sistemas de 120V a 69 kV*

Icc /IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<100	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
0						
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Fuente: Recuperado de: <http://edii.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf> Norma IEE519

1.3 CONCLUSIONES DEL CAPITULO

- Se abordó un conjunto de trabajos precedentes relacionados con la temática mediante una sistematización de los conocimientos existentes a partir de la combinación de fuentes bibliográficas consultadas.
- Se dieron a conocer los fundamentos para la aplicación del sistema de gestión total de la energía, así como las herramientas estadística necesaria para su implementación donde que el sistema de gestión energética consiste en formulación de un programa de ahorro y el uso racional de la energía

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

En el este capítulo se expone la metodología que viabilizó la realización de la investigación, se presentan descripciones de los aspectos metodológicos de los análisis en el estudio, el objeto, modalidad, tipo y métodos de la investigación. Contiene además definiciones de las generalidades y particularidades de los instrumentos y técnicas utilizados en el desarrollo de la investigación, de los parámetros analizados de la energía suministrada en los reportes estadísticos.

Para el desarrollo de la investigación se han determinado las variables dependiente e independiente, los indicadores procedimientos para su evaluación.

Se presentan además las particularidades a tomar en cuenta para la selección de los sistemas de filtrado disponibles en el mercado, con la finalidad de realizar su dimensionamiento, implementación y evaluación.

2.1 Objeto de la Investigación

El objeto de estudio es el uso eficiente de la energía eléctrica de la empresa metalurgia puertas INDUCE del Ecuador con una tarifa eléctrica industrial con demanda pico.

2.2 Área de influencia directa

La empresa metalúrgica puertas INDUCE DEL ECUADOR se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga Tandalivi vía a Mulaló como se muestra en la gráfica 2.1 con una alimentación general que se obtiene de las redes de distribución de la sub estación Mulaló, esta red de distribución tiene las siguientes características técnicas nominales: tres fases, cuatro hilos 13,8 kV, 60 Hz, que alimenta al transformador de 100 kVA conectados en estrella/delta cuya salida de voltaje trifásico 220 V, a 60 Hz, con una demanda máxima utilizada 61kW, que está compuesto por dos sub tableros de distribución.



Gráfico 2.1: Empresa metalúrgica puertas INDUCE del Ecuador

2.3 Modalidad de la investigación

Es preciso definir el tipo y modalidad de investigación a realizar, en relación a lo mencionado el presente estudio, se enfocará dentro de la modalidad de proyecto factible, que según el Manual de trabajo de grado de especialización, Maestría y tesis doctorales de la Universidad Experimental Libertador (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2005), se define de la siguiente manera:

“La modalidad de proyecto factible, consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de la organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.” (p.16)

Se confirma que la investigación se desarrollará bajo la modalidad de proyecto factible, ya que se enfocará en la presentación de una propuesta de un plan de mejoras para el portador eléctrico en la empresa metalúrgica puertas INDUCE del Ecuador, que de una manera técnica y económica factible, solucione el problema del uso ineficiente de la energía eléctrica.

Adicionalmente, este trabajo se apoyará de una investigación de campo, que según (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2005), se define como:

La investigación de campo es el análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito, bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o producir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquier paradigma o enfoques de investigaciones conocidas o en desarrollo. (p. 14)

Por tanto, en la investigación se observará de los datos de la realidad, sin que hayan sido manipulados en ningún momento, se recogió los datos directos de los consumidores energéticos de la empresa de la energía eléctrica a través de la observación, se verificarán valores de las mediciones históricas de consumo de energía por la Empresa en meses anteriores, para luego analizar, verificar con los actuales e interpretar los resultados obtenidos.

La modalidad de investigación bibliográfica, que según (Alvarado & Garcia, 2008), es el sustento de la investigación en base a informaciones actualizadas e investigaciones similares desarrolladas; se empleará para el estudio de trabajos que antecedentes y el soporte de la fundamentación teórica.

2.3.1 Tipo de investigación

En lo relacionado al tipo de investigación que se desarrollará, el trabajo llegará al tipo de investigación explicativa, la misma que de acuerdo a (Fidias G, 2006), se define como:

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos, mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido los estudios explicativos pueden ocuparse tanto en la determinación de las causas (investigación prefacto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos. (p. 26)

Lo anterior se aplica al trabajo a desarrollar, ya que se ha previsto que al concluir la investigación, se logre explicar la relación que existe entre el uso inadecuado de la energía eléctrica; y llegar a la comprobación de la hipótesis planteada, asimismo los resultados de la investigación se enmarcarán en proponer un plan de mejoras para el uso eficiente del portador eléctrico.

2.3.2 Métodos de investigación.

Para desarrollar la investigación se emplearán los métodos **científico, inductivo, deductivo y sintético.**

Científico porque se aplicó en todo el procesos de la investigación es decir desde el problema hasta el desarrollo de la propuesta, a la vez se aplicó el método inductivo-deductivo en el momento de la toma y registro de datos de los parámetros eléctricos a través de un analizador de redes además se determinó el tiempo de funcionamiento diario por cada uno de los consumidores energéticos llegando a determinar el consumo de la energía eléctrica en la empresa. Esto permitirá proponer alternativas de solución para el uso eficiente de la energía eléctrica, por otra parte el método sintético permitió establecer las causas del consumo del suministro eléctrico.

2.4 Técnicas e instrumentos

2.4.1 Lectura científica.

Es utilizada en el marco teórico de la investigación, ya que permite al investigador realizar una valoración de carácter científico de la información bibliográfica realizada.

2.4.2 Observación

La técnica de observación a pesar de ser una técnica en su mayoría utilizada en investigaciones de tipo social, se utilizó en el presente estudio para tomar en consideración todas las situaciones visibles en el manejo de la energía, en la aérea administrativa y de producción de la empresa.

2.4.3 Software

El software EasyPower ofrece una línea completa de herramientas eléctricas de gran alcance para el diseño inteligente, el análisis y el seguimiento de los sistemas de energía eléctrica. EasyPower ofrece resultados instantáneos y precisos para ayudarle a tomar decisiones inteligentes. (Ver Figura N° 2.1).



Figura 2.1: Software EasyPower 9.7

Fuente: Recuperado de: <http://www.easypower.com>

Para la utilización del programa computacional primero se determinó las áreas de trabajo con las respectivas cargas instaladas (Ver Anexo1). Luego se realizó el diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas de la fábrica de puertas para determinar las condiciones en las que se encuentran tanto las líneas de distribución, tableros de distribución, al igual que el transformador de esta manera se tiene una visión integral de la carga instalada dentro de la empresa.

La capacidad de carga instalada se la realiza con los datos del levantamiento de información técnica de los equipos teniendo en cuenta su utilización promedio, de esta manera se determinó el estado de las instalación.

2.4.4 Instrumento de medición

En la que permite recopilar información mediante la toma de datos con los siguientes instrumentos:

Analizador de redes de marca fluke modelo 434 como se muestra en la figura 2.2 de características:

- Registra todos los valores necesarios en un sistema trifásico.
- La más alta calificación de seguridad en la industria.
- Cuatro de tensión y cuatro canales de corriente.
- Captura de datos de forma de onda en todas las fases de forma simultánea.
- System-Monitor: Seis parámetros de calidad de la energía en un único cuadro de mandos.
- Visualización de transitorios automática: No te pierdas ni un evento.
- Siete horas de tiempo de funcionamiento por carga de batería NiMH.
- Archivos de datos de transferencia a su PC para informes y análisis con el software FlukeView,

Con este equipo se realizó las mediciones de las siguientes magnitudes: corriente, voltaje, potencia, consumo de energía, frecuencia y factor de potencia, involucrada en el manejo energético de la universidad.

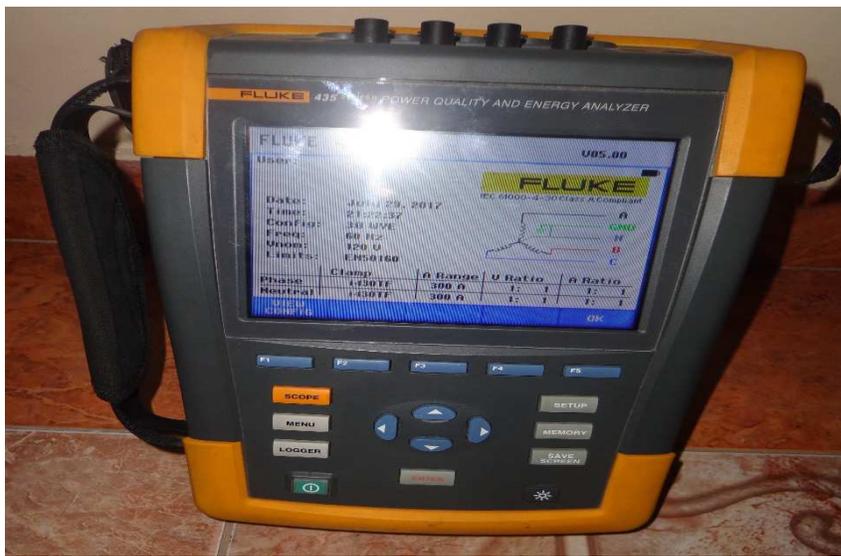


Figura 2.2: Analizador de redes

2.5 Operacionalización de las variables

El disponer de un buen sistema de variables es importante en el proceso de investigación ya que facilita todo un diseño, desarrollo y posterior análisis estadístico de los resultados. Así mismo, (Bavaresco de Prieto, 1996), se refiere a las variables cómo: “Las diferentes condiciones, cualidades características o modalidades que asumen los objetos en estudio desde el inicio de la investigación. Constituyen la imagen inicial del concepto dado dentro del marco”.

Otro elemento que se definió en esta investigación fueron los indicadores, que como señala (Altuve S, 1990) “son una definición que asigna significado a una construcción conceptual de la variable, al especificar actividades u operaciones necesarias para medirlas”.

Operacionalizar es definir las variables para que sean medibles y manejables, significa definir operativamente. Un investigador necesita traducir los conceptos (variables) a hechos observables para lograr su medición. Las definiciones señalan las operaciones que se tienen que realizar para medir la variable, de forma tal, que sean susceptibles de observación y cuantificación. De acuerdo con (Carl Gustav Hempel, 1952).

En base al análisis de Hempel se ha realizado la operacionalización de las variables con la finalidad de tener claro el objeto de estudio y son las siguientes.

Operacionalización de Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE: Consumo de energía eléctrica.

Tabla 2.1

Cuadro de operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
El consumo de energía eléctrica de un sistema eléctrico está en función de la potencia instalada que tengan y del tiempo que estén en funcionamiento.	Área administrativa va Área de producción	Potencia Potencia	kWh kWh	Medición Medición	Vatímetro Vatímetro

VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia energética

Tabla 2.2

Cuadro de operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Es la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos.	Perdida de energía eléctrica.	de Energía eléctrica.	kWh.	Medición.	Analizador de redes.
	Eficiencia energética.	Costos.	USD.	Cálculo.	Ecuaciones.

2.6 Descripción del sistema eléctrico del área de estudio.

Mediante la observación del investigador en el área de estudio de este proyecto detalla cómo está constituida la edificación del galpón de la empresa por las siguientes áreas:

- **Área administrativa:** está conformada por dos oficinas y una sala de reuniones, con una potencia instalada de 1744 W.
- **Área de producción:** está conformada por la sección de industrialización, la sección de producción artesanal, Sección de pintura al horno y de empaque de producto final (puertas terminadas) como se muestra en el anexo 2, con una potencia instalada de 58644 W.
- **Comedor.**
- **Baños.**
- **Reservorio de Agua.**
- **Exterior y Garita de control.**

En la tabla 2.3 se detalla los consumidores energéticos de la unidad académica en estudio.

Tabla 2.3
Consumidores energéticos

ÁREA	CONSUMIDOR ENERGÉTICO	POTENCIA (W)	# CONSUMIDOR	# HORAS	# DÍAS AL MES
Administrativa	Luminarias	32	4	6	22
	Computadoras	320	7	6	22
	Calefactores	400	3	2	22
	Impresoras	673,1	3	2	22
	Estéreo	60	1	6	22
	Modem	63,5	1	24	30
Sala de reuniones	luminarias	32	2	2	22
	Cafetera	900	1	1	22
Industrializada	Luminarias	32	6	6	22
	Lámparas gobantes	150	6	2	22
	Prensas	29838	2	6	22
	Prensa	18642,5	1	6	22
	Prensas	11185,5	3	4	22
	Prensa	6711,3	1	4	22
	Prensa	5220,32	1	4	22
	Prensa	372855	1	4	22
	Troquel	18642,55	1	6	22
	Troquel	11185,5	1	4	22
	Torno	7500	1	4	22
	Tornos	1500	2	4	22
	Sueldas	5500	7	4	22
	Fresadora	11000	1	4	22
	Fresadoras	7500	2	4	22
	Centro mecanizado	11185,5	1	2	22
	Computadora	320	1	2	22
	Esmeriles	372,85	2	2	30
	Proceso artesanal	Luminarias	32	2	7
lámparas gobantes		150	4	2	22
Sueldas		5500	3	3	22
Esmeril		400	1	2	22
Compresores		745,7	2	2	22
Sección de terminado	Luminarias	32	2	2	22
	lámparas gobantes	150	2	7	22
	Grabadora	40	1	8	22
	Compresor	745,7	1	2	22
	Compresor	1118,55	1	2	22
Comedor.	luminarias	32	7	2	22
	Congelador	150	1	24	30
	Televisor	180	1	3	22
	Estéreo	80	1	3	22
	Microondas	1200	1	1	22
	Sistema de refrigeración	400	1	24	30
Baños.	Luminarias	32	2	2	22
Reservorio de Agua	Bomba	1118,55	1	2	30
Exterior y Garita de control	luminaria	100	1	5	30
	luminarias	175	3	8	30

En la tabla 2.4, se determina el consumo de la energía eléctrica en la empresa en estudio desde julio del año 2016 hasta junio del 2017 tanto en kWh como en dólares americanos.

Tabla 2.4
Consumo de energía de la empresa

Mes/año	Consumo (kWh)	Gasto (USD)
Julio -16	6.045	842,37
Agosto -16	6.698	902,43
Septiembre-16	5.856	798,02
Octubre- 16	5.121	743,79
Noviembre-16	5.802	788,91
Diciembre -16	5.676	770,07
Enero- 17	6.458	906,93
Febrero- 17	6.336	984,46
Marzo -17	6.328	916,81
Abril -17	5.943	873,26
Mayo -17	6.783	986,56
Junio -17	6.193	908,27

Además tiene una tarifa industrial con demanda pico con horario diferenciado como se muestra en la tabla 2.5

Tabla 2.5
Horario diferido

NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIO DIFERIDO		
	DEMANDA	ENERGÍA (USD/KWH)	COMERCIALIZACIÓN
L-V Base (22H – 8 H)	4,576	0,075	1,414
L-V Valle (8H – 18H)		0,093	
L- V Pico (18H – 22H)		0,107	
S,D y Feriado(18H- 22H00)		0,093	

Fuente: Arconel pliego tarifario. Recuperado de: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/01/Pliego-y-Cargos-Tarifarios-SPEE-2017.pdf>.

Además el analizador de redes fue conectado en el lapso de 7 días desde el día 1 de junio hasta el 7 de julio del 2017, la instalación del equipo fue instalada a las salidas del transformador de 100 kVA de baja tensión que alimenta el suministro eléctrico a la empresa objeto de estudio. Este analizador permitió registrar los datos cada 10 minutos en lo referente a voltajes (Vrms), corrientes (A rms), Potencias (kW) y Frecuencia (Hz) estos datos se muestran en el anexo 3.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

1. En este capítulo se desarrolló una particularización de los aspectos metodológicos utilizados para el desarrollo del proyecto de investigación, delimitando el objeto y área de estudio de la investigación, describiendo además la modalidad, tipo y métodos de investigación empleados.
2. Se describieron las técnicas e instrumentos que permitieron el desarrollo de la investigación, y se conceptualizaron las variables independiente y dependiente, determinando indicadores para evaluación con sus respectivas técnica e instrumento, lo que adicionalmente permitió una descripción de los procedimientos utilizados para la evaluación de las variables.
3. Los datos recolectados a través de la observación y medición del consumo energético, arrojaron importantes resultados como fueron la determinación las técnicas y los instrumentos de investigación que serán aplicados para la evaluar comportamientos energético

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se realiza un análisis e interpretación de los resultados arrojados en la aplicación de los instrumentos de investigación “medición y cálculo de las magnitudes eléctricas deseadas en los puntos claves”, para la deducción del diagnóstico y levantamiento de la línea base del consumo energético de la empresa metalúrgica puertas INDUCE del Ecuador.

La medición fue aplicada en las salidas del sistema trifásico del transformador de 100kVA, instalado en la empresa objeto de estudio, en el cual se instaló un analizador de redes que pernotaron por siete días, para obtener los siguientes parámetros: la corriente, el consumo de energía y el factor de potencia, que al analizar con el diagrama de Pareto permite reflejar el comportamiento energético y la distribución de la energía, al identificar los siguientes puntos claves energéticos o de mayor consumo de energía eléctrica, estos son: prensa, fresadora, tornos, sueldas, mecanizado e iluminación. La información obtenida de las mediciones es comparada con la carga nominal instalada que permite determinar la eficiencia de los equipos.

3.1 Comportamiento del consumo de energía eléctrica en la empresa

En la instalación objeto de estudio, el sistema de electricidad se controla mediante un medidor de energía que se encuentra ubicada en la misma, el cual se registra su lectura mensualmente y debido a la falta de un programa energético dentro de la empresa, no tenemos datos históricos trascendentales que nos permitan realizar un diagnóstico estadístico, por lo que se recurrió únicamente a los archivos que reposan en el departamento financiero de la misma, con mediciones puntuales realizadas con instrumentos de medición eléctrica.

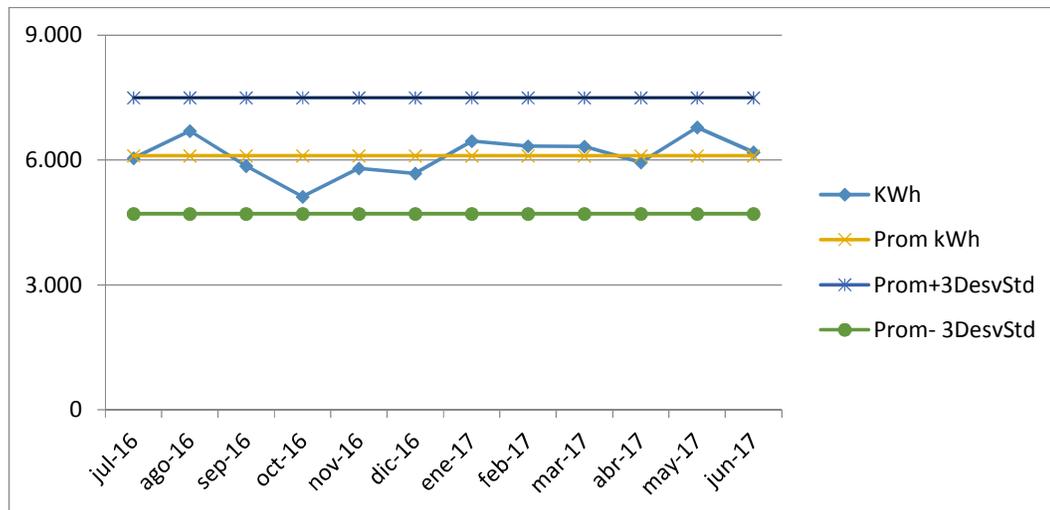
3.1.1 Comportamiento del consumo desde julio 2016 hasta junio 2017.

El comportamiento de facturación de la empresa del periodo en mención fue el siguiente como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1*Consumo de energía julio 2016 – junio 2017*

MES/AÑO	CONSUMO (kWh)
Julio -16	6.045
Agosto -16	6.698
Septiembre-16	5.856
Octubre- 16	5.121
Noviembre-16	5.802
Diciembre -16	5.676
Enero- 17	6.458
Febrero- 17	6.336
Marzo -17	6.328
Abril -17	5.943
Mayo -17	6.783
Junio -17	6.193

Como se puede observar en la gráfico 3.1 el comportamiento energético del consumo en el año en mención.

**Gráfico 3.1:** Comportamiento del consumo eléctrico.

En esta gráfica se puede observar el consumo de energía eléctrica que realizó la empresa, el pico más alto es en el mes mayo (con 6.783 kWh) por un incremento de producción, mientras que en el mes octubre (5.121 kWh) debido a un decremento de producción, cabe indicar que lo mostrado anterior mente consiste entre el área administrativa y de industrialización.

Distribución porcentual del periodo.

A partir de un recorrido por las áreas del centro y a partir de la revisión de los datos históricos y mediciones puntuales se determinó que los puestos claves en el consumo se definen en la siguiente tabla 3.2 y representado en la gráfico 3.2

Tabla 3.2
Distribución porcentual del periodo

PORTADOR	CONSUMO, KWH/AÑO	CONSUMO %
Industrialización	67650,96	92,37
Administrativa	5587,76	7,63
Total	73238,72	100,00

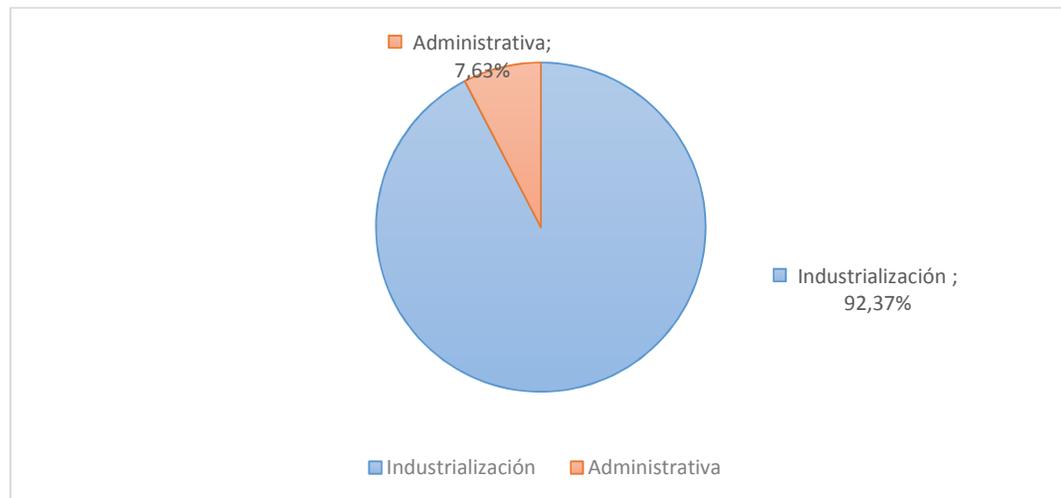


Gráfico 3.2: Distribución porcentual del periodo.

Diagrama de Pareto de consumo del periodo.

En este diagrama se puede visualizar la distribución de consumo tanto del área administrativa como en de la industrialización como se muestra en la gráfica 3.3.

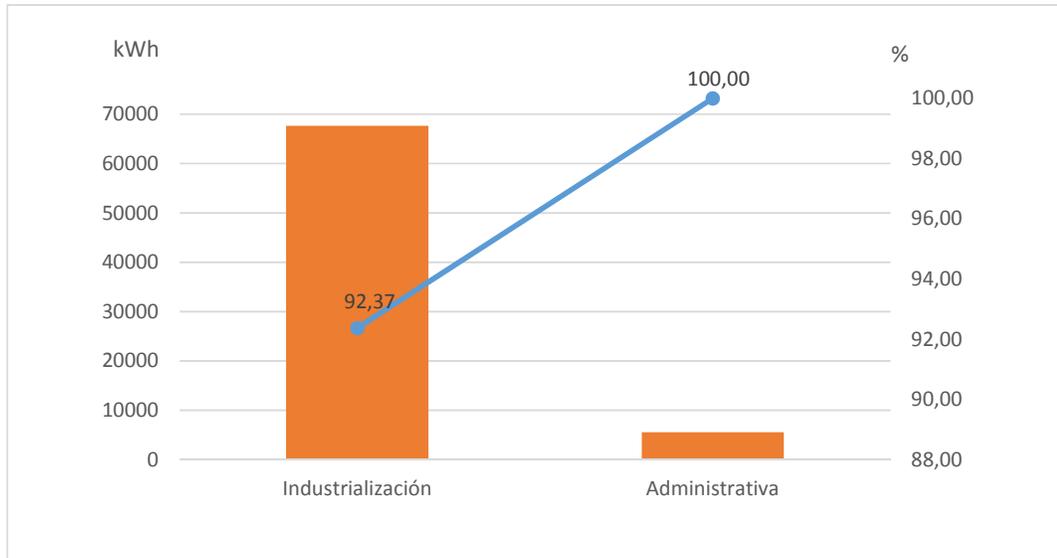


Gráfico 3.3: Diagrama de Pareto del periodo.

Interpretación

En el diagrama de Pareto, muestra que el mayor consumidor es el área de la industrialización de la empresa, por lo que de acuerdo a esta herramienta estadística se ara el análisis en ese portador energético.

Análisis estadístico de consumo en la empresa.

Los análisis estadísticos anteriores, generaron una visión clara que el análisis de eficiencia energética en la empresa, se debe realizar en el área de industrialización en mención. Se debe tomar en cuenta, cual es el consumo promedio para poder así tener una visión clara del problema.

En la edificación de la empresa se consume un promedio de 6103,25 kWh mensuales de energía eléctrica, se determinó que los puestos claves en el consumo se definen de la forma siguiente.

Puestos Claves en el consumo de electricidad:

- Proceso industrial
- Proceso artesanal

- Proceso de pintura y terminado
- Comedor
- Baño
- Garita
- Sistema de reservorio de agua

Análisis de eficiencia en la industrialización del producto

Luego de observar el diagrama de Pareto del consumo de energía de la empresa, por lo que vuelve a realizar Pareto en el proceso industrializado, tomando en cuenta que el consumo promedio del presente año es de 6103,25 kWh con una tarifa de horario diferido como se muestra en la tabla 2,5 nos da un promedio de \$868,49 dólares americanos cada mes.

No se llevan datos estadísticos en ninguna dirección por lo que mediante mediciones puntuales y aplicando la ecuación 1.1 se pudo determinar el consumo de la edificación, con este antecedente procedimos a determinar los posibles portadores energéticos de la edificación como proceso industrial, proceso artesanal, proceso de pintura y terminado, comedor, baño, garita y sistema de reservorio de agua como se muestra en la tabla 3.3 y representada en la gráfica 3.4.

Tabla 3.3
Pareto de la industrialización

PORTADOR	CONSUMO kWh MENSUAL	%	% ACUMULADO
Pro. Industrial	4909,74	87,37	87,37
Comedor	312,88	5,57	92,93
Pro. Artesanal	243,49	4,33	97,27
Garita	72,38	1,29	98,55
Pro. Pintura y terminado	57,76	1,03	99,58
Otros	23,45	0,42	100,00
Total	5619,69	100,00	

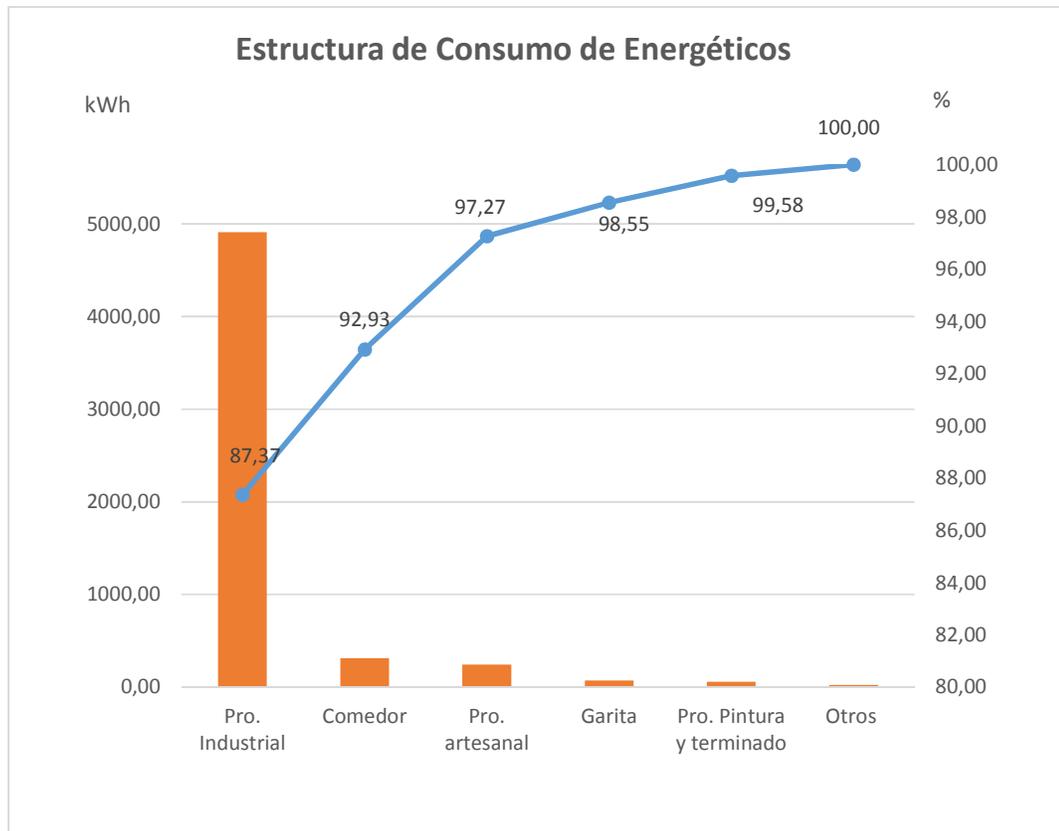


Gráfico 3.4: Pareto de la empresa puertas INDUCE del Ecuador.

Interpretación

En el presente diagrama de Pareto, se puede indicar que en el proceso de industrialización consumen el 87,57% del total de la energía dentro de la edificación siendo el este el de mayor consumo con el 62,05%.

Análisis de eficiencia en el proceso de industrial.

Al igual que todos los sistemas no se lleva datos estadísticos que permitan analizar de una manera clara y precisa la situación actual del proceso industrial por lo que se realizaron varias mediciones puntuales y la aplicación de la ecuación 1.1, se reveló los siguientes datos como se muestra en la tabla 3.4 y representado en la gráfica 3.5.

Tabla 3.4
Pareto del proceso industrial

PORTADOR	CONSUMO kWh	%	% ACUMULADO
Prensas	3404,04	69,62	69,62
Fresadora	457,60	9,36	78,98
Sueldas	406,56	8,31	87,29
tornos	277,20	5,67	92,96
Troquel	275,61	5,64	98,60
Mecanizado	40,50	0,83	99,42
Esmeril	16,41	0,34	99,76
Iluminación	11,77	0,24	100,00
Total	4889,68	100,00	

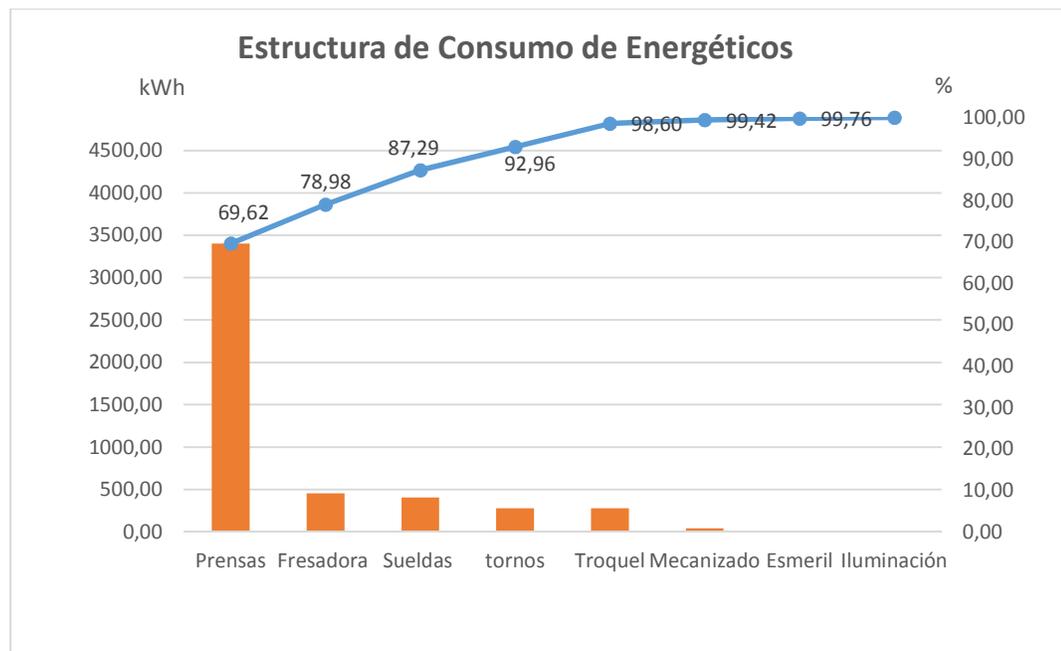


Gráfico 3.5: Pareto del proceso industrial.

Interpretación

En este diagrama se muestra el principal consumidor energético en el proceso industrial, las prensas consumen 69,62% de la energía consumida, mientras que las fresadoras tiene un consume eléctrico en 9,36%, sueldas consume 8,31%, tornos 5,67% y los troqueles 5,64%.

Energía y Producción.

En el gráfico 3.6 energía y producción, se muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el mismo intervalo de tiempo, por medio de esto se observa comportamientos anormales de la variación de consumo energético con respecto a la variación de la producción. Esto se debe a que existe una situación preocupante que cuando el personal cambia las matrices de las prensa se demora un tiempo aproximado de 35 minutos con el motor encendido y esto lo hacen con un mínimo de 2 veces al día además se pudo destacar mediante la observación que al momento que el personal sale al almuerzo se quedan encendidas las maquinas durante 45 minutos, situación que permite un desperdicio de la energía eléctrica debido a que no existen producción.

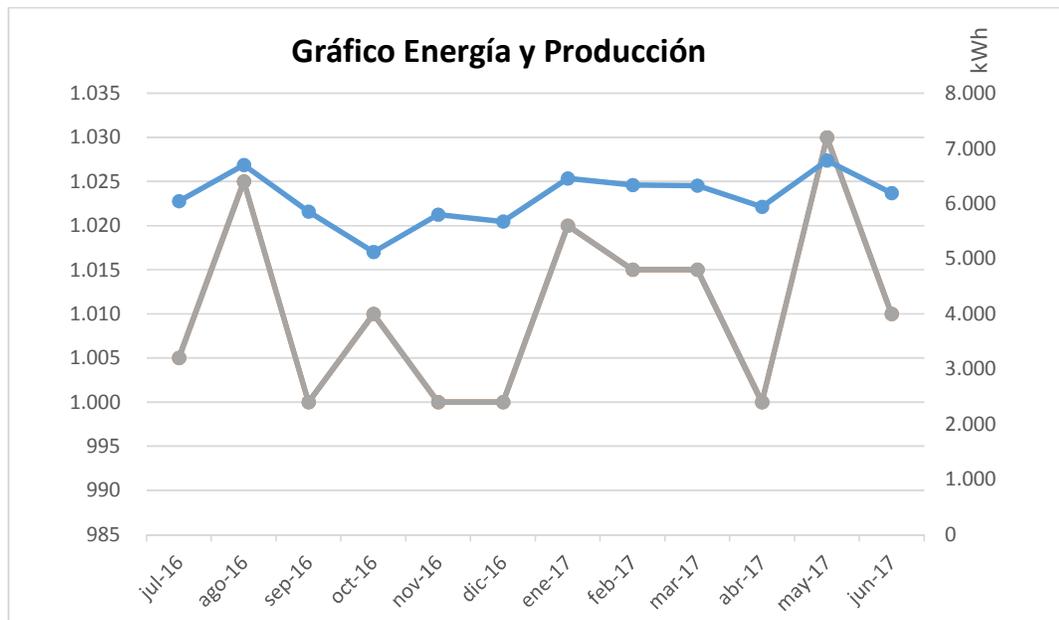


Gráfico 3.6: Energía y Producción

Dispersión kWh vs Producción.

En el gráfico 3.7 diagrama de dispersión kWh vs Producción. Aquí se puede observar el grado de relación entre las variables Consumo Energético y la Producción de puertas mediante un gráfico (x, y) de tal manera que muestra con claridad que los componentes están correlacionados. El procesamiento de la información da como resultado la siguiente Ecuación:

Ecuación 3.1: Dispersión kWh vs Producción

$$y = 0,029x + 2597,1$$

Un factor de correlación $R^2=0,8143$. Este factor muestra que existe una adecuada correlación entre el consumo de energía y la producción. Por lo cual la ecuación que rige el comportamiento histórico del consumo de energía eléctrica en la fábrica de puertas, bajo las condiciones analizadas entre julio 2016 hasta junio 2017.

Ecuación N° 3.2: Comportamiento del consumo de energía en el periodo

$$\begin{aligned} kWh/mes = & \text{tarifa de horario diferido} \times (\text{Unidades de puertas producidas al mes}) \\ & + 372,1 (\text{Energía no asociada}) \end{aligned}$$

La energía no asociada a la producción tiene un comportamiento de 372,1kWh/mes, esto representa un 6,45% del consumo de energía eléctrica promedio. A este consumo no asociado a la producción se aplicará las opciones de mejoras detalladas en la propuesta. Este consumo no asociado es elevado debido al uso innecesarios del consumo eléctrico en el área de prensado, así como en el área de fresado dentro de las instalaciones de la fábrica.

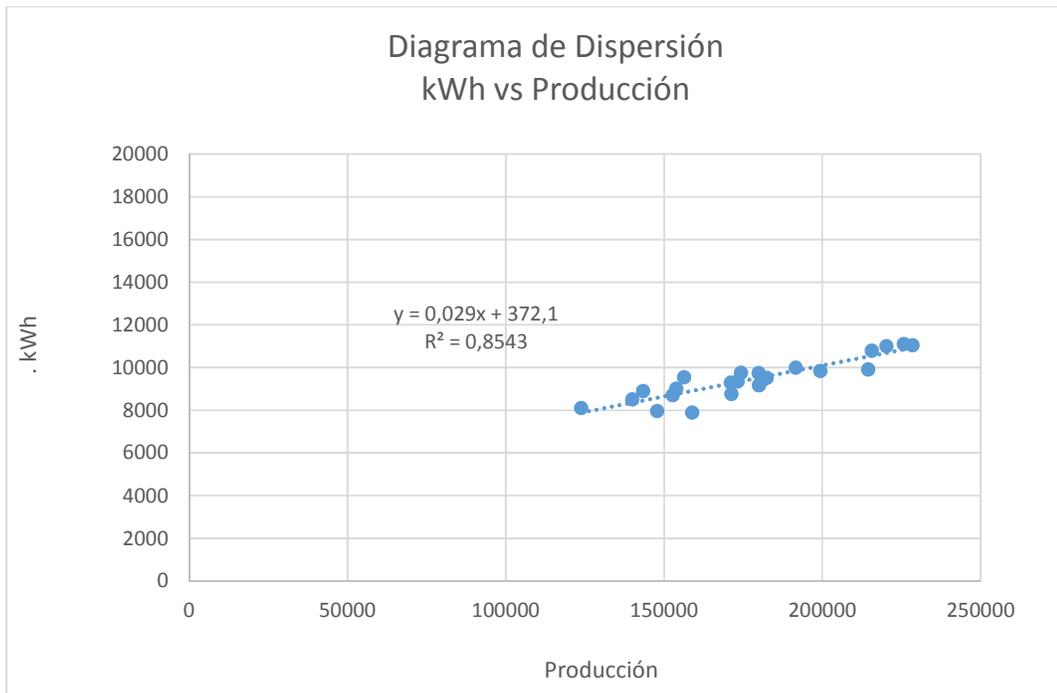


Gráfico 3.7: Diagrama de Dispersión kWh vs Producción

Índice de Consumo vs Producción.

En el gráfico 3.8 índice de consumo IC vs Producción, se realiza después de haber obtenido el gráfico consumo de energía vs Producción y la Ecuación 3.3 Dispersión kWh vs Producción, con un nivel de correlación significativo. La expresión de la función $IC = f(P)$ se define como $IC = m + E_0/P$, donde E_0 es la energía no asociada a la producción, este gráfico es una hipérbola con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(P)$.

Los valores mostrados en el gráfico 3.8 que están sobre la curva indican que existe potencial de disminución del índice de consumo para ese nivel de producción, y los que están en la curva indican que se manejan valores iguales a los del periodo de análisis.

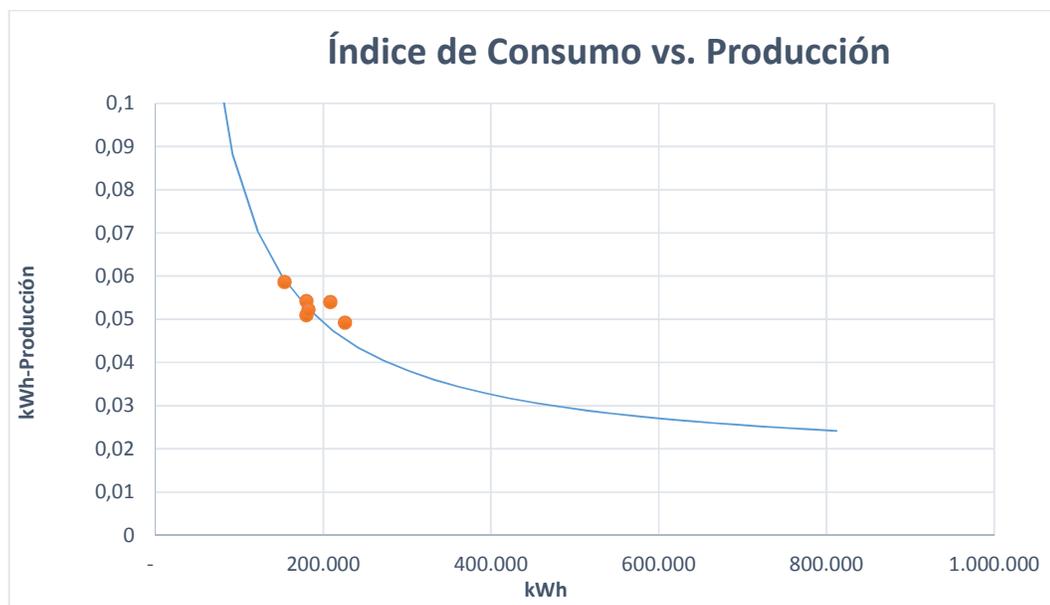


Gráfico 3.8: Índice de Consumo vs Producción

3.2 Mediciones con analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II

Para la adquisición de los datos obtenidos y almacenados en el analizador de calidad de energía Fluke 435B Series II, se utiliza el programa computacional PowerLog 5.3 en la que me a permite interpretar y analizar los datos mediante diferentes tipos de pantallas que muestran la información de manera efectiva.

Pantalla Volt/ Amp

El Gráfico 3.9 muestra valores de voltaje y corriente en el panel principal, los voltajes rms se muestran de línea a neutro y de línea a línea.

Los valores de voltaje rms se observó que varían teniendo máximo en la línea L3N con un valor de 130,2V, así mismo en la línea L2 se tiene el valor más alto en corriente llegando a valores de 340A.

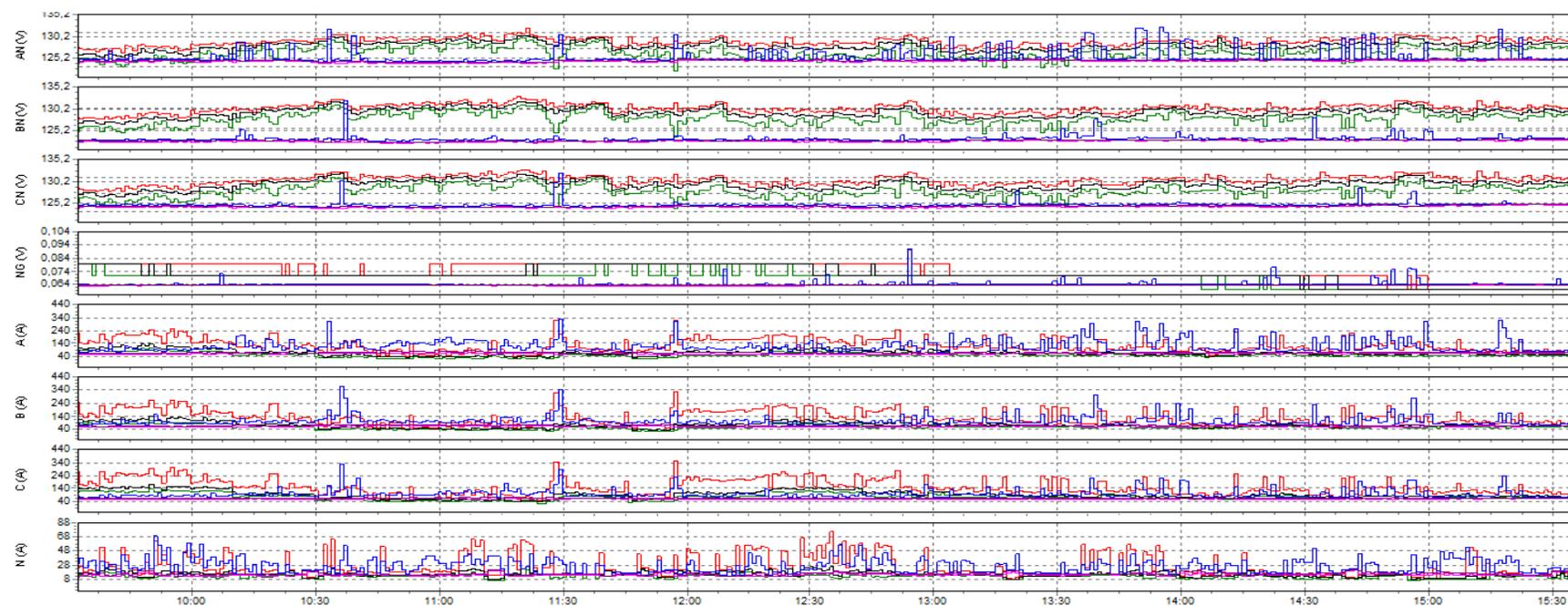


Gráfico 3.9: Voltaje en panel principal.

Fuente: Programa computacional Power Log 5.3

Hay que notar que existe un desfase en las corriente y voltajes en cada línea en especial en la línea L3 donde el valor de 128,8V es superior en un 2% al valor de la línea L1 y L2, el desequilibrio en de voltaje no debe pasar el 1% ya que esto produce corrientes desequilibradas en el cableado del estator lo que provoca un sobrecalentamiento y una reducción de la vida útil en los motores.

La corriente en la línea L3 tiene un valor de 40,1A, este valor es superior en un 30,7% a la línea L2 y 27,5% en comparación a la línea L1. Este valor no debe ser superior al 10%. (Ver Gráfico N° 3.10).

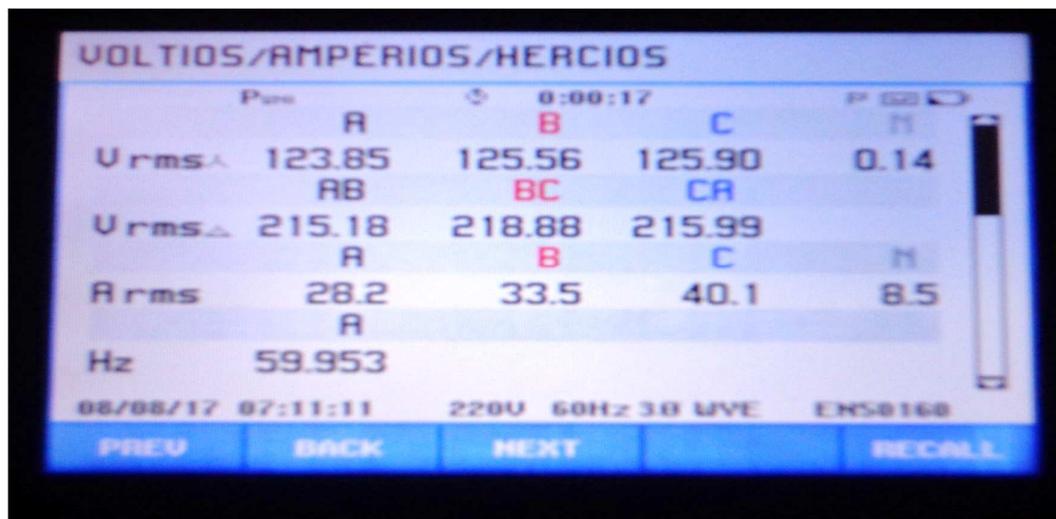


Gráfico 3.10: Valores de Voltaje, Corriente y Frecuencia.
Fuente: Analizador Fluke 435 B Series II

Otro dato que hay que tomar en cuenta es la corriente parásita en el neutro con un valor promedio de 8.5A.

3.2.1 Balanceo del sistema trifásico.

Con la aplicación del software EASY POWER se determinó el desbalance de las cargas como se puede observar en el anexo 1, donde se muestra la carga instalada de la empresa, en el tablero uno podemos notar la existencia de un desbalance de carga entre las fases S-T y T-R como muestra la tabla 3.5, esto se debe a que están conectadas luminarias monofásicas en las mismas.

Tabla 3.5
Desbalance de cargas en el tablero 1

DESBALANCE ENTRE FASES	
R-S=	0%
S-T=	0.75%
T-R=	0.75%

De la misma manera se realizó la simulación en el tablero de distribución numero dos considerando que existe un desbalance entre fases como se muestran en la tabla 3.6 esto se debe, a que existe sueldas, taladros de pedestal, esmeriles, amoladoras y electroválvulas para el encendido del horno de pintura todos estos equipos son de sistema monofásicos, considerando que el sistema es trifásico.

Tabla 3.6
Desbalance de cargas en el tablero 2

DESBALANCE ENTRE FASES	
R-S=	1.007%
S-T=	3.138%
T-R=	4.155%

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en la simulación se concluyó que para el proceso de industrialización se reestructure por áreas de operación con la finalidad de tener áreas específicas para la producción y evitar el desbalance del sistema además implementar un sistema monofásico para los equipos que necesite dicho suministro eléctrico.

3.2.2 Comportamiento del factor de potencia.

En factor de potencia nos indica cómo se está comportando la potencia activa, reactiva y la aparente en cualquier sistema, el factor de potencia ideal en teoría es 1, pero en nuestro país las empresas distribuidoras sancionan económicamente a los usuarios, especialmente a los grandes clientes como lo es la empresa metalúrgica Puertas INDUCE del Ecuador

es de un promedio de 0,98 debido que tiene un banco automático de condensadores como se muestra en la gráfica 3.11.



Gráfico 3.11: Banco de Condensadores

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

1. En este capítulo como preámbulo de los resultados obtenidos en la investigación se realizó una caracterización del área de influencia mediante una particularización de cada aspecto de la misma partiendo desde la generalidad del aspecto técnico del transformador que alimenta la empresa INDUCE.
2. Que existe un consumo innecesario de energía eléctrica al momento de cambiar las matrices para las prensas en un tiempo aproximado de 35 minutos y cuando el personal se va a su hora de almuerzo que es un de 45 minutos
3. Se concluye que la situación energética de la empresa puede mejorar, en base a estrategias técnicas.
4. El sistema trifásico de la edificación no se encuentra balanceado debido a que no existe la puesta a tierra y no existe una uniformidad en el consumo de corriente en el sistema trifásico.

5. Para el proceso de industrialización se reestructure por áreas de operación con la finalidad de tener áreas específicas para la producción y evitar el desbalance del sistema además implementar un sistema monofásico para los equipos que necesite dicho suministro eléctrico
6. En lo que se refiere a la frecuencia, no tiene ningún inconveniente, indicando la eficiencia del sistema eléctrico de la edificación en este sentido.
7. En lo referente al factor de potencia cumple con lo recomendado debido a que existe un banco automático de condensadores a la entrada del alimentador.

CAPÍTULO 4

PROPUESTA

4.1 Título de la propuesta

Diseño de un plan de mejoras para el portador eléctrico.

4.2 Justificación de la propuesta

El ahorro de la energía en todas sus manifestaciones, en los últimos años ha jugado un papel de suma importancia dentro del desarrollo de la humanidad. Sin embargo, en Centro América los índices energéticos (producción entre unidad de energía), siguen siendo altos comparados contra los respectivos valores de los países altamente industrializados, el mejorar estos índices depende de aprovechar al máximo la energía que se requiere en los procesos de producción, el lograr una reducción mensual del consumo energético por muy pequeña que sea, nos dará el inicio para la posible aplicación de un plan de ahorro en la empresa.

Entre las variables que han llevado a nuestro país a este déficit energético se encuentra la falta de políticas integrales y de mejoramiento continuo dentro de las instituciones públicas y privadas que se ha convertido en un problema general en el Ecuador.

La importancia de poseer un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico que permita utilizar de manera eficiente la energía eléctrica en las instalaciones de la empresa metalurgia puertas INDUCE del Ecuador , permite tener una empresa eficiente en términos energéticos, y ayuda a eliminar problemas asociados con el desperdicio de energía (desbalances de potencia, corriente por tierra, tiempos innecesarios de encendido de maquinaria , falta de mantenimiento, e iluminación), que afectan al consumo y la vida útil de los equipos.

4.3 Objetivo de la propuesta

Diseñar un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica en la empresa metalúrgica puertas INDUCE del Ecuador de la ciudad de Latacunga.

4.4 Estructura de la propuesta

Para la propuesta se aplica el modelo del sistema de gestión energética ISO50001, de la Organización Internacional de Normalización. Este modelo indica un ciclo continuo de mejoramiento para llegar a niveles altos de gestión energética. En la investigación se inició desde un punto en el que no se tiene una gestión energética detallada. Por lo que se realizaron las siguientes etapas.

Auditoría interna del Sistema de Gestión Energética para el portador eléctrico.- Se realizó el monitoreo, medición y el análisis del portador eléctrico en la empresa puertas INDUCE del Ecuador, se utilizó instrumentos de medición como el analizador de calidad de energía Fluke 435 II generación, software de simulación EasyPower9.7, además de las observaciones visuales, así como los cálculos realizados determinar el consumo eléctrico por cada área.

Levantamiento de inconformidades.- Desbalances de potencia, falta de puesta tierra, corriente por neutro, falta de mantenimiento, consumo innecesarios en las maquinarias, estas inconformidades ayudaron para realizar el plan de mejoras.

Ya con estos datos se procede en el desarrollo del plan de mejoras el cual incluye plantear una política energética, planificación energética, aplicación y operación, para llegar a un monitoreo, medición y análisis de las mejoras ya con base a la auditoría interna realizada. Luego de plantear las propuestas de mejoras el siguiente paso es aplicarlas (Verificar) y entrar en la revisión de la gestión energética, replanteando objetivos y fijando metas alcanzables.

4.5 Desarrollo del plan de mejoras para la empresa metalurgia puertas INDUCE del Ecuador

Enmarcado en el modelo ISO50001 la propuesta viene dada por los siguientes pasos para contribuir en el sistema de gestión energética.

1. Realizar la política energética de la empresa.- La cual debe mostrar la dirección que tiene la empresa en materia energética, alineada a largo plazo y de tener carácter dinámico.
2. Propuestas de acción del plan de mejoras.- Las cuales son productos de la auditoría energética realizada.
3. Monitoreo de mediciones y análisis.- Realizar un sistema de monitoreo de parámetros.

4.5.1 Política energética.

La empresa persigue un mejoramiento continuo, el cual pone como principio el uso de la energía de la manera adecuada, para ello se continuará evaluando las posibilidades de reducir el consumo energético dentro de las instalaciones, vincular a los trabajadores con este objetivo, y promover los estudios de investigación los cuales conlleven a posicionarnos como referentes en el sector del uso racional de la energía.

4.5.2 Unidad de Gestión Energética Temporal.

La unidad de Gestión Energética Temporal se conformará por la Gerencia General, Administrador Financiero, y el supervisor de procesos quienes serán los encargados de definir las responsabilidades del presente plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico.

Al ser una empresa pequeña donde el factor de la energía eléctrica se ve reflejado en el costo elevado del servicio, se propone nombrar al supervisor de procesos como “Coordinador de Energía”, el Gerente General está encargado de la aprobación del presente plan de mejoras, y el Administrador Financiero validará la propuesta económica

y buscará los recursos necesarios para la implementación del plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico.

4.5.3 Propuesta del Plan de Mejoras.

Como se revisó en el capítulo 3, hay varios factores en los que se puede realizar mejoras con el objeto de disminuir el consumo de energía eléctrica dentro de la planta de energía que se detalla a continuación:

Propuesta en el sistema de iluminación.

Como es notorio visualizar que las luminarias en el proceso de pintura y terminado tienen un funcionamiento de aproximadamente 7 horas debido a que las no tiene ventanas.

Debido a esta situación inadecuada, se propone lo siguiente:

- Aprovechamiento de la luz natural mediante la colocación de traga luz en el techo obteniendo un ahorro de 34,31 kWh con una tarifa de horario diferido en el horario base de 0.095 nos da un costo de UDS 3,26 mensual.

Propuesta del sistema de medición y monitoreo de variables.

Las mediciones y el monitoreo de las diferentes cargas dadas en el sistema actual, no satisface las necesidades técnicas de la empresa, por lo que es una necesidad urgente plantear un sistema que cumpla con los requerimientos.

- Debido a la serie de inconvenientes que se proporcionaron cuando se realizó la estratificación de los principales portadores dentro de la edificación, se ha planteado la posibilidad de colocar contadores electrónicos de medición horaria con el afán de poder realizar un correcto análisis de las variables, especialmente del consumo de energía en cada uno de los portadores energéticos como se muestra en la figura 4.1, con esta distribución de los medidores se puede tener una idea más clara y concisa de donde debemos trabajar para poder tener un nivel eficiente en el control del consumo de energía y así poder llevar un registro diario del mismo de cada uno de los portadores.

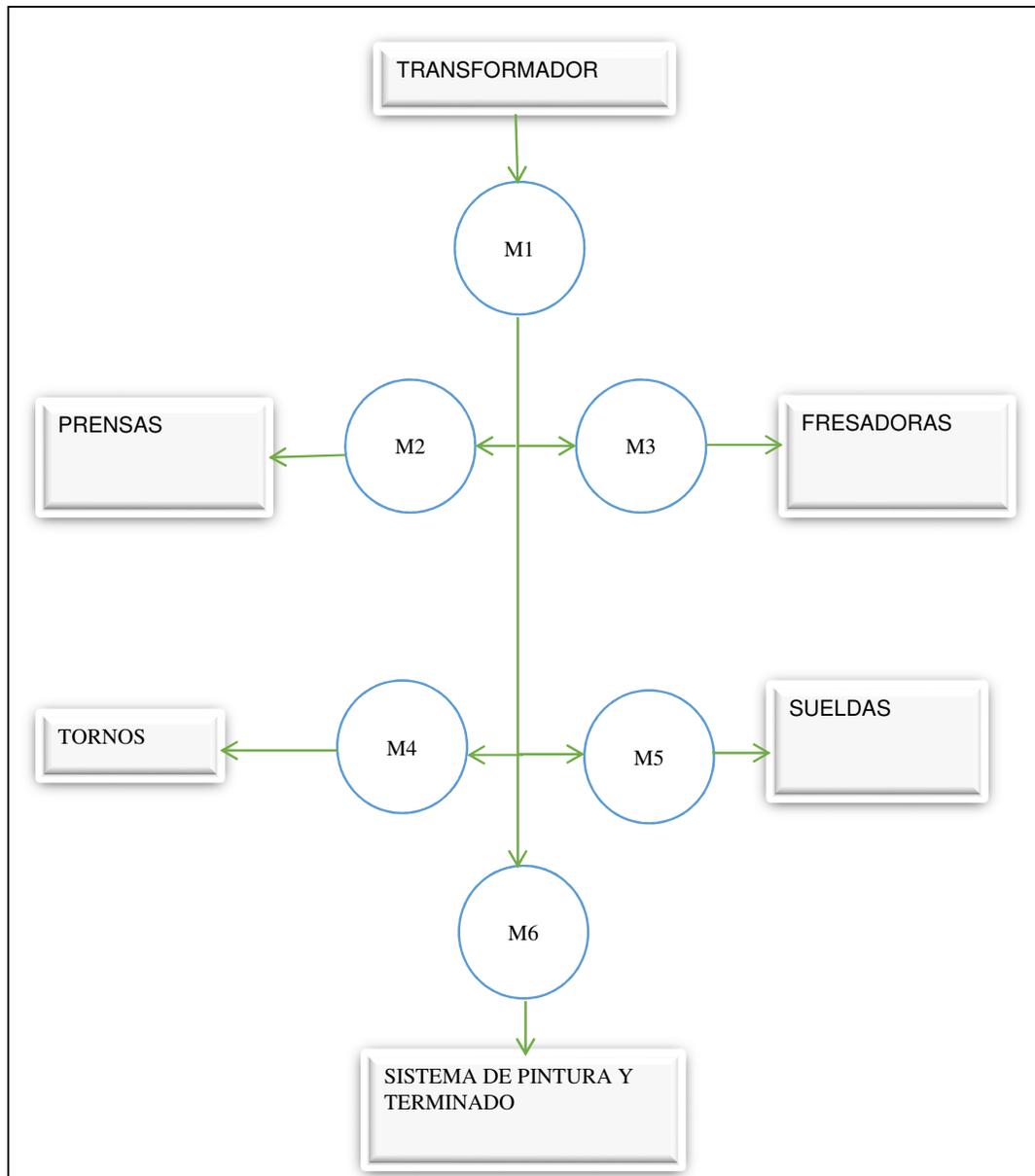


Figura 4. 1: Distribución de los medidores

Propuesta de operatividad de la maquinaria

Mediante la observación se pudo determinar las irregularidades en la operatividad de la maquinaria como son: encendidos innecesarios de maquinaria en el tiempo del almuerzo, puesta en marcha de la prensa al momento que se cambia las matrices, optimización de tiempo en colocación de planchas generándose un consumo innecesario de 332,33 kWh con una tarifa de horario diferido beneficio en el horario base de 0.095 nos da un costo de \$ 31,57 mensual.

Reducción de las pérdidas de energía.

A través del analizador Fluke 435B Series II, se cuantifico el cálculo de pérdidas de energía, las potencias desequilibradas igual a 32 W por el desbalance de voltaje y corriente, Dan un potencial de ahorro de 5,63 kWh mensual con una tarifa de horario diferido a 0,095 centavos de dólar tenemos \$5.3 mensuales con un equivalente a un ahorro anual de 67,58 kWh/año y mediante el software EasyPower9.7, se determina pérdidas en el sistema de 6.00 kW, tomando en cuenta que el sistema se encuentra desbalanceado, se tiene un potencial de ahorro anual de 7,2kWh/año.

Tanto el analizador de calidad de energía, como la simulación mediante el software dan un valor similar, para el análisis se utiliza los valores del analizador de calidad de energía, ya que estos proporciona un visión más detalla y abarca las pérdidas por desbalance de línea

Para mejorar el sistema y reducir las pérdidas ocasionas se procederá a realizar el balance de cargas además de calcular cual es el ahorro energético generado por el rediseño planteado.

Una vez determinada cada una de las cargas iniciales en los sub-tableros de distribución se procedió al balance de las mismas en el tablero dos como se muestra en el anexo 4 teniendo como resultado los valores que nos indica en la tabla 4.1, debido que en el tablero uno no pasa del valor considerable que es del 1% .

Tabla 4.1
Balance de cargas en el tablero 2.

DESBALANCE ENTRE FASES	
R-S=	0.907%
S-T=	0.204%
T-R=	0.723%

Fuente: Programa Easy Power

Esta propuesta de mejoras junto con la implementación de un sistema de puesta a tierra, brindaran tanto ahorro energéticos como seguridad a las máquinas eléctricas, las instalaciones y lo más importante a la seguridad de los empleados que operan los equipos. Además de eliminar problemas de sobrecarga en terminales que produzcan sobrecalentamiento de los mismo lo que se encontró en la auditoría de las instalaciones.

4.5.4 Valoración socioeconómica y ambiental de la propuesta

4.5.4.1 Valoración económica

Las técnicas de valor descontado se basan en el descuento del valor presente de las cantidades futuras o flujo de caja ya que estos son la diferencia neta entre los beneficios y costo en cada uno de los años, es decir refleja el dinero real en caja. Para su determinación se toma como convenio que las entradas a caja son positivos (ingresos), y las salidas son negativas (gastos), es decir que los signos de los flujos de caja resultan del balance anual entre costo y beneficio.

Valor total de la propuesta.

Se considera como inversión:

- El costo de la colocación de traga luz en el techo de pintura 120 USD
- El costo de 5 medidores electrónicos de 1800 USD
- El costo del rediseño del circuito del sistema de balance de cargas (puesta tierra, cargas equilibradas) 800 USD

Se considera como ingresos

- El ahorro de energía por mes en el sistema de iluminación que es de 7,26 USD.
- El ahorro de energía por mes por la mejorar la operatividad de la maquinaria es de 45,67 USD.
- El ahorro de energía por mes por el sistema balaceado es de 10,3 USD.
- Costo de alumbrado público 19,45 USD

4.5.4.2 Valor actual neto (VAN).

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable se utiliza la Ecuación N° 4.1 para determinar el valor.

Ecuación N° 4.1: Cálculo de Valor Actual Neto (VAN).

$$VAN = \sum_{i=0}^{i=n} FF_i * \frac{1}{(1+d)^i} \quad (4.1)$$

Dónde:

FF_i = Flujo de fondos del periodo i

d = tasa de descuento 17%.

i = periodo a descontar.

Para los cálculos se utiliza una tasa de descuento del 12%. Mediante las hojas de cálculos se realiza los cálculos del VAN para un período de 4 años obteniendo un valor de USD 337.74 Como se muestra en Tabla 4.2.

Tabla 4.2
Cálculos del VAN y TIR

Año	0	1	2	3	4
Inversión	-2720	-2720	-1727,84	-735,68	256,48
VALOR ACTUAL NETO		\$ 337,74			
TASA INTERNA DE RETORNO TIR		17%			

Nota: Como el resultado es positivo indica que el proyecto es factible.

4.5.4.3 Tasa interna de retorno (TIR).

Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el Valor Actual Neto (VAN). (Ver Ecuación 4.2). En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. El

saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento.

Ecuación N°4.1: Tasa Interna de Retorno TIR

$$VAN = 0 = \sum_{i=0}^{i=n} FF_i * \frac{1}{(1+d)^i} \quad (4.2)$$

El criterio para considerar un proyecto factible es que el TIR sea mayor que la tasa de descuento. Para la investigación el valor del TIR es de 17% superior al 12% de la tasa de descuento.

Analizando tanto los valores del período de recuperación, el valor actual neto y la tasa interna de retorno, se determina la factibilidad de la investigación.

4.5.5 Valoración ambiental

La emisión de CO2 por kWh de electricidad producida, varía mucho entre los países y depende de la combinación de fuentes de energía utilizada para producir energía.

Ecuador tiene un índice de 0,289 kgCO2/kWh según la IEA Agencia Internacional de Energía con datos del 2009. Al tener un ahorro anual de 4467,24 kWh con las propuestas mencionadas anteriormente se determina el valor anual de 1291,03kg de CO2, que se evita enviar al ambiente anualmente, ayudando a reducir el impacto ambiental.

CONCLUSIONES GENERALES

- Se diseñó un plan de mejoras en la gestión energética para el portador eléctrico, empleando la metodología del modelo ISO 50001, empezando por la auditoría interna, realizando el levantamiento de inconformidades como son pérdidas producidas en el sistema por desbalance de potencia con un porcentaje de 18,72% en la línea L3 y pérdidas en la operatividad de la maquinaria con un potencial de ahorro de 332,66 kWh, la optimización de iluminación mediante la utilización de traga luces en el techo, el cual permite disminuir el consumo de energía eléctrica en un valor de 4591,92 kWh al año.
- Los indicadores financieros muestran que el proyecto es viable, ya que al aplicar el plan de mejoras se tiene el valor de USD 3320 por concepto de materiales y/o servicios, con lo cual se tiene un Valor Actual Neto (VAN) de USD 2736,89 (positivo) y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 42,27% (mayor que la tasa de descuento 17%).
- Se concluye que la situación energética de la empresa puede mejorar, en base a estrategias técnicas para mejor manejo y operación de maquinaria altamente consumidora en tiempos muertos como son el caso de las prensas al momento del cambio de matrices.
- Respecto a la frecuencia y al factor de potencia, no tienen ningún inconveniente, ya que para el factor de potencia se encuentra conectado un banco automático de condensadores, indicando la eficiencia del sistema eléctrico de la edificación de la empresa en este sentido.
- Conociendo el índice de consumo se puede establecer metas en cuanto a reducción de consumo instalando centros de costo por áreas y establecimientos monitoreados permanentemente que permita establecer su consumo adecuado.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que se ponga en práctica el sistema de gestión energética, pues la empresa debido a su crecimiento, requiere un control eléctrico en este campo para optimizar el consumo de energía eléctrica.
- Se recomienda diseñar e implementar una puesta a tierra de acuerdo a las características de la empresa para evitar pérdidas innecesarias del consumo eléctrico ya que el existente es inadecuado puesto que no está diseñado técnicamente para suplir las necesidades de protección a la vez de los equipos conectados al sistema de carga eléctrica.
- Es necesario que en la empresa, genere una cultura en el ahorro de energía en base a campañas permanentes de concienciación, en el que se incluya seguimientos y evaluaciones para medir si se están aplicando correctamente las recomendaciones.
- Diseñar un sistema de medición que permita llevar registros del consumo de energía eléctrica por cada portador energética, estos registros permitirán realizar análisis estadísticos más efectivos de los equipos que se necesita tomar en cuenta por factores de consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

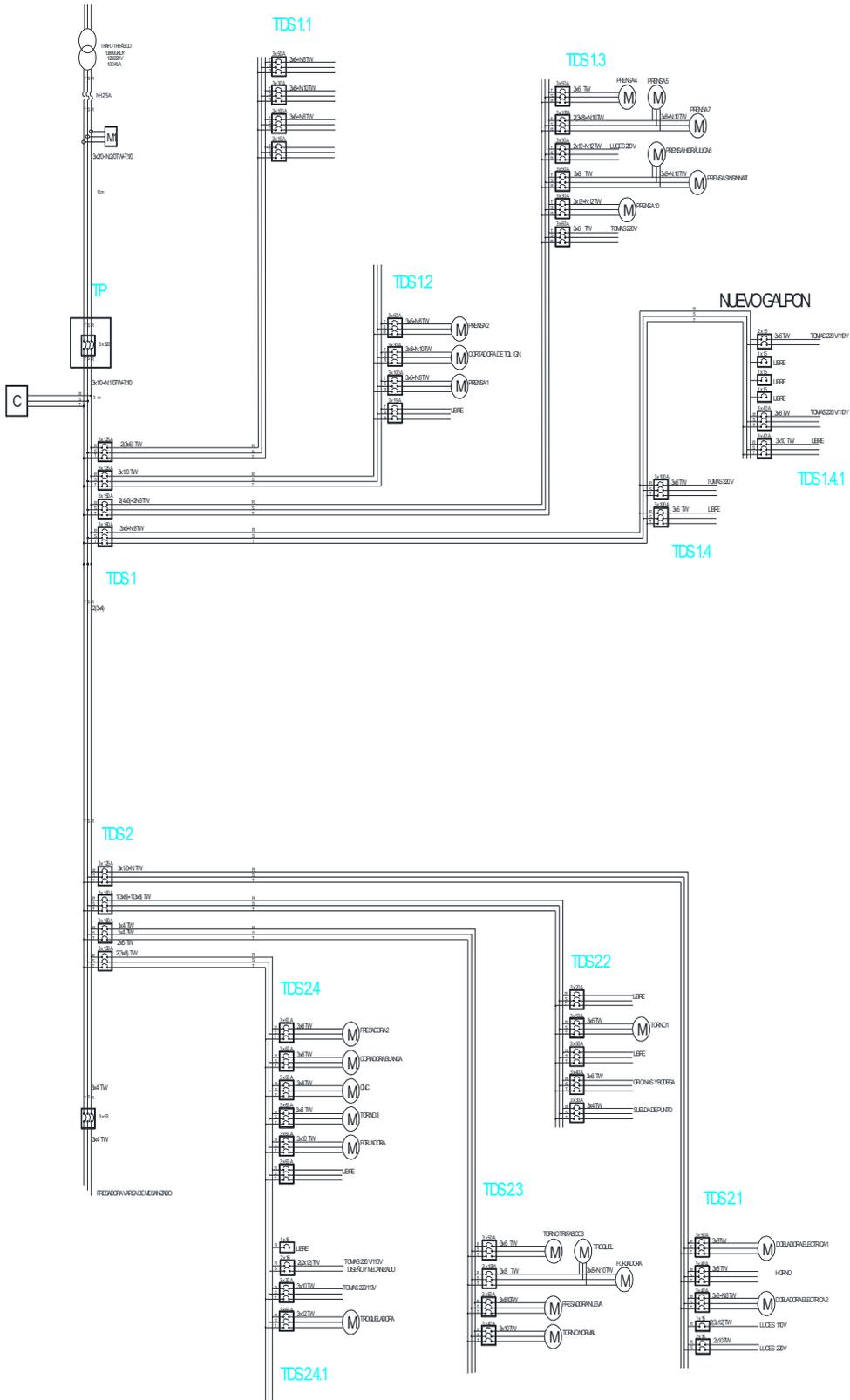
1. Ana María Vázquez, *Sistema de Gestión Ambiental ISO 14000*.
2. Aníbal Borroto Nordelo, 2006. *Fundamentos de Gestión Energética y Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía*.
3. Aníbal Borroto Nordelo, *Sistemas De Gestión Energética*.
4. Barrera García, Aníbal. *Diseño de sistemas de iluminación, con eficiencia energética*. Universidad de Cienfuegos Cuba. 2008.
5. Borroto Nordelo, Aníbal; Monteagudo, José; Colectivo de Autores. *Gestión energética en el Sector Productivo y los Servicios*. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos. 2006.
6. Campos, J.C., Gómez, R., Santos, L. *La Eficiencia Energética en la gestión empresarial*. Cuba 2006.
7. CONELEC, *Suplemento Institucional*, (2007).
8. Colectivo de Autores, 2006b. *Gestión y Economía Energética*, Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
9. Comité Argentino del Consejo Mundial de la Energía, 2004. *Eficiencia Energética: Estudio Mundial Indicadores, Políticas, Evaluación Informe del Consejo Mundial de la Energía*. Available at: www.worldenergy.org.
10. Comité técnico AEN/CTN 216 *Energía Renovables*, 2007. Norma Española *Sistema de Gestión Energética*.
11. *Constitución de la República del Ecuador 2008*
12. Fernández Salgado José María (2011), *EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS EDIFICIOS*, Primera edición.
13. Hernández, G. (2011) *Diagnóstico y auditoría energética*. Primera edición, Moa, Cuba (p) 34 -36
14. Hurtado Pérez, Felipe (2008). *Eficiencia energética en el Ecuador*. Facultad de Economía. PUCE. Quito
15. International Organization for Standardization, 2010. *ISO 50001 Futura Norma*

de Gestión Energética.

16. Irwin, D(2001), *Análisis básico de circuitos en ingeniería, Segunda edición* pp. 89
17. José P. Monteagudo Yanes, 2009. *Curso de preparación a Instructores del Diplomado en Gestión Energética Empresarial para Venezuela.*
18. Luis Francisco Rojas, 2008. *Sistema de Gestión Ambiental.*
19. Secundino Marrero y Alian Pierra, (2007) *Información Magnética de los módulos del Diplomado Superior en Auditoria y Gestión Energética*
20. Normas. *ISO 14001: SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL—REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO.*
21. Ramírez Torres, 2008. *Normalización en el ámbito de La Gestión Energética., Cuba.*
22. Ramón David Fernández Pérez, 2007. *SISTEMA DE GESTIÓN Y PRONÓSTICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UCF. Tesis de Maestría Available at: Ramon%20David%20Fernandez%20Perez.pdf.*
23. Ramón David Fernández Pérez, 2008. *Determinación de Indicadores de Eficiencia Energética en la UCF.*
24. Roberto Gomelsky, 2003. *Energía y desarrollo sostenible: posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur., Chile.*
25. Roberto Hernández Sampier & Pilar Baptista Lucio Carlos Fernández Collado., 1998. *Metodología de la Investigación segunda, México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.*
26. Carlos Rodríguez (2007)*Eficiencia Energética en Sistemas de Suministro Eléctrico*
27. Tirso Reyes Carvajal & Sergio Jáuregui, Rigó. Rafael Mestizo Cerón, 2006. *Análisis de la gestión energética de entidades estatales de la Provincia Villa Clara.*
28. Varios autores (2001) *Manual de Eficiencia Energética. Ministerio de Energía y Minas / Programa de Ahorro Energético, pp. 89.*

ANEXOS

Anexo 1: Diagrama Unifilar.



Anexo 2. Área de procesos de producción.



Área de producción por procesos.



Prensa numero 3



Troquel numero 1



Torno número 1 y fresadora número 3.



Centro mecanizado



Área de Soldadura y corte sección artesanal.



Horno de pintura.



Puerta empacada.

Anexo 3: Datos del analizador

Fichero Editar Ver Herramientas Ventanas Ayuda

Desde 07/08/2017 09:32 Hasta 07/08/2017 15:47

Resumen Tabla Tensión y corriente Estadísticas Frecuencia / Desequilibrio

Información del instrumento

Número de modelo: 435-II
 Número de serie: 26263102
 Revisión de firmware: V05.00

Información de software

Versión de Power Log: 5.3
 Versión FLUKE 430-II DLL: 1.2.0.12

Resumen de medición

Topología de medición: 30 EN ESTRELLA
 Modo de aplicación: Voltios/Amperios/Hercios
 Primera medida: 07/08/2017 9:32:46 214mseg
 Última medida: 07/08/2017 15:47:46 214mseg
 Intervalo de grabación: 0h 1m 0s 0mseg
 Tensión nominal: 220 V
 Corriente nominal: 300 A
 Frecuencia nominal: 60 Hz

Hora de inicio del archivo: 07/08/2017 9:31:46 214mseg
 Hora de fin del archivo: 07/08/2017 15:47:46 214mseg
 Duración: 0d 6h 16m 0s 0mseg
 Número de eventos: Normal: 0 Detalle: 0
 Eventos descargados: No
 Número de pantallas: 0
 Pantallas descargadas: No

Método de medición de potencia: Unificado
 Tipo de cable: Copper
 Espectro de armónicos: %H1
 Modo THD: THD 40
 Modo CosPhi / DPF: DPF

Información general

Lugar de medida: INDUSTRIA PUERTAS INDUCE del ECUADOR
 Cliente: Ing. Wilmer Cúqui
 Notas:

Resumen de registros

Registros RMS	376
Registros DC	0
Registros de frecuencia	376
Registros de desequilibrios	0
Registros de armónicos	0
Registros de armónicos de potencia	0
Registros de potencia	0
Registros de desequilibrios de potencia	0
Registros de energía	0
Registros de pérdidas de energía	0
Registros de parpadeos	0
Registros de señalización de la red principal	0

Resumen de eventos

Caidas de tensión	0
Subidas de tensión	0
Transitorios	0
Interrupciones	0
Perfiles de tensión	0
Variaciones rápidas de tensión	0
Pantallas	0
Formas de onda	0
Intervalos sin mediciones	0
Gráficos de corriente de arranque	0
Eventos de onda	0
Eventos RMS	0

Escala

Fase:
 Tipo de pizas amperimétricas: i430TF
 Rango de piza: N/D
 Rango nominal: 300 A
 Sensibilidad: x10 CA sólo
 Relación de corriente: 1:1
 Relación de tensión: 1:1
 Neutro:
 Tipo de pizas amperimétricas: i430TF

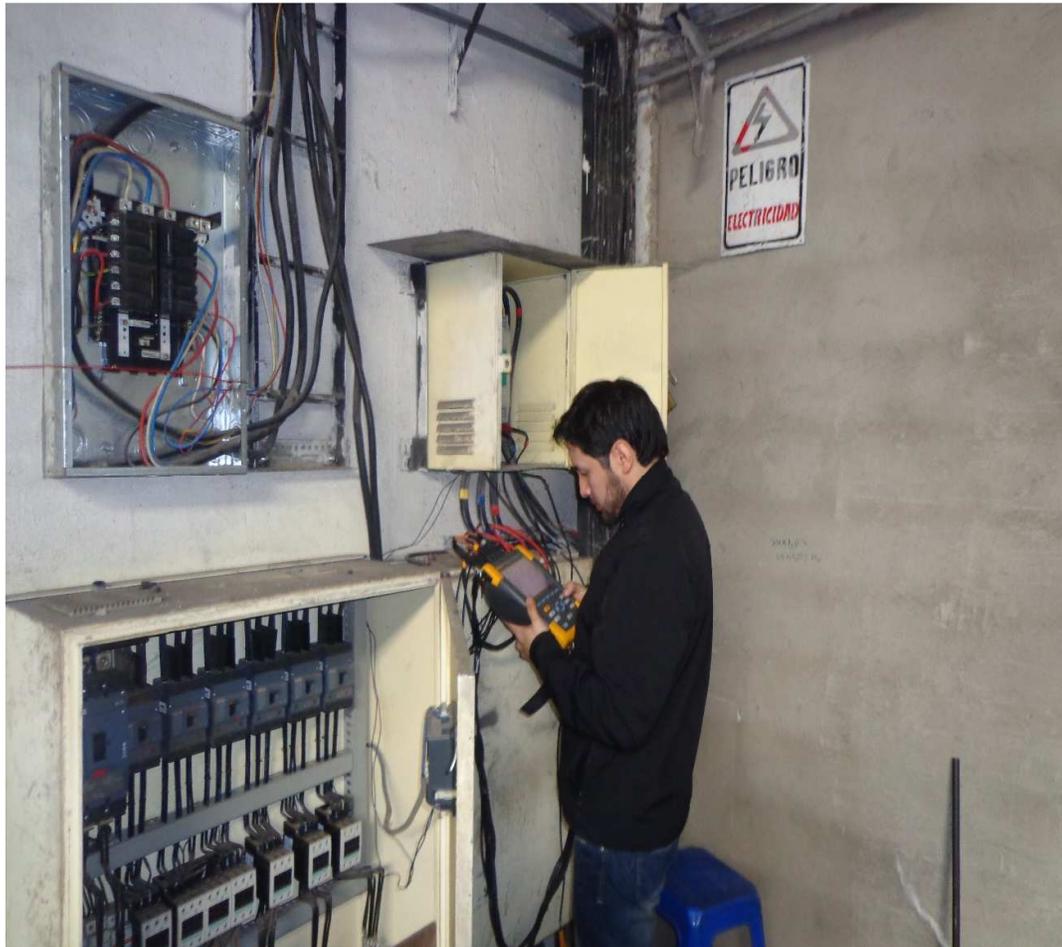
Fichero Editar Ver Herramientas Ventanas Ayuda

Desde 07/08/2017 09:32 Hasta 07/08/2017 15:47

Resumen Tabla Tensión y corriente Estadísticas Frecuencia / Desequilibrio

Fecha	Función	AN(V) / A(A) Min	AN(V) / A(A) Med	AN(V) / A(A) Max	BN(V) / B(A) Min	BN(V) / B(A) Med	BN(V) / B(A) Max	CN(V) / C(A) Min	CN(V) / C(A) Med	CN(V) / C(A) Max	NG(V) / NA
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Vrms ph-n	123,99 V (f)	125,88 V (f)	127,83 V (f)	124,81 V (f)	126,95 V (f)	128,22 V (f)	125,24 V (f)	127,18 V (f)	128,67 V (f)	0,08 V (f)
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Vrms ph-ph	214,78 V (f)	218,29 V (f)	220,77 V (f)	217,35 V (f)	220,98 V (f)	223,24 V (f)	215,74 V (f)	218,91 V (f)	222,28 V (f)	19 A (f)
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Arms	77,7 A (f)	111,6 A (f)	225,4 A (f)	88 A (f)	120,3 A (f)	247,1 A (f)	114 A (f)	148,8 A (f)	275,5 A (f)	11,2 A (f)
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Frecuencia	60,002 Hz (f)	60,026 Hz (f)	60,05 Hz (f)							
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Tensión de Pico	175,5 V (f)	178,7 V (f)	182,3 V (f)	177,5 V (f)	181,2 V (f)	184,3 V (f)	176,3 V (f)	179,6 V (f)	182,6 V (f)	0,1 V (f)
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Corriente de Pico	129 A (f)	168,6 A (f)	339,8 A (f)	0,129 kA (f)	0,176 kA (f)	0,387 kA (f)	0,178 kA (f)	0,23 kA (f)	0,426 kA (f)	19 A (f)
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Factor Cresta Tensión	1,41	1,42	1,44	1,42	1,43	1,44	1,4	1,41	1,42	1,36
07/08/2017 9:32:46 214mseg	Factor Cresta Corriente	1,44	1,58	2,26	1,43	1,51	2,13	1,5	1,58	2,07	1,2
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Vrms ph-n	125,07 V (f)	125,88 V (f)	127,25 V (f)	125,96 V (f)	126,79 V (f)	127,86 V (f)	126,24 V (f)	127,15 V (f)	128,37 V (f)	0,08 V (f)
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Vrms ph-ph	216,75 V (f)	218,12 V (f)	220,27 V (f)	219,21 V (f)	220,77 V (f)	222,62 V (f)	217,48 V (f)	218,98 V (f)	221,34 V (f)	19 A (f)
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Arms	86,5 A (f)	102,3 A (f)	142,6 A (f)	91,1 A (f)	109 A (f)	148,8 A (f)	116,3 A (f)	138,5 A (f)	178,6 A (f)	13,7 A (f)
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Frecuencia	59,996 Hz (f)	60,012 Hz (f)	60,038 Hz (f)							
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Tensión de Pico	177,2 V (f)	179 V (f)	181,7 V (f)	179,8 V (f)	181,3 V (f)	183,2 V (f)	178,7 V (f)	180,2 V (f)	182,4 V (f)	0,1 V (f)
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Corriente de Pico	142,4 A (f)	162,4 A (f)	235 A (f)	0,139 kA (f)	0,164 kA (f)	0,224 kA (f)	0,184 kA (f)	0,216 kA (f)	0,294 kA (f)	20 A (f)
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Factor Cresta Tensión	1,41	1,42	1,44	1,42	1,43	1,44	1,41	1,42	1,43	1,37
07/08/2017 9:33:46 214mseg	Factor Cresta Corriente	1,49	1,59	1,75	1,43	1,51	1,79	1,46	1,56	1,78	1,33
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Vrms ph-n	125,04 V (f)	126,14 V (f)	126,97 V (f)	126,13 V (f)	127,28 V (f)	128,04 V (f)	126,5 V (f)	127,58 V (f)	128,35 V (f)	0,08 V (f)
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Vrms ph-ph	216,78 V (f)	218,78 V (f)	220,04 V (f)	219,69 V (f)	221,56 V (f)	222,97 V (f)	217,68 V (f)	219,57 V (f)	221,07 V (f)	19 A (f)
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Arms	85,5 A (f)	96,7 A (f)	133,1 A (f)	82,2 A (f)	96,8 A (f)	130 A (f)	119,5 A (f)	132,5 A (f)	171,6 A (f)	12,4 A (f)
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Frecuencia	59,943 Hz (f)	59,994 Hz (f)	60,037 Hz (f)							
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Tensión de Pico	178,8 V (f)	180,3 V (f)	181,3 V (f)	181,2 V (f)	183 V (f)	184 V (f)	180 V (f)	181,6 V (f)	183,2 V (f)	0,1 V (f)
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Corriente de Pico	139 A (f)	156,8 A (f)	218,4 A (f)	0,125 kA (f)	0,146 kA (f)	0,209 kA (f)	0,175 kA (f)	0,198 kA (f)	0,257 kA (f)	21,2 A (f)
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Factor Cresta Tensión	1,42	1,43	1,44	1,43	1,44	1,44	1,42	1,42	1,44	1,37
07/08/2017 9:34:46 214mseg	Factor Cresta Corriente	1,44	1,63	1,88	1,43	1,52	1,82	1,45	1,5	1,69	1,39
07/08/2017 9:35:46 214mseg	Vrms ph-n	124,94 V (f)	126,06 V (f)	126,96 V (f)	126,1 V (f)	127,18 V (f)	128,06 V (f)	126,32 V (f)	127,43 V (f)	128,34 V (f)	0,08 V (f)
07/08/2017 9:35:46 214mseg	Vrms ph-ph	216,8 V (f)	218,66 V (f)	220,11 V (f)	219,42 V (f)	221,32 V (f)	222,87 V (f)	217,4 V (f)	219,37 V (f)	221,01 V (f)	19 A (f)
07/08/2017 9:35:46 214mseg	Arms	85,5 A (f)	106,9 A (f)	160,1 A (f)	84,5 A (f)	107,3 A (f)	164,9 A (f)	119,1 A (f)	143,4 A (f)	201 A (f)	13,1 A (f)
07/08/2017 9:35:46 214mseg	Frecuencia	59,952 Hz (f)	59,991 Hz (f)	60,038 Hz (f)							
07/08/2017 9:35:46 214mseg	Tensión de Pico	178,8 V (f)	180,3 V (f)	181,4 V (f)	181,2 V (f)	182,7 V (f)	184,1 V (f)	179,5 V (f)	181,3 V (f)	182,5 V (f)	0,1 V (f)
07/08/2017 9:35:46 214mseg	Corriente de Pico	140,6 A (f)	170,4 A (f)	235,2 A (f)	0,127 kA (f)	0,159 kA (f)	0,241 kA (f)	0,179 kA (f)	0,217 kA (f)	0,312 kA (f)	21 A (f)

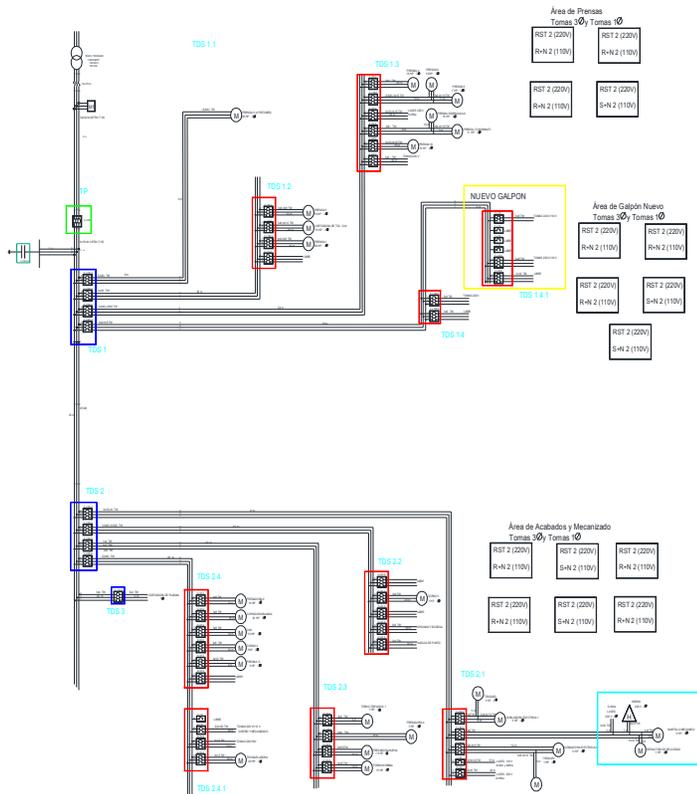
Anexo 4: Conexión del analizador a la entrada del sistema del portador eléctrico.



Conexión del analizador de redes a la entrada del sistema.

Anexo 5: Balance de cargas

DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA PUERTAS INDUCE.



SIMBOLOGIA

- Transformador trifásico se describe número de fases, capacidad en KVA, volajes primario y secundario.
- Protecciones (tableros térmicos) se indica capacidad. Sistema de medición (ELEPCO S.A.)
- Banco de capacitores de capacidad de 11.9 KVAR.
- Motores eléctricos se indica número de fases y potencia en HPs.
- Sistemas de electroválvulas de horno a gas de 220 V.
- Breaker trifásico de AC, y se indica la capacidad.
- Breaker monofásico de AC, y se indica la capacidad.
- Conductor eléctrico trifásico se indican calibres, distancia.
- Conductor eléctrico bifásico se indican calibres, distancia.
- Conductor eléctrico monofásico se indican calibres, distancia.
- Tablero de distribución principal.
- Subtablero de distribución primario.
- Subtablero de distribución secundario.
- Área de Galpón nuevo.
- Área de Horno.

Elaborado por:
ENVER QUINTANA OYOS

Proyecto:
"DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA EL PORTADOR ELÉCTRICO"

Dirección:
Via a Mulalo.

LATACUNGA
COTOPAXI
ECUADOR

Latitud: S-0.850897 Longitud: W -78.6048911

Revisión:
DIRECTOR DE TESIS: Ing. MSc. Edwin Moreano

Realizado por:
ENVER QUINTANA OYOS

Fecha:

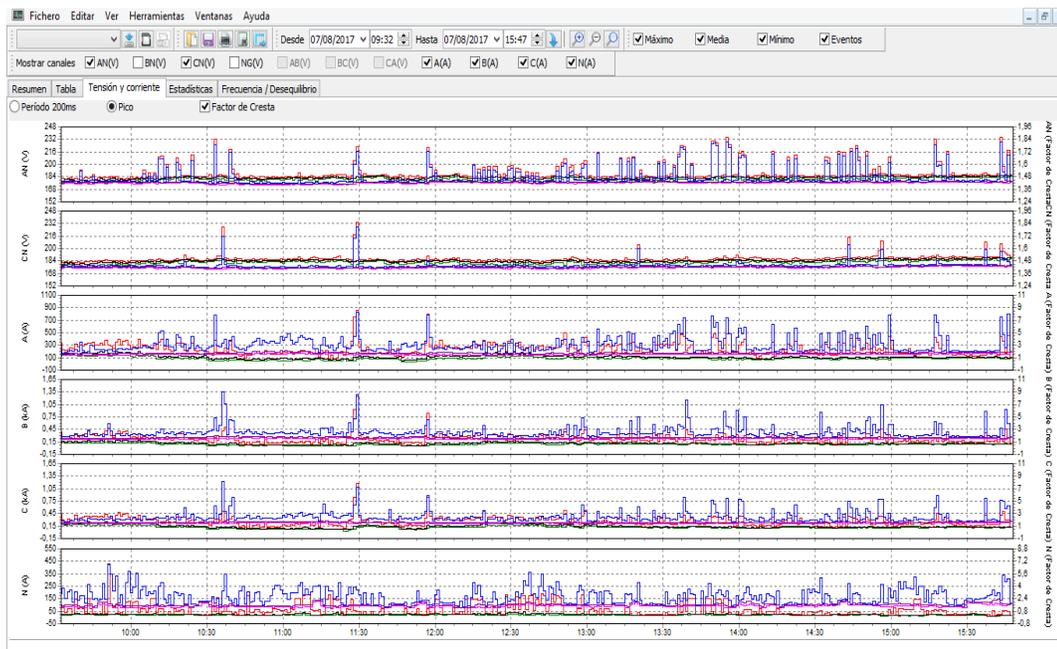
Contiene:
DIAGRAMA UNIFILAR ELECTRICO DE LA INDUSTRIA " PUERTAS INDUCE."

Número de Lamina:
L1

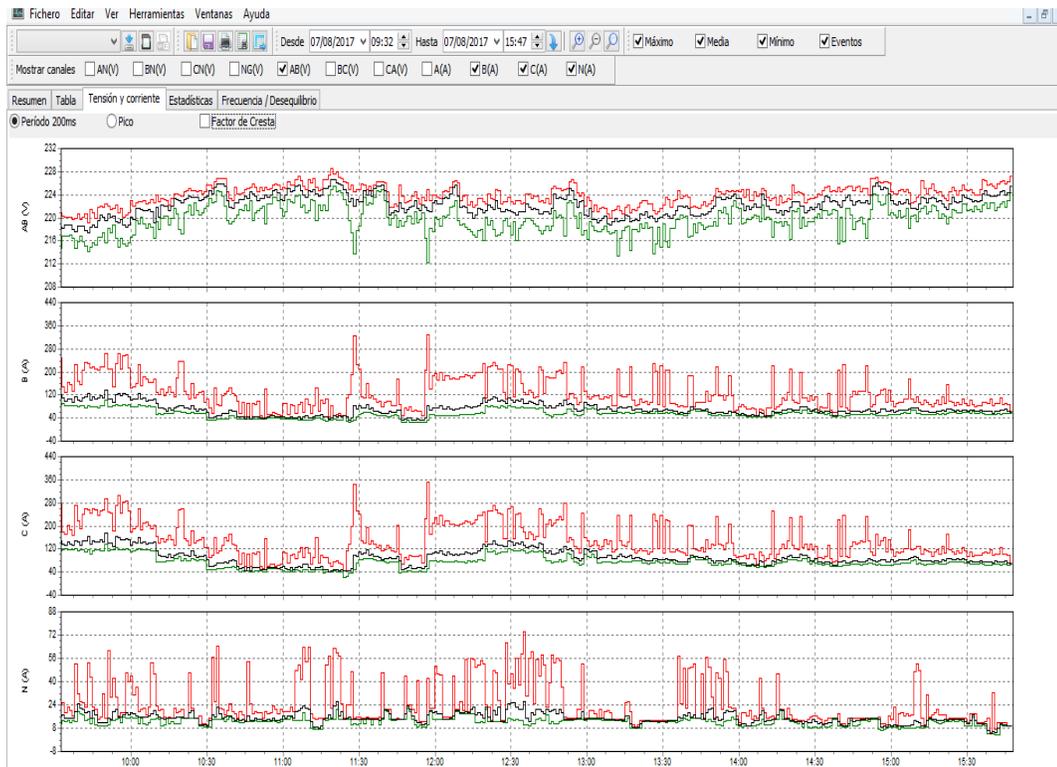
Escala: S/E Fecha:

Diagrama unifilar propuesto.

Anexo 6: Graficos del Analizador

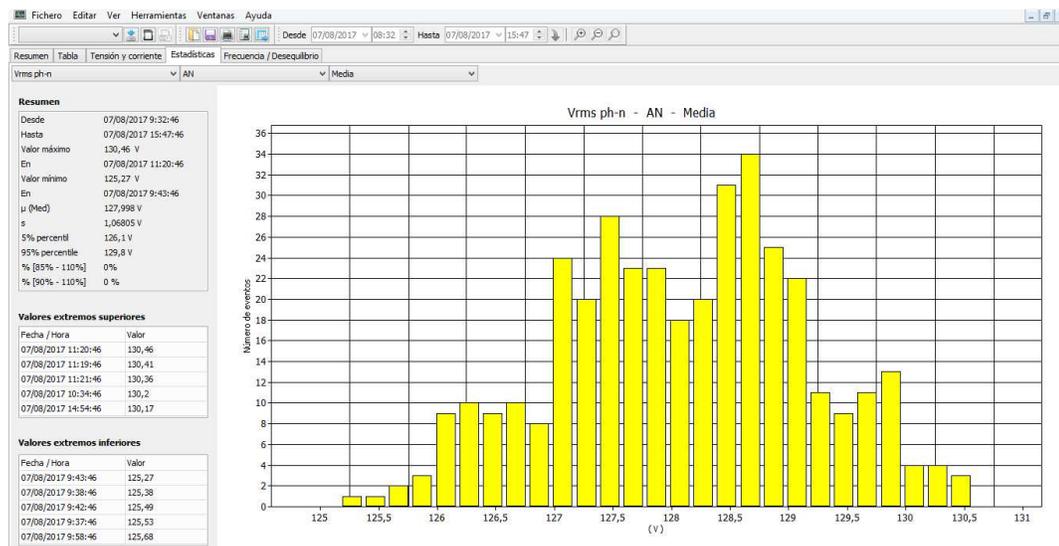
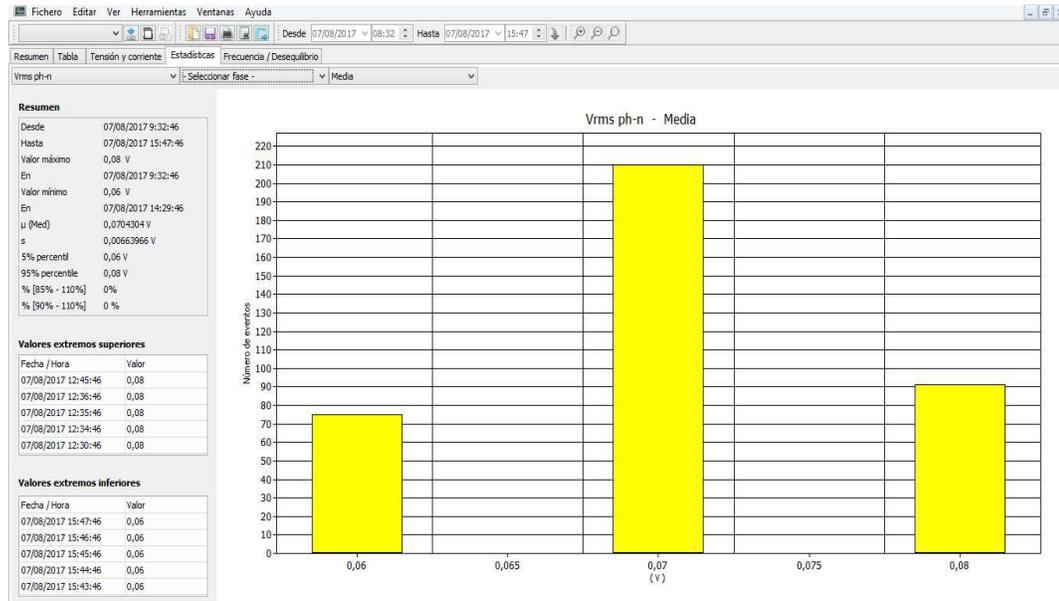


Comportamiento de tensión y corriente en periodo pico con factor cresta



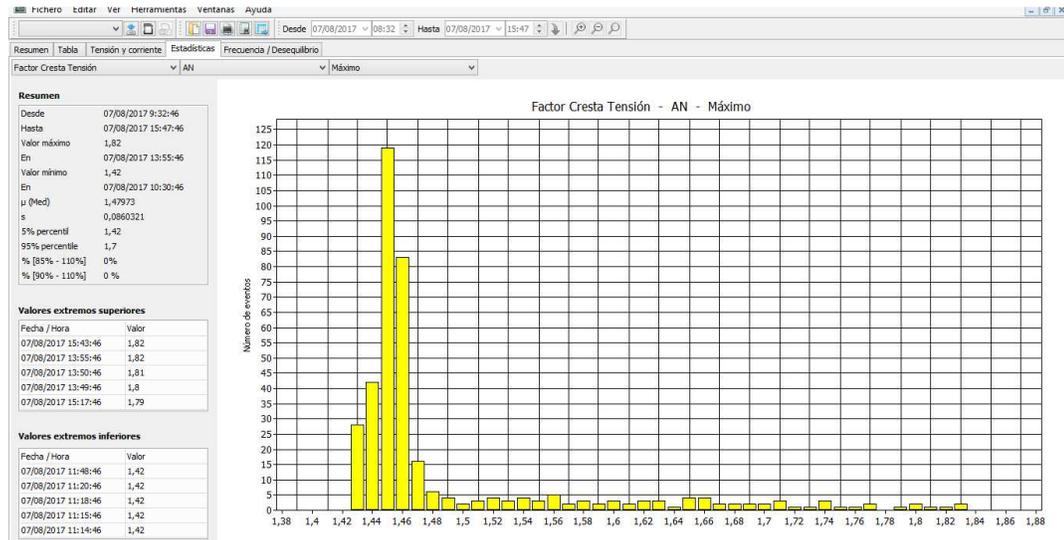
Comportamiento de tensión y corriente en periodo de 200ms

Anexo 7: Graficos del Analizador

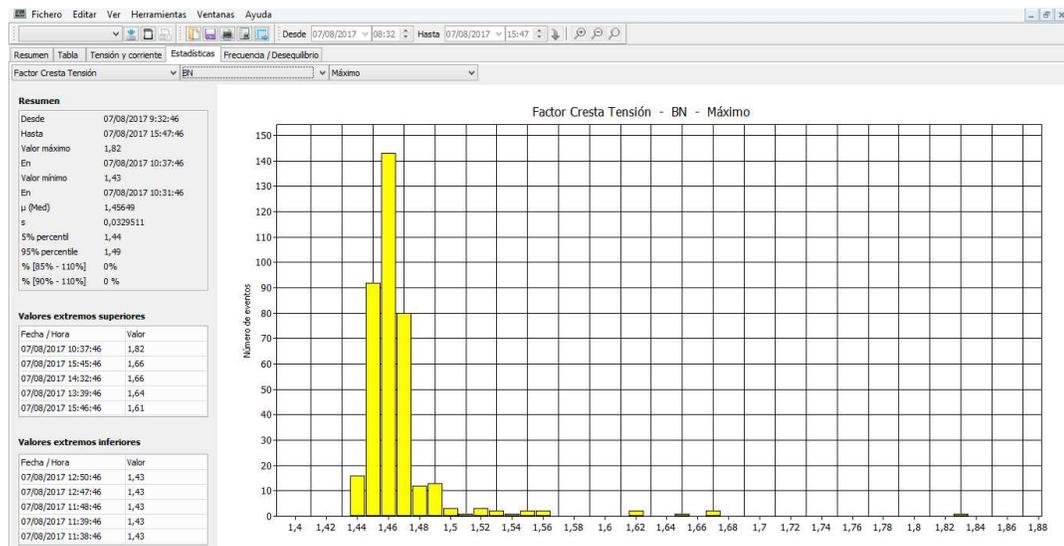


Descripción estadística de la fase A con respecto al Neutro

Anexo 8: Graficos del Analizador

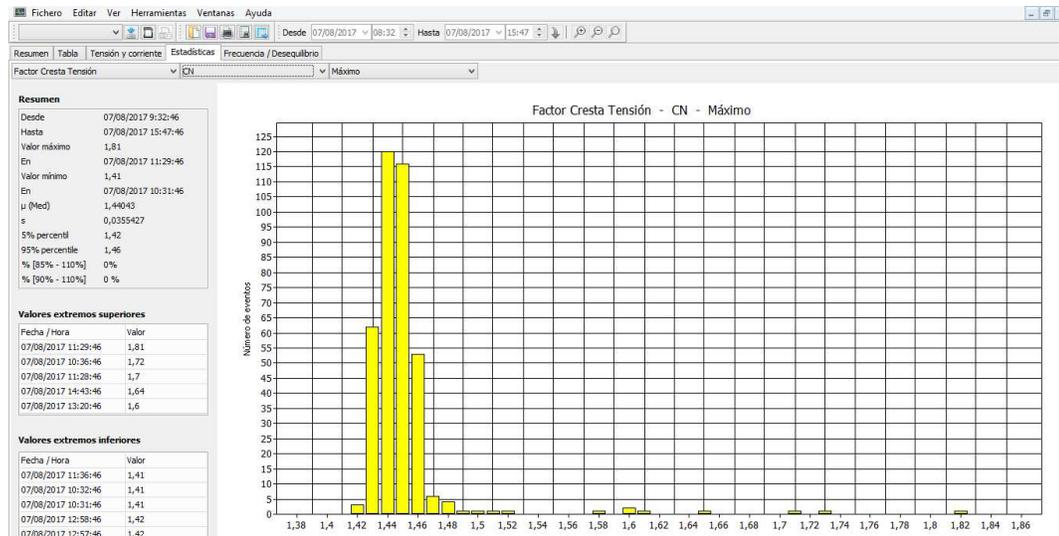


Estadística del factor cresta de tensión AN máximo

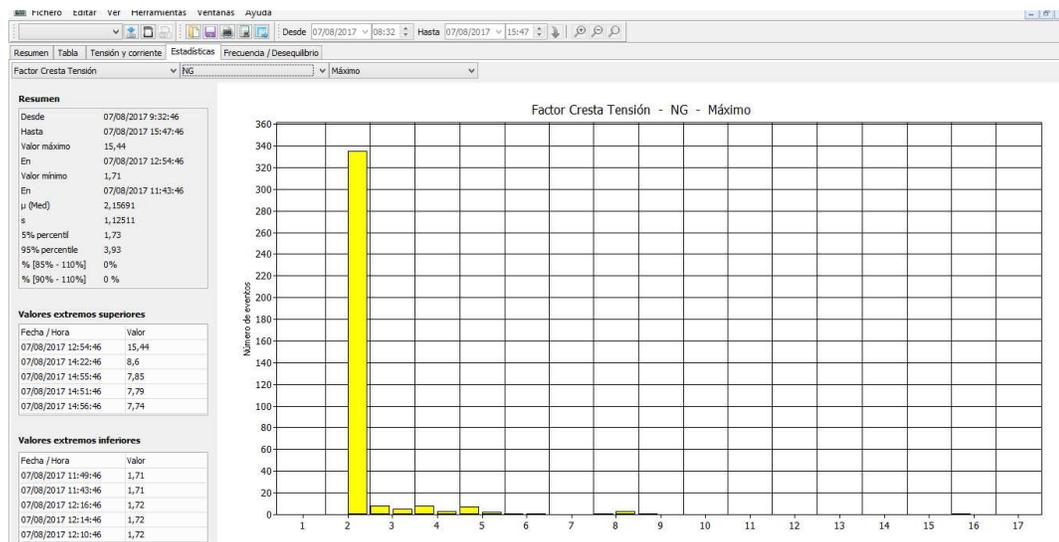


Estadística del factor cresta de tensión BN máximo

Anexo 9: Graficos del Analizador



Estadística del factor cresta de tensión CN máximo



Estadística del factor cresta de tensión NG máximo